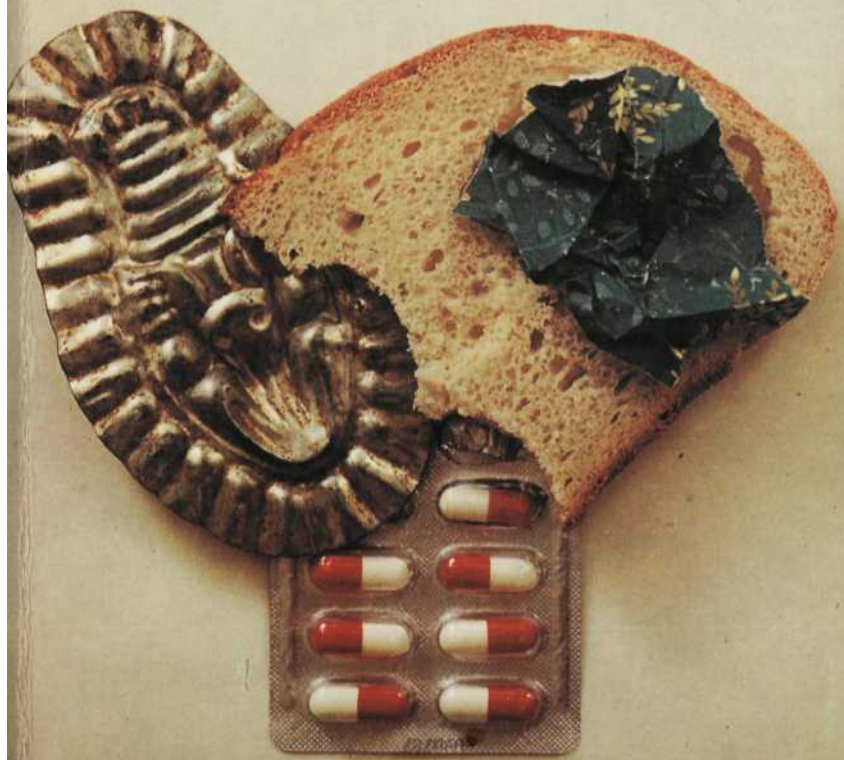


188.592

Udíl  
Hocman

# STRAVOU PROTI RAKOVINE

edícia  
Križováčky



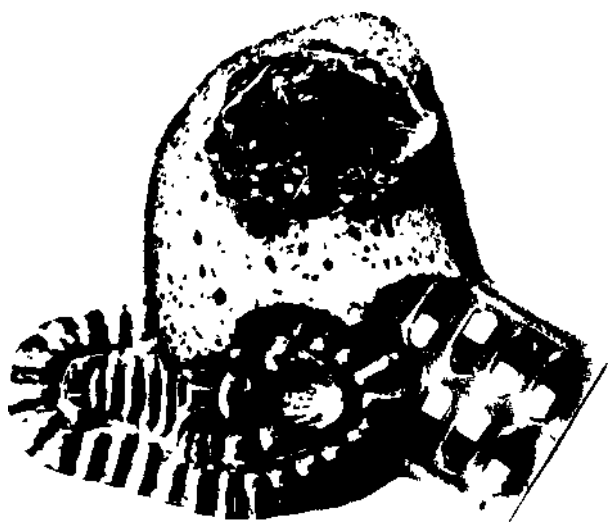
---

**Gabriel  
Hocman**

**STRAVOU  
PROTI  
RAKOVINE**

v.

**SMENA 1969**



**RNDr. Gabriel Hocman. CSc. 1989**

*Odborne posúdili:*

MUDr. Ivan Koza. CSc.

MUDr. Róbert Šimončič. CSc.

## NAMIESTO ÚVODU

*Všetko živé musí prijímať nejaký druh potravy, zdroj energie a látok na stavbu vlastného tela. I keď rôzne organizmy sú schopné prečkať bez prísunu stravy dlhší či kratší čas, celkom bez stravy sú odsúdené na zánik. Jedlo, strava v hocijakej podobe je teda nevyhnutným predpokladom života.*

*V podstate ani nezáleží na tom, či potravu pre istý organizmus predstavuje otieпка sena, šŕavnatý rezeň, slnečný lúč alebo živá myš. Podstatnou a spoločnou črtou každého spôsobu stravovania však je, že každý živý tvor si mení energiu, ktorá sa nejakou formou viaže v strave na takú formu energie, ktorú môže zužitkovať pre vlastné potreby. Uskutočňuje sa to, prirodzene, najrozličnejším spôsobom - od zeleného listu rastliny, ktorá zužitkuje slnečnú energiu, vodu a oxid uhličitý, cez huby, ktoré zužitkujú hnilúce organické látky a niektoré baktérie čerpajúce energiu oxidáciou železa či síry, až po bylinožravcov, mäsožravcov a všežravcov, ku ktorým patrí aj človek. Samozrejme, okrem prívodu energie organizmus potrebuje prísun stravy ešte i ako stavebnú látku na budovanie vlastného tela.*

*Strava je teda ozaj nevyhnutnou podmienkou života; aj zdanlivé výnimky potvrdzujú, že sa bez príjmu potravy nezaobídu. Medveď sa počas zimného spánku zdanlivo nestravuje, získava však energiu z podkožného tuku, ktorý si uložil v lete a na jeseň. Podenka (vodný hmyz žijúci iba pár dní) dokonca ani nemá náležité vyvinuté tráviace ústrojenstvo; počas svojho krátkeho života sa stravuje zo zásob, ktoré si nazhromaždila ešte v predchádzajúcom období ako húsenica. Niektoré pavúky vydržia bez stravy neuveriteľne dlhý čas: vyše roka, ale bez prívodu potravy napokon nevyhnutne hynú.*

*Slúži však strava, ktorá sa do živého tela dostáva, výlučne na dobro organizmu? Nemôže sa stať, že spolu s užitočnou potravou sa do organizmu dostanú i mnohé neužitočné, ba dokonca i škodlivé látky? Vieme, že v prírode sú zriedkavé jednostranné, jednoznačne užitočné či škodlivé javy. Každé dobro v sebe záro-*

veň skrýva i zárodok zla a naopak. Z tohto dôvodu ani stravu - a ďalej sa zameriame predovšetkým na stravu človeka - nemožno považovať za jednoznačne dobrú, za úplne zbavenú látok, škodlivých zdraviu a životu. Budeme si všímať predovšetkým tie stránky ľudského stravovania, ktoré by mohli viesť k stavom škodlivým pre človeka: ku vzniku niektorých chorôb, ku zhoršeniu zdravotného stavu z nedostatku istých zložiek v strave, ba i k smrti človeka v dôsledku jedovatých látok, ktoré sa dostanú do organizmu.

Aj to je však príliš široký problém. Ved' len o jedovatých látkach z húb, ktoré zapríčinili smrť nejednej osoby, alebo o chorobách z nedostatku istých zložiek stravy, akými sú skorbut či beri-beri, by sa dali popísať hrubé zväzky kníh. Na nasledujúcich stránkach sa zameriame na jediný problém: na vzťah stravy ku vzniku rakovinového ochorenia v organizme človeka.

Je vôbec možné, aby strava, tento nevyhnutný základ života, mohla vyvolať rakovinové ochorenie? Nepreháňame, keď hľadáme príčiny takejto nebezpečnej choroby v ľudskej strave, ktorú neraz preverili storočné recepty a skúsenosti gazdiniek? Nebojujeme s vlastným tieňom, keď hľadáme príčinný vzťah medzi rakovinou a stravou človeka? Žiaľ, nie.

# 1.

## STRAVUJEME SA NEBEZPEČNE?

Podľa odhadu výskumníkov z roku 1980 v Spojených štátoch amerických umiera ročne asi 365 000 osôb na niektorú formu rakoviny. Znamená to asi 1 000 úmrtí denne na túto chorobu. Výskumníci sa pokúsili nájsť tie faktory, ktoré - prirodzene, vo veľmi hrubom odhade - by mohli zodpovedať za takú vysokú úmrtnosť. Za 35 percent všetkých príčin úmrtí, vyvolaných niektorou formou rakoviny - čo predstavuje asi 350 smrtí denne -, zodpovedajú fajčenie a nadmerné pitie alkoholu! Je to neúmerne vysoké číslo, najmä ak si uvedomíme, že postihnutí si vlastne zhubnú chorobu a smrť privodili sami. Iba asi 5 percent celkového počtu úmrtí na túto chorobu (asi 50 denne) prisúdili styku ľudí s karcinogénnymi látkami pri výkone povolania (karcinogénnymi nazývame tie látky, ktoré po vstupe do buniek organizmu môžu v nich vyvolať rakovinový rast). Len zhruba 3 percentá úmrtí (okolo 30 denne) treba pripísať na vrub ionizujúcemu žiareniu; podľa odhadu za dve tretiny tohto počtu zodpovedá celkové žiarenie okolo nás (tzv. pozadie) a jednu tretinu treba pripísať na vrub žiarenia (rontgenového a liečebného), ktoré sa používa v zdravotníctve. Za 2 percentá úmrtí na rakovinu sú zodpovedné podľa amerických výskumníkov „zvrhnutia“ niektorých neškodných nádorov a chorôb, celé 1 percento úmrtí však zaviňuje podávanie liekov s veľmi silným biologickým účinkom na človeka. Napokon asi 9 až 10 percent celého počtu úmrtí na rakovinu si vedci vôbec netrúfli zaradiť do nijakej kategórie. Príčinu vzniku tohto pomerne vysokého počtu, 90 až 100 úmrtí denne, považujú za neznámu, „spontánnu“ rakovinu. Prirodzene, nie je to celkom správne označenie, lebo rakovina - a ani iná choroba - nevzniká spontánne, sama od seba. I keď sa tento termín často používa, znamená iba to, že nepoznáme faktor, ktorý chorobu vyvolal.

Ale čo to má všetko spoločné so stravou? Ak si spočítame všetky uvedené percentá celkového počtu úmrtí na rakovinu za rok v Spojených štátoch severoamerických, dostaneme hod-

notu 55 až 56 percent. A celý zvyšok, t. j. 44 až 45 percent, čo predstavíme asi 450 úmrtí na rakovinu denne, je podľa názoru vedcov dôsledkom stravy a stravovacích charakteristík súčasného, tzv. civilizovaného človeka.

Tento počet úmrtí na rakovinu, zapríčinený nevhodnou stravou (neadekvátne skladba a nesprávne postupy pri jej príprave), je veľmi vysoký. Ak si uvedomíme, že podľa správy Svetovej zdravotníckej organizácie osemdesiatim až deväťdesiatim percentám počtu vznikajúcich rakovinových ochorení možno predísť (vylúčením fajčenia a alkoholu, odstránením karcinogénnych látok zo životného a pracovného prostredia, opatrnejším používaním liekov a žiarenia v zdravotníctve, a nie v poslednom rade vhodnou stravou), vidíme, že už i pomerne malé zmeny v stravovacích charakteristikách človeka súčasnej civilizácie by mohli znamenať veľký krok v prevencii vzniku tejto nebezpečnej choroby. V našej vlasti je počet úmrtí na rakovinu približne 200 na 100 000 obyvateľov ročne, no počet ochorení (incidencia) je asi vyše 300 na 100 000 obyvateľov. I keď u nás sa odhad počtu príčin úmrtí na rakovinu nespracoval, da sa odôvodnene predpokladať, že iba zmenou skladby stravy, jej úpravy a stravovacích návykov obyvateľstva by sa mohlo dosiahnuť podstatne zníženie tohto smutného čísla.

Prečo však pripisujeme práve strave a stravovacím charakteristikám takú významnú úlohu pri vzniku ochorenia na rakovinu? Prečo by to nemohli byť povedzme genetické faktory či životné prostredie znečistené karcinogénnymi látkami? Jedna príčina však nevylučuje druhú. Vznik rakoviny sa dnes nepovažuje za chorobu, ktorú vyvoláva jediná, presne určená príčina. Predpokladá sa, že na vzniku tejto choroby spolupôsobí celý rad vonkajších (z prostredia), ale i vnútorných (z organizmu) faktorov. Iste, pri ochorení na rakovinu zohráva svoju úlohu i genetická podmienenosť, i individuálna odolnosť človeka, ale za najbezprostrednejšie pôsobiaci faktor treba predsa len považovať vplyv prostredia. Do čoho treba zahrnúť i stravu človeka. Aké máme dôvody na takýto predpoklad?

Na celom svete sa dnes uskutočňuje veľmi intenzívny a rozsiahly výskum, ktorého cieľom je zistiť a potom i vylúčiť tie faktory zo života človeka, ktoré by mohli viesť ku vzniku rakoviny. Zistilo sa, že v niektorej krajine, napríklad v Japonsku, existuje pomerne presné percentuálne rozloženie výskytu jednotlivých druhov tejto choroby u obyvateľstva, povedzme



X percent rakoviny žalúdka, Y percent rakoviny pľúc, Z percent rakoviny močového mechúra V inej krajine však môže byť toto percentuálne rozloženie výskytu chorôb celkom rozdielne, pri niektorých druhoch vyššie, pri iných nižšie Napríklad v USA sa zisťuje výskyt P percent rakoviny žalúdka, R percent rakoviny pľúc, S percent rakoviny močového mechúra Toto rozloženie je pomerne stále a charakteristické pre obyvateľov danej krajiny a ich životného štýlu vrátane stravovacích návykov Čo sa však stane, ak sa, povedzme, Japonci vysťahujú do Spojených štátov?

Spočiatku sa percentuálne rozloženie počtu jednotlivých druhov rakovín v etnickej skupine prisťahovalcov nebude meniť Postupne, podľa toho, ako sa daná etnická skupina prispôbuje životnému štýlu svojho nového domova, začne sa u nich meniť i percentuálne rozloženie ochorení na rôzne druhy rakoviny Druhá až tretia generácia prisťahovalcov si už skoro úplne osvojila životný štýl - a často i stravovacie návyky novej vlasti - a výskyt jednotlivých druhov rakovín sa veľmi priblíži percentuálnemu rozloženiu, ktoré prevládalo v hostiteľskej krajine Preto sa dnes za jednu z významných príčin vzniku rakoviny považujú práve socio-ekonomické faktory, t j životný štýl sledovanej skupiny ľudí, čo bezprostredne súvisí i so spôsobom stravovania človeka Napríklad v niektorých tropických krajinách, kde je rozšírené žutie listov betelových orechov (Areca Catechu), sa vo zvýšenej miere vyskytujú rakoviny ústnej dutiny a hltanu oproti tým krajinám, kde žutie listov týchto orechov nie je natoľko rozšírené, výskyt rakoviny hrubého čreva je v americkom štáte Connecticut až pätnásťkrát vyšší ako v Ugande, čo sa dáva do súvislosti so zvýšenou konzumáciou masa u Američanov

Môžeme teda odôvodnene predpokladať, že strava hrá významnú úlohu pri vzniku ochorenia človeka na rakovinu

Akými spôsobmi však rozličné jedlá tento vplyv prejavujú? V zásade tromi spôsobmi Predovšetkým jedlá môžu obsahovať karcinogénne látky, ktoré rakovinu vyvolávajú Ďalej môžu z našej stravy chýbať dôležité látky, ktoré pôsobia proti vzniku tejto choroby (antikarcinogénne látky, napríklad niektoré zložky rastlín či mikroprvky) Napokon, buď pri úprave stravy, alebo vzájomným pôsobením niektorých nezávislých zložiek jedál môžu v strave, či dokonca až v organizme vznikáť rakovinné látky, ktoré sa v nej prv nenachádzali

Preto chceme na nasledujúcich stranách upozorniť na to, ktoré zložky stravy môžu obsahovať škodlivé prímеси, a pomôcť pri ich vylúčení z nášho jedálneho lístka. Poukážeme i na to, aké zložky stravy môžu obsahovať látky s protirakovinovým účinkom a ktoré to sú; ich častejší výskyt na jedálnom lístku by mal pomôcť v prevencii vzniku tejto choroby. Pozrieme sa i na to, akých chýb sa dopúšťame pri úprave pokrmov. Tieto nesprávne postupy môžu v našej strave zvýšiť obsah karcinogénnych látok. Napokon uvedieme niekoľko jednoduchých pravidiel týkajúcich sa stravy a životného štýlu moderného človeka, ktorých zachovanie by malo účinne chrániť človeka pred vznikom nebezpečnej choroby - rakoviny.

# 2.

## TIE NAŠE KILOJOULY

Hneď na úvod treba triezvo povedať: v súčasnosti ešte nepoznáme takú skladbu stravy, takú diétu, také špeciálne prímеси jedál, ktoré by mohli zaručiť, že ich spotrebiteľ neochorie na niektorú formu rakoviny. Jednako, i keď nejestvujú zaručené istoty, poznáme mnohé pravidlá stravovania a zásady zdravého životného štýlu, ktoré sú schopné - v štatistickom ponímaní - účinne znížiť výskyt ochorení na rakovinu u obyvateľstva, ktoré ich zachováva, a predĺžiť život tých, ktorých táto choroba už poznačila.

Za jeden z najdôležitejších rizikových faktorov z hľadiska vzniku rakoviny v organizme treba považovať zvýšený príjem energie, joulov stravou. Zjednodušene povedané, čím viac sa človek prejedá, tým je tučnejší, a čím je tučnejší, tým vyššie je riziko, že ochorie na niektorý druh rakoviny. Hmotnosť človeka, ktorá prevyšuje jeho normálnu hodnotu, je v priamo úmernom vzťahu k úmrtnosti na rakovinu: čím vyššia hmotnosť, tým častejšie a tým skôr človek umiera na rakovinu. Obezita sa dnes dáva do priamej súvislosti i s výskytom rakoviny prsníka a maternice u žien; predpokladá sa, že riziko vzniku rakovinového rastu v týchto tkanivách je pre tučné ženy dva až štyrikrát vyššie ako pre ženy s normálnou hmotnosťou.

Ale aká je vlastne tá „normálna“ hmotnosť človeka? Môžeme predpokladať, že ak by bolo „tučných“ ľudí veľmi veľa, mohli by seba považovať za „normálnych“ a terajších normálnych za neúmerne „chudých“? Na akom základe sa teda v rôznych tabuľkách udávajú primerané hmotnosti ľudí vzhľadom na vek, pohlavie a výšku?

Hodnoty normálnych hmotností vyplynuli zo štatistického vyšetrenia rozsiahleho súboru ľudí, ktoré uskutočnili poisťovacie spoločnosti. Zistilo sa totiž, že určitá hmotnosť tela mužov i žien, prirodzene, s ohľadom na výšku človeka, súvisí s dĺžkou života. Hmotnosť tela človeka, ktorá štatisticky zodpovedala najvyššiemu dosahovanému veku, označili za optimálnu. Podľa

výsledkov tohto výskumu priveľmi chudé osoby, ale najmä ľudia, ktorých telesná hmotnosť bola výrazne vyššia ako stanovená optimálna hodnota, žili v priemere kratšie ako osoby s normálnou hmotnosťou. Z toho vyplýva, že „priblíženie“ hmotnosti človeka normálnej hodnote, teda chudnutie ľudí s nadváhou, ale i zvýšenie hmotnosti príliš chudých osôb môže v konečnom dôsledku - opäť štatisticky - predĺžiť ich život.

Dnes poznáme veľa rozličných tabuliek, ktoré určujú, aká by mala byť hmotnosť človeka vzhľadom na jeho výšku. Prejavili sa i snahy spojiť výšku aj hmotnosť človeka do jediného číselného údaja. Takým je napríklad Queteletov index. Nazvali ho tak podľa mena belgického výskumníka, ktorý ešte v minulom storočí zaviedol hodnotu tohto indexu ako pomer hmotnosti človeka v kg k druhej mocnине jeho výšky v metroch ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ). Sledovaním veľkých štatistických súborov ľudí s približne rovnakým životným štýlom, ktorí žijú v danej geografickej oblasti, sa zistilo, že u osôb, ktorých Queteletov index je vysoký (zhruba vyše 30), sa vyskytujú niektoré druhy rakovinových ochorení častejšie ako u ľudí s nízkou (asi pod 24) hodnotou tohto indexu.

A nielen to. Na začiatku tejto kapitoly bola reč o tom, že za optimálnu považujeme takú hmotnosť tela človeka, ktorá zodpovedá najvyššiemu dosahovanému veku. Z toho teda vyplýva, že najjednoduchšou cestou ako predĺžiť ľudský život je obmedziť príjem jedla, teda energie (joulov).

Epidemiologické štúdie ukázali, že je to skutočne tak. Už Hippokrates spozoroval, že náhla smrť postihuje častejšie tučných ľudí. Skutočne, veľmi starí ľudia sú väčšinou chudí, a to z jediného dôvodu: tí tuční umierajú prv. Ale i pokusy na zvieratách celkom jednoznačne poukázali na túto skutočnosť: potkany, ktoré dostávali ľubovoľné množstvo stravy a mali možnosť najesť sa dosýta, žili v priemere 701 dní. Iné zvieratá, ktoré dostávali po celý život iba 60 percent z množstva stravy, čo zjedli sýte zvieratá, žili v priemere 986 dní. Obmedzenie príjmu stravy teda jednoznačne predĺžilo ich život.

Keď však výskumníci spočítali množstvo energie, joulov, ktoré skonzumovali dosýta kŕmené, krátko žijúce potkany, s energiou, ktorú poskytli dlhšie žijúcim zvieratám s obmedzenou stravou, dospeli k prekvapivému výsledku. Obe hodnoty joulov boli veľmi blízke, skoro rovnaké. Zdá sa, že obe skupiny zvierat skonzumovali počas svojho života rovnaké

množstvá stravy. Prvá skupina zjedla svoj diel rýchlo a čoskoro všetky potkany uhynuli; ale druhej skupine, ktorej prísun stravy obmedzili, trvalo dlhšie, kým svoju časť skonsumovala, a preto tieto potkany žili dlhšie.

Máme vhodnú príležitosť spomenúť starý indický mýtus, podľa ktorého každý človek dostane pri narodení do vienka nejaký kopec jedla. Tým, ktorí z neho ujedajú po troške, s mierou, vydrží ich kopec jedla dlho; no tí, ktorí ho raz-dva „spahlia“. umierajú skôr.

Počas 2. svetovej vojny a bezprostredne po nej niektorí výskumníci spozorovali, že obmedzenie stravy pokusných zvierat malo u nich za následok podstatné zníženie výskytu rakoviny. Ak množstvo stravy, ktoré skonsumovali pokusné zvieratá s neobmedzeným prístupom k potrave, označíme za **KM** percent, potom jej obmedzenie na 50-60 percent viedlo k zníženiu výskytu niektorých druhov rakovín zhruba na polovicu. Týkalo sa to tak spontánnych ochorení na rakovinu, ktoré sa zriedkavejšie vyskytovali u skupín pokusných zvierat s obmedzeným príjmom energie stravou, ako aj skupín zvierat, u ktorých túto chorobu vyvolali podávaním karcinogénnych látok.

Je však dôležité pripomenúť, že tento blahodarný účinok vyvoláva nie jednorazová prudká hladovka, ale sústavné, celoživotné obmedzenie príjmu stravy na ešte prijateľnú, pre organizmus únosnú mieru. Obmedziť treba predovšetkým príjem energie, t. j. cukrov a tukov. Obmedzenie stravy však v nijakom prípade neznamená jednostrannú výživu či vylúčenie iba určitých zložiek potravín. Strava má byť aj naďalej pestrá a musí obsahovať všetky látky potrebné pre organizmus, ako napríklad vitamíny, minerálne látky alebo bielkoviny.

Ak skupine samičiek myši istého druhu po celý život dávali stravu s obmedzeným prívodom energie (zníženie asi o 40 percent oproti tým zvieratám, ktoré mali možnosť najesť sa dosýta), poklesol u nich spontánny výskyt rakoviny prsníka z hodnoty 70 percent u zvierat bez obmedzenia stravy na 0 percent u zvierat s obmedzeným prísunom energie, to znamená, že sa u týchto zvierat rakovina prsníkov nevyskytla!

Ale nielen spontánny vznik rakoviny súvisí s príjmom energie stravou. Ak pokusným zvieratám podali silne karcinogénnu látku benzo(a)pyrén. (BaP), zistili, že v skupine zvierat s nízkym príjmom energie (asi tretina až polovica joulov v porovnaní s tou skupinou, ktorá sa mohla najesť dosýta)

vzniklo menej ochorení účinkom podaného karcinogénu ako v skupine potkanov, ktoré mali k dispozícii dostatok jedla

Dve skupiny pokusných potkanov, jednu, ktorá sa mohla najesť do ľubovôle, a druhu, ktorej množstvo skonзумovanej stravy obmedzili iba asi na tretinu toho množstva, ožiarili na celom tele rontgenovými lúčmi. Zatiaľ čo u všetkých dosýta kŕmených zvierat sa objavila leukémia alebo tumory, u zvierat s obmedzeným prísunom stravy ochorela na tieto choroby menej ako tretina ožiarovaných zvierat.

Na základe týchto (a mnohých podobných) pokusov teda zisťujeme, že zníženie príjmu energie (joulov) stravou je jednoduchým, ale účinným prostriedkom prevencie vzniku rakoviny.

Ako však účinkuje v organizme toto zníženie príjmu energie stravou? Aky je mechanizmus dejov, ktoré nam (a iným organizmom) predlžujú život a chránia ho pred rakovinou? Nevieime. Dohadov, teórií, názorov je neúrekom. Niektorí vedci sa nazdávajú, že zvýšenou hmotnosťou sa organizmus neúmerne zaťažuje a oslabí, iní vidia príčinu v zoslabení imunologickej odolnosti organizmu, ďalší v nadmernom prívode karcinogénnych látok do organizmu zvýšeným množstvom jedla. Ďalej ešte mnoho raz uvidíme, že vplyvy, ktoré predstavujú zvýšenie rizika vzniku rakovinových ochorení, predstavujú zároveň i rizikové faktory srdcovo-cievnych chorôb. Tak ako nadváha zvyšuje nebezpečenstvo vzniku rakoviny v organizme, obdobne predstavuje nebezpečenstvo i z hľadiska ochorení srdca a sústavy ciev. Spomeňme si len na fajčenie, ktoré taktiež vyvoláva tak zvýšený výskyt rakoviny u fajčiarov, ako aj zvýšené nebezpečenstvo infarktu srdcového svalu, vysokého krvného tlaku a možno i ďalších ochorení srdca a ciev. Zdá sa, že aj predĺženie života pokusných zvierat znížením príjmu joulov v strave je zapríčinené práve týmto javom. Znížený príjem stravy znižuje výskyt rakoviny, ale i srdcovo-cievnych chorôb u pokusných zvierat, a tým vlastne predlžuje ich život.

Niektorí vedci sa domnievajú, že mechanizmus ochrany pred rizikom rakoviny znížením príjmu potravy spočíva v tom, že nízkojoulová diéta „vyhladuje“ rakovinové tkanivo. Keďže rakovinové bunky sa množia veľmi rýchlo, majú omnoho vyššiu spotrebu energie dodávanej stravou ako iné bunky. Zníženie prívodu joulov do organizmu by teda malo postihnúť predovšetkým rakovinové bunky. Ak sa tieto bunky pre nedostatok energie nebudú množiť tak rýchlo, imunologická obrana orga-

nizmu si s nimi ľahšie poradí a môže ich z organizmu vylúčiť. Majú títo vedci pravdu?

Nevieme. Netreba zvlášť zdôrazňovať, že súčasná veda zatiaľ ešte nepozná odpovede na mnohé otázky. Veríme však, že úsilie výskumníkov na celom svete a bádateľský ľudský um raz poskytnú odpovede i na tieto otázky.

Dnes sa uskutočňuje veľa pokusov, ktoré hľadajú súvislosti medzi jednotlivými zložkami stravy a vznikom rakoviny v organizme. Výskumníci sledujú každú jednotlivú zložku stravy cicavcov z hľadiska ich vzťahu k vzniku rakoviny. Odhaľujú sa tak tie zložky stravy, ktoré môžu túto chorobu vyvolať, a zároveň sa nachádzajú i také látky, ktoré chránia organizmus pred vznikom rakoviny.

Mnoho pokusov však poskytuje nie celkom jednoznačne výsledky. Zistilo sa napríklad, že zníženie príjmu bielkovín v strave opíc zvýšilo ich vnímavosť na rakovinu pečene, ktorú vyvoláva plesňový jed aflatoxín. Zvieratá, ktoré dostávali v strave málo bielkovín, vykazovali po podaní karcinogénu aflatoxínu viac prípadov rakoviny pečene ako tie, ktoré mali v strave dostatok bielkovín. Iní vedci zasa zistili, že u chrčkov, ktoré počas 28 dní dostávali stravu bez bielkovín, karcinogénna látka N-nitroso-bis-(2-oxopropyl)-amín vyvolala podstatne menej karcinómov v podžalúdkovej žľaze a žlčníku ako u zvierat, ktoré dostávali po celý život plnohodnotnú bielkovinovú stravu. Ako hodnotiť takéto, na prvý pohľad často celkom protikladné výsledky výskumu? Neklamú nás vedci?

Prirodzene, o nejakom úmyselnom klamaní nemôže byť ani reči. Tie výsledky pokusov, čo nezapadajú celkom do našich predstáv, ba niekedy naznačujú i protikladné výsledky, ktoré nevieme hneď spoľahlivo vysvetliť, nám práve ukazujú nemiernu zložitosť organizmu, obťažnosť problému, s ktorým sa zvedavý duch výskumníka musí popasovať. Vieme, že vznik rakoviny nemáv jedinú, jednoznačne určenú príčinu, že sa od seba veľmi líšia jednotlivé pokusné zvieratá aj podmienky ich chovu. Rôzne sú i látky, ktoré na ne pôsobia, genetické danosti, individuálna odolnosť a mnohé iné faktory, ktoré v pokuse sledujeme. Preto je veľmi ťažké nájsť zjednocujúci prvok, spoločného menovateľa všetkých vplyvov, ktoré pôsobením na organizmus vyvolávajú v ňom rakovinový rast. Z tohto dôvodu musíme robiť ďalšie pokusy, skúmať a predovšetkým myslieť ďalej a ďalej.

Môžeme teda považovať za dokázané, že zníženie príjmu energie (joulov) stravou znižuje v organizme pravdepodobnosť vzniku rakoviny; na druhej strane by však bolo prehnané tvrdiť, že drastická hladovka pôsobí blahodarne na organizmus a zabezpečí jeho zdravie. Treba si uvedomiť i to, že rôzne choroby sa často nedajú liečiť jediným zásahom, tak ako si to v stredoveku mysleli napríklad o púšťaní krvi žilou.

Uplatňuje sa tu pravidlo o zlatej strednej ceste. Nejedzme teda veľa, obmedzme príjem joulov v strave. Ale neupadajme ani do druhej krajnosti: nehladujme ako jarmoční fakíri v nádeji, že nám to dopomôže k zdraviu! Spomeňme si, aký veľký význam pôstu, teda zníženiu príjmu potravín, pripisujú niektoré náboženstvá. Blahu mohamedánov mal prispieť každoročne mesiac ramadán, počas ktorého pravoverní nesmeli jesť v čase od východu do západu slnka. Aj starí kresťania prísne dodržiavali dlhé obdobia pôstu a v určitých dňoch vylučovali mäsitý pokrm zo stravy.

Načim ešte znovu pripomenúť, že zníženie stravy nemá znižovať jej jednostrannosť či podvýživu. Zníženie či odstránenie iba jednej zložky zo stravy - hoci cukru či tuku - je práve také škodlivé ako neúmerne prejedanie. Strava človeka musí byť vyvážená, musí obsahovať všetky potrebné zložky - bielkoviny, tuky i cukry -, ale v správnom pomere, i keď v menšom (zhruba o 20 až 25 percent) množstve, ako by nám diktoval žalúdok. Zvýšený prísun joulov do organizmu treba v súčasnosti považovať za faktor, ktorý v ňom môže vážne zvýšiť riziko vzniku rakoviny. Nezabúdajme na osvedčenú radu -jedz do polosýta, pi do polopita -, ktorá dodnes nestratila aktuálnosť.



# 3.

## NEBEZPEČENSTVO ČÍHA - TUKY NA OBZORE!

Keď výskumníci porovnali spotrebu tukov na jedného obyvateľa v 39 krajinách s úmrtnosťou na rakovinu prsníka v príslušnom štáte, zistili neobyčajnú súvislosť. Čím vyššia bola spotreba tukov (živočišných i rastlinných) vyjadrená v gramoch na obyvateľa a deň, tým vyšší bol v danej krajine počet úmrtí na rakovinu prsníka vyjadrený počtom úmrtí na 100 000 obyvateľov za rok. Táto závislosť je prakticky lineárna a to poukazuje na priamo úmernú súvislosť medzi oboma javmi. Na jednom konci tejto priamky sú „chudobné“ rozvojové krajiny (Thajsko, Srí Lanka, Filipíny a Kolumbia) so spotrebou tukov 30-50 g na deň a s nízkou úmrtnosťou na uvedený druh rakoviny (do piatich prípadov). Na druhom konci sú bohaté priemyselné štáty (Holandsko, USA, Dánsko, Británia), ktorých obyvatelia prijímú denne asi 150-160 g tukov, zato úmrtnosť na rakovinu prsníka u nich dosahuje hodnotu okolo 25 prípadov. Náš štát sa v tomto porovnaní nachádza zhruba v strede spomenutej závislosti, so spotrebou asi 100 g tukov a asi 15 úmrtiami na uvedený druh rakoviny na 100 000 obyvateľov ročne.

Z tohto - a z podobných epidemiologických súvislostí - vyplýva jednoznačný záver: tuky v strave sú v nejakom vzťahu ku vzniku a zhubným následkom rakoviny prsníka. Skúsenosť nás však núti pristupovať opatrne k hodnoteniu všetkých výsledkov výskumu. Nesmieme zabúdať na to, že spotreba tukov vlastne odráža hojnosť v danej krajine, a obyvatelia jednotlivých štátov sa od seba navzájom neodlišujú iba spotrebou tukov, ale veľmi závažným faktorom, ktorý hrá zrejme úlohu v karcinogenéze: celým svojím socio-ekonomickým životným štýlom.

Bolo preto treba doplniť uvedené pozorovanie celým radom pokusov na zvieratách. Samičkám potkana podali výskumníci karcinogénnu látku MNU (N-metyl-N-nitrozourea) a chovali ich v skupinách, ktoré sa odlišovali obsahom kukuričného oleja v strave. Zo zvierat na diéte s nízkym obsahom tukov ochorelo na rakovinu prsníka 44 percent, kým zvieratá na strave s vy-

sokým obsahom nasýtených i nenasýtených tukov ochoreli všetky. Podobne vznikla rakovina prsných žliaz u samičiek potkanov, ktorým pri nízkotukovej a vysokotukovej diéte podali vo veku 55 dní karcinogénnu látku DMBA (dimetyl-benz-antracén). Vo veku 17 týždňov sa iba u 9 percent zvierat na nízkotukovej diéte vyvinula rakovina, zatiaľ čo u zvierat na vysokotukovej strave malo túto chorobu už 17 percent, čiže skoro dvojnásobok. Vo veku 23 týždňov sa zistila rakovina prsníka u 40 percent zvierat, ktoré dostávali málo tuku, ale až u 66 percent zvierat na diéte s vysokým obsahom tuku.

Z mnohých podobných pokusov vyplynul ďalší dôležitý poznatok: strava s vysokým obsahom tukov nielenže zvýšila výskyt tejto choroby, ale ju aj urýchlila. To znamená, že veľké množstvo tuku v strave skrátí čas od podania rakovinotvornej látky po vznik prvého tumoru (skrátí tzv. latentnú periódu tejto choroby).

Pokusy dnes poskytujú dostatok podkladov na to, aby sa mohla odôvodnene predpokladať príčinná súvislosť medzi obsahom tukov v strave a niektorými formami rakoviny, predovšetkým prsných žliaz. Môžu mať však tuky vplyv na vznik rakovinového ochorenia i v iných orgánoch?

Pokusy potvrdili, že je to tak. Zistila sa súvislosť rakoviny hrubého čreva, ale aj podžalúdkovej žľazy, dokonca pľúc s obsahom tukov v strave. Okrem toho zvýšený prívod tukov nezvyšuje len vznik rakoviny „umelo vyvolanej“ u zvierat podaním karcinogénnej látky, ale zapríčiňuje aj "spontánnu" rakovinu, ktorá v organizmoch vzniká bez cieľeného zásahu človeka.

Keď sa zistila súvislosť tukov v strave so vznikom tejto choroby, pred výskumníkmi sa hneď vynorila ďalšia otázka. Ktoré druhy tukov hrajú dôležitejšiu úlohu pri navodení rakoviny? Nasýtené, alebo nenasýtené? I keď sa v pokusoch dokázal účinok oboch druhov tukov na vyvolanie rakoviny, dnes sa predpokladá, že vplyv nenasýtených tukov je o niečo väčší.

Nezabúdajme však ani na to, že tuky sú bohaté na energiu, to znamená, že vysokotuková diéta je vlastne stravou s vysokou energetickou (joulovou) hodnotou. Ale vplyv bohatého prísunu energie stravou sme opisovali práve v prechádzajúcej kapitole! Nieje teda vylúčené, že na zvýšení rizika vzniku rakovinových ochorení sa významne podieľajú nielen tuky ako chemické látky, ale aj ich bohatý energetický obsah, ktorý dodáva veľa, i keď často zbytočných joulov do organizmu.

Aký je však mechanizmus účinku, ktorým tuky vyvolávajú rakovinový rast? To zatiaľ presne nevieme. Podľa niektorých názorov sa zdá, že tukové látky menia väzbu hormónu prolaktínu na membrány buniek. Iné názory zase predpokladajú, že tuky ovplyvňujú tvorbu dôležitých regulačných látok v organizme, prostaglandínov, a narušenie ich rovnováhy môže vyvolať rakovinový rast. Podaktorí vedci nachádzajú súvislosť medzi zvýšeným vstupom tukov do žalúdka, vylučovaním žlče a premenou niektorých zložiek žlče a cholesterolu mikroorganizmami. Tieto mikróby priamo v črevnom trakte človeka vytvárajú zo steroidných zložiek žlče karcinogénne látky, ktoré sú schopné vyvolať rakovinu hrubého čreva. Podľa iného názoru tuky vlastne zohrávajú len podpornú úlohu; samy vraj rakovinu nevyvolávajú, iba podporujú a urýchľujú rast rakovinových buniek, ktoré v organizme vznikli účinkom iných vplyvov.

Treba si však uvedomiť, že tuky naozaj nie sú bezprostrednou príčinou vzniku ochorenia na rakovinu. Ich zvýšená konzumácia v skutočnosti zvyšuje len pravdepodobnosť ochorenia na rakovinu. Nemožno však nespomenúť dopad zvýšeného prívodu tukov na celkový zdravotný stav i na vznik chorôb srdca a ciev. Vieme, že viac tuku v strave zvyšuje nebezpečenstvo kôrnatenia tepien i pravdepodobnosť infarktu srdcového svalu. Opäť teda zisťujeme, že faktor, ktorý zvyšuje riziko vzniku rakoviny, zvyšuje zároveň i riziko vzniku ochorenia sústavy srdca a ciev.

Je to už ozaj všetko? Alebo môžeme očakávať od tukov ešte ďalšie „podrazy“? Žiaľ, áno. Jedným z prejavov starnutia organizmu je zvýšená peroxidácia tukov v ňom. Zvýšenie prívodu tukov, predovšetkým vo vyššom veku, môže viesť k ich zvýšenej peroxidácii a urýchleniu dejov jeho starnutia. Zdá sa, že nadmerná spotreba tukov súvisí nielen so zvýšenou pravdepodobnosťou vzniku rakoviny a s ochorením srdca a ciev, ale aj s predčasným starnutím.

Ba či sú to naozaj vždy len tuky, ktoré ochorenie na rakovinu vyvolávajú alebo aspoň podporujú? Skeptický duch výskumníkov si kladie ďalšie a ďalšie otázky, vždy znovu a znovu pochybuje o (zdanlivo) dokázaných faktoch. Niektorí výskumníci si totiž všimli, že v nízkotukových diétach sa tuk najčastejšie nahrádza cukrom. Napokon aj pokusné zvieratá musia dostávať potravu a vo väčšine pokusov bol obsah bielkovín v strave zhruba stály; obsah tukov menili výskumníci podľa podmienok po-

kusu a stravu doplňovali potrebným množstvom cukru do želaného objemu. Nízkotuková diéta bola vlastne často diétou s vysokým obsahom cukru. V rôzne usporiadaných pokusoch si však vedci všimli už iba vplyv „ostro sledovaného“ tuku a ich pozornosti unikal nenápadný doplnok stravy pokusných zvierat - cukor.

Japonskí výskumníci obišli zdanlivý problém tak, že pokusným zvieratám podávali tekutú stravu: rôzne koncentrované vodné roztoky potravín. Zvieratá konzumovali zhruba rovnaké objemy tekutín, ale obsah látok v nich bol rôzny. Menili predovšetkým obsah cukru. Obsah tukov a bielkovín bol stály. Na sledovanie karcinogénneho účinku zvieratám podali látku 3'-metyl-4-dimetylaminoazobenzén, ktorý vyvoláva rakovinu pečene. A čo zistili?

Zvieratá s najnižším prívodom cukru vykázali najvyšší počet tumorov pečene a 26,7 percenta výskytu hepatocelulárneho karcinómu pečene! U zvierat so stredným obsahom cukru v tekutej potrave zistili asi o polovicu nižší počet tumorov pečene a potkany s najvyšším prívodom cukru denne mali už iba asi pätinu toho počtu tumorov ako zvieratá s najnižším obsahom cukru v strave. Ani u jedného zvieratá z oboch skupín s vyšším obsahom glukózy sa nezistil karcinóm, ktorý vyvoláva podaná karcinogénna látka. Nie je teda vylúčené, že v už opísaných pokusoch s rôznym obsahom tukov v potrave k pozorovaným výsledkom prispel i „doplnkový“ cukor v diéte, alebo, presnejšie, jeho nedostatok.

Výskum je však už raz taký. Vedci sa stavajú k svojim vlastným výsledkom skepticky, prácne vytvárajú, ale i rýchlo zavrhnú vytvorené hypotézy a nahradzujú ich novšími, všeobecnejšími. Cesta k poznaniu je plná okľúk, slepých uličiek a nečakaných zákrut; pravda včerajška musí často ustúpiť faktu dneška.

Čo z toho všetkého pre nás vyplýva? Jest', či nejest' tuky?

Dnes považujeme tuky za jednu z nevyhnutných zložiek potravy. Nie je možné, ale ani účelné ich z našej stravy vylúčiť. Okrem toho tuky (maslo, oleje) obsahujú i celý rad vitamínov (vitamíny A, D, E, F), ktoré sú nevyhnutne potrebné pre život organizmov. Je však žiadúce obmedziť príjem tukov, držať sa opäť už toľkokrát osvedčenej zlatej strednej cesty a pamätať si, že i pre konzumáciu tukov platí: menej je niekedy viac.

# 4.

## NA CHVILU ODBOČME . . .

Doteraz sme sa zaoberali vplyvom výživy, stravy na vznik rakovinového ochorenia. Aká je to vlastne choroba, tá toľkokrát spomínaná rakovina? Čo o nej vieme?

Celkovo už dosť. Vedci poznajú vyše sto rôznych prejavov tejto choroby, ktorá môže napadnúť najrôznejšie druhy tkanív organizmu. Je známe, že ju môžu vyvolať chemické látky nazývané karcinogény, ale aj žiarenie - ionizujúce či ultrafialové -, ako aj niektoré vírusy. Odôvodnene sa predpokladá, že veľkú väčšinu týchto chorôb vyvolávajú isté chemické látky, a že dokonca i vznik tejto choroby účinkom žiarenia je sprostredkovaný pôsobením nejakých látok, tzv. voľných radikálov, ktoré vznikajú účinkom žiarenia.

Predpokladá sa, že toto ochorenie nevyvoláva priamy účinok jediného faktora. Vznik choroby podmieňuje súhra, vzájomné spolupôsobenie niekoľkých vplyvov. Predovšetkým vznik tejto choroby závisí od genetických faktorov, od istej rodinnej vnímavosti na nejaký druh rakoviny. Vieme, že v niektorých rodinách sa rakovina vyskytuje častejšie ako v iných; odôvodnene sa preto predpokladajú určité dedičné vlohy na vznik istého druhu tohto ochorenia. Presnejšie, nededí sa priamo choroba, ale iba istá vnímavosť, náchylnosť na ňu. Jeden človek je na ňu viac náchylný ako druhý; niekto má vyššiu pravdepodobnosť vzniku rakoviny ako iný. To, prirodzene, neznamená, že ju musí daný človek nevyhnutne dostať. Ide teda o vyššiu či nižšiu pravdepodobnosť vzniku jedného druhu týchto ochorení u istého jedinca, ktorá je podmienená geneticky.

Okrem toho záleží i na samotnom človeku. Zdravý človek v mladom či strednom veku má dostatok biochemických a imunologických obranných mechanizmov v tele, ktorými vie účinne čeliť vzniku tejto choroby. Predpokladá sa, že každý človek počas svojho života prekoná možno i niekoľko desiatok „infekcií“ rakoviny, ktorým sa jeho telo ubráni, podobne ako chrípke či niektorým vírusovým ochoreniam. Môžeme teda

opodstatnene predpokladať, že zdravý organizmus má naporúdzi účinne ochranné mechanizmy, ktoré ho chránia pred touto chorobou. Ak však je organizmus oslabený napríklad inou chorobou, nedostatočnou výživou, neúmerným preťažovaním či stresmi, jeho obranyschopnosť klesá a škodlivý vplyv zvonku môže ľahšie navodiť vznik tejto choroby.

Tu sme však pri treťom faktore, ktorý spolupôsobí pri vzniku rakoviny. Je nim bezprostredný vplyv karcinogénnej chemickej latky, ktorý v geneticky vnímavom a chorobami či prepínaním síl oslabenom organizme vlastne vyvolá zhubnú chorobu, spusti mechanizmus vzniku rakoviny. Chemických látok, ktoré môžu tento proces v pripravenom organizme navodiť, je veľmi mnoho sú to napríklad niektoré produkty nedokonalého horenia palív, iste farbivá a chemikálie, niektoré cudzorodé chemické latky zo životného či pracovného prostredia, ako aj mnohé ďalšie latky, nachádzajúce sa v strave človeka. Práve tými sa budeme zaoberať v ďalších kapitolách.

Ako však tieto chemické latky vyvolávajú zhubný účinok v živej bunke? Predpokladá sa, že najdôležitejším, kľúčovým faktorom vzniku ochorenia na rakovinu je spojenie molekuly karcinogénnej latky s DNA (deoxyribonukleovou kyselinou) v jadre bunky. Tento krok, ktorý výskumníci nazvali iniciáciou, spočíva vlastne v tom, že sa rakovinotvorná latka nadviaže na reťazec DNA jadra bunky a transformuje, zmení ju tak, že potomstvom tejto premenenej bunky sú už bunky nenormálne, bunky rakovinového charakteru.

I keď takáto premena normálnej bunky na transformovanú je nezvratným procesom, neznamená ešte pre organizmus bezprostredné nebezpečenstvo. V zdravom, dospelom organizme, v ktorom už každý orgán dosiahol svoju maximálnu veľkosť a ďalej už nerastie, bunky sa nerozmnožujú, nedelia príliš často. Poznáme mnoho tkanív, ktorých bunky sa už nedelia (presnejšie, delia sa iba veľmi zriedka), a celé tkanivo je stále i niekoľko desiatok rokov. Takými sú napríklad bunky tkanív mozgu a nervov, kostí, očí. Preto transformovaná bunka môže zotrvať v organizme bez zmeny dlhy čas, pat, desať rokov i dlhšie, a ak sa nedeli, môže dokonca vykonávať svoju pôvodnú funkciu. Ale v tom spočíva vlastne i základ nebezpečenstva, zákernosť rakoviny od iniciácie po prepuknutie tejto choroby môže teda uplynúť veľmi dlhy čas latencie, stav, v ktorom sa

premenená, transformovaná bunka už nachádza v organizme, ale jej zhubný účinok sa ešte nijako neprejavuje

Ak však na takúto transformovanú bunku začne pôsobiť nejaký iný vplyv (iná chemická látka, choroba organizmu, zmeny v jeho hormonálnej rovnováhe, oslabenie imunologickej obrany), môže sa takáto bunka znevrady začať deliť, prudko sa rozvíjať a vytvára sa čoraz viac rakovinových buniek. Tuto fázu, prepuknutie rakovinového ochorenia, nazývame promóciou tejto choroby. Nezabúdajme, že medzi iniciáciou a promóciou býva zakaždým pomerne dlhý čas latencie, keď je organizmus zdanlivo úplne v poriadku.

Povedali sme si, že iniciácia sa považuje za nezvratný krok v karcinogéze, treba povedať i to, že druhý krok, promócia, sa naopak považuje za zvratný. Znamená to, že organizmus môže svojou vlastnou biochemickou a imunologickou obranou zničiť (v počiatočnom štádiu choroby) rakovinové bunky, ktoré sa práve začali množiť a zvrátiť priebeh tejto choroby, prinavrátiť organizmu zdravie. Dá sa odôvodnene predpokladať, že sa tak stane vo veľmi mnohých prípadoch a organizmus sa vlastnými silami úplne vylieči z tejto choroby, často tak, že dana osoba ani len nespozoruje - možno okrem príznakov obyčajnej chrípky -, že prekonala závažnú chorobu. Lekárska literatúra dokumentuje desiatky prípadov, keď sa dokázané ochorenie na niektorý druh rakoviny úplne vyliečilo bez vonkajšieho, liečebného zásahu, iba vlastnými obrannými mechanizmami organizmu.

Pozrime sa teraz bližšie na premeny karcinogénnych látok v organizme. Ak sa do organizmu dostane molekula karcinogénnej látky - cez pľúca vzduchom, ktorý dýcha, žalúdkom stravou, ktorú je, či cez pokožku látkou, s ktorou prichádza do styku na pracovisku -, musí sa dostať až k jadru bunky, aby sa spojila s jej DNA. Ak je príslušná karcinogénna látka aspoň trochu rozpustná vo vode (napríklad nitrodenváty polycyklických aromatických uhlovodíkov), môže sa teda do bunky dostať priamo a bez príspevania ďalších látok, akými sú enzýmy v bunke, môže bez ďalšej premeny „zaútočiť“ na DNA jadra bunky. Takéto karcinogény sa preto nazývajú priamymi.

Ak je však príslušná karcinogénna látka vo vode len slabo rozpustná (napríklad polycyklické aromatické uhľovodíky, ako hoci benzo(a)pyren), organizmus sa tuto látku pokúsi najprv

premeniť na takú zlúčeninu, ktorá je vo vode rozpustná. Dosa-  
huje to sústavou enzýmov, ktoré danú látku (napríklad benzo(a)pyrén) menia najprv na tzv. proximatívny karcinogén (z latinského proximus = najbližší, napr. epoxid benzo(a)pyrénu) a v ďalšom na tzv. ultimatívny karcinogén (z latinského ultimus = posledný, napríklad dihydrodiolepoxid benzo(a)pyrénu). Tento dej nazvali výskumníci metabolickou aktiváciou a tie látky, z ktorých sa vlastné karcinogény musia v organizme enzymatickými dejmi pripraviť, volajú nepriamymi karcinogénmi.

Prečo sa však organizmus pokúša takým zložitým spôsobom pripraviť si látky, ktoré mu v konečnom dôsledku škodia? Bolo by možné, aby si organizmus vytváral vlastného kata?

Áno a nie. Organizmus „nevie, čo si počať“ s látkou, ktorá je vo vode nerozpustná - pripomeňme si, že vlastne celý metabolizmus človeka, zvierat, ale i rastlín prebieha vo vodnom prostredí. Organizmus sa cudzích látok zbavuje, odstraňuje ich z vlastného prostredia, ale môže to dosiahnuť iba s látkami, ktoré sú rozpustné vo vode. Tak ich teda zložitými enzymatickými cestičkami mení na rozpustné - karcinogény. Ale v tejto hrozbe je zároveň i nádej: rozpustné karcinogény môže organizmus zneškodniť, odstrániť, detoxikovať mnohými ďalšími enzýmami (glukuronidázy, sulfatáza, glutatión-S-transferáza) a vylúčiť ich z organizmu. V organizme prebieha akási súťaž o telu cudziu látku, ktorá je vo vode rozpustná: buď sa prostredníctvom jednej skupiny enzýmov premení na škodlivý ultimatívny karcinogén, alebo sa pustí iným metabolickým chodníčkom a vylúči sa z neho ako neškodná látka.

V mladom zdravom organizme druhá skupina enzýmov, ktorá odstraňuje, detoxikuje cudzie látky, má zvyčajne prevahu nad prvou, ktorá vytvára karcinogénne deriváty. Je to jedna z foriem biochemickej obrany organizmu. Avšak vo vyššom veku, následkom choroby, nezdravej výživy či preťažovania organizmu sa môže stať, že sa aktivita, účinnosť detoxikačných enzýmov zníži. V takom prípade môže prevážiť prvá skupina enzýmov, telo nezvládne tvorbu karcinogénov a choroba prepuká.

Prirodzene, toto je vcelku iba približný, hrubý opis veľmi zložitých premien cudzích látok v organizme. Navyše predstavuje, i keď veľmi pravdepodobnú, ale predsa len hypotézu dejov vzniku rakovinového procesu v organizme, ktorú doko-



nale ešte nepoznáme. Na ukážku spomenieme iba jednu inú teóriu: Výskumníkov prekvapila nesmierna chemická rôznorodosť karcinogénnych látok, od zložitých organických látok ako aminobifenyl, po prvky, ako sú arzén či kadmium; od jednoduchých látok ako vinylchlorid po zložené N-nitrózo zlúčeniny; od nesmierne reaktívnych kyslíkatých radikálov po chemicky veľmi stále polycyklické zlúčeniny, ktorých vlastne spája iba jedna jediná biochemická vlastnosť: schopnosť vyvolať rakovinový rast v organizme, do ktorého sa dostali.

Títo vedci predpokladajú, že vlastnú chorobu nevyvoláva príslušná chemická látka, ale fakt, že sa organizmus usiluje opraviť chybu, ktorá nastala nadviazaním takejto karcinogénnej látky na vlákno DNA. Zložitou sústavou enzýmov si bunka zasiahnutú časť DNA svojho jadra „vyreže“ a „zapláta“ vlákno DNA podľa nukleotidov v doplnujúcom vlákne (oprava DNA, „DNA repair“). Pri tomto procese však raz za čas dochádza k omylom, k „chybnej oprave“ - a vlastne až to „chybne opravené“ vlákno DNA vedie k transformácii bunky a vzniku rakoviny.

O niektorých látkach, ktoré sa považovali za karcinogénne (napríklad polychlórované bifenyly), neskôr vysvitlo, že ani nie sú skutočnými karcinogénmi, ale „iba“ značne zvyšujú aktivitu tých enzýmov, ktoré vytvárajú ultimatívne karcinogény, a tým vlastne zvyšujú pravdepodobnosť vzniku tejto choroby.

Chemické deje pri vzniku rakoviny sú teda nesmierne zložitou a zatiaľ dopodrobna nepreskúmanou kapitolou poznania celej karcinogenézy. Aby sme sa však mohli rakovine účinne ubrániť, je nevyhnutné čo najpresnejšie spoznať všetky deje, ktoré pri jej vzniku, ale aj pri obrane organizmu pred ňou prebiehajú. To je dnes úlohou výskumníkov na celom svete, ktorí vedú najhumánnejší boj - boj proti rakovine.

# 5.

## POMÔŽU NÁM VITAMÍNY?

Vitamíny sú neoddeliteľnou zložkou ľudskej a živočíšnej stravy. Nedostatok vitamínov v strave môže vyvolať vážne ochorenia, napríklad skorbut, keď chýba vitamín C, či beri-beri (nedostatok vitamínu B1). Ale ani nadbytok niektorých vitamínov nie je pre organizmus žiadateľný. Väčšie dávky vitamínu A môžu byť škodlivé na pečeň, prebytok vitamínu D môže viesť k nepriaznivým zmenám v kostiach. Majú však vitamíny vzťah i k rakovine?

Iste odpoveď je kladná. V prírode málokedy nachádzame izolovane navzájom nesúvisiace javy, i obsah rôznych vitamínov v našej strave môže v kladnom či zápornom zmysle ovplyvniť odolnosť nášho organizmu proti tejto chorobe.

Pri hodnotení účinku vitamínov na organizmus vychádzame predovšetkým z toho, že vitamíny sú pre žive a najmä rastúce telo nenahraditeľné. A znásobené to platí i pre rýchlo sa rozvíjajúce nádorové tkanivá. Ak telo na svoj zdravý vývoj potrebuje nejaký vitamín, rakovinové tkanivo ho potrebuje ešte viac, ba zvyčajne vo zvýšenom množstve. Ale ak si tuto vetu obrátíme, dôjdeme k zaujímavému poznatku: na nedostatok nejakého vitamínu doplatí rakovinové tkanivo viac ako tkanivo zdravé.

Ak teda nejakému pokusnému zvieratú s rakovinou podávame stravu, ktorej chýba istý dôležitý vitamín (napríklad zo skupiny B), rast tumoru sa spomalí. V tomto prípade nádor „hladuje“. Obrazne povedané, organizmu sa poskytne čas, za ktorý môže zaktivizovať svoju imunologickú obranu, zničiť tumor a vyzdraviť. Takýto prístup však nemôžeme prehnať do krajnosti, lebo na chronicky nedostatok niektorého vitamínu môže doplatiť celý organizmus.

Niektoré pokusy na zvieratách poukázali i na možnosť využiť antivitamíny. Tieto látky majú obyčajne štruktúru veľmi podobnú tvaru niektorého vitamínu, pravdaže bez jeho biologického účinku. Pôsobia tak, že obsadia v organizme miesta

kam sa ma príslušný vitamín dostať ale nie sú tam účinne Organizmus takto aj pri normálnom prísune vitamínov stravou trpí vlastne jeho nedostatkom Napríklad hepatom Morrisovho typu (istý druh rakovinového tkaniva) potrebuje nevyhnutne na rast vitamín B, (pyridoxin) Ak sa mu ho nedostáva rastie pomalšie ba celkom prestáva rast Ak pokusným potkanom s uvedeným typom tumoru podali 1-penicilinamin ktorý je antivitaminom B dosiahli výrazný liečebný účinok a život zvierat sa značne predĺžil Tumor bez vitamínu B, nemohol totiž rast

I keď na organizmus zasiahnutý rakovinou môže nedostatok istých vitamínov vplývať priaznivo - tým že ich nedostatok pociťuje predovšetkým nádorové tkanivo - zdravý organizmus môže nedostatok vitamínov vystaviť zvýšenému riziku vzniku rakoviny. Aj to je logické zdravý organizmus ktorý je oslabený nedostatkom nejakého vitamínu sa stáva menej odolným proti všetkým chorobám prirodzene i proti rakovine

Pri niektorých vitamínoch sa predpokladá dokonca i liečebný účinok na niektoré druhy experimentálnych tumorov Ak na istý druh žiab pôsobili výskumníci karcinogénnou látkou DMBA (dimetylbenzantracen) vyvolali tým na ich pokožke papilomy (nezhubný bohato členený nádor) Keď takýmto žabam podávali vitamín E (alfa-tokoreryl acetát) väčšina papilomov rýchlo zmizla Dá sa očakávať od vyšších dávok vitamínov i liečebný účinok?

Žiaľ nie Ukázalo sa že ani veľmi veľké dávky vitamínov nepôsobia liečebne na rakovinové ochorenie ktoré už vzniklo (hádám jedinu výnimku tvorí vitamín A ale o tom až v ďalšej kapitole) Zatiaľ sa opäť musíme uspokojiť so zlatou strednou cestou pre zdravý organizmus nedostatok vitamínov môže znamenať zvýšene riziko vzniku rakoviny pretože takýto organizmus je celkove zoslabený a viac vnímavý na všetky choroby (len si spomeňme na jarnú únavu chrípky a vitamín C) Ale ani nadmerne požívanie rôznych vitamínov neposkytuje záruku že v organizme rakovina nevznikne.

V poslednom čase sa v súvislosti s najrozličnejšími chorobami často spomína vitamín C Skoro neprehľadný počet pokusov ktoré sledovali vplyv tohto vitamínu na najrozličnejšie choroby však nepriniesol jednoznačne výsledky Podávanie vitamínu C zatiaľ s istotou lieči iba jedinú chorobu tu ktorá vznikla z nedostatku tohto vitamínu Nemožno však uprieť istý priaznivý účinok kyseliny l-askorbovej (vitamínu C) na mnohé choro-

by - pri chrípke, únave, celkovom vyčerpaní, ako i pri iných chorobách podporuje tento vitamín celkovú odolnosť organizmu a zrejme spolupôsobí aj na účinok liekov. Jeho priaznivý vplyv nie je vylúčený ani pri vzniku a prepuknutí rakoviny. {Zistilo sa napríklad, že askorbát zabraňuje väzbe karcinogénu benzo(a)pyrénu na DNA jadra bunky, čo sa považuje za začiatok, iniciáciu karcinogénneho procesu. Kyselina askorbová tlmí účinok kyseliny forbolovej, ktorá účinne pomáha rozvinutiu rakovinového procesu v organizme. Opodstatnene sa predpokladá, že spojenie kyseliny askorbovej s látkou nazývanou metylglyoxál zabraňuje vzniku karcinómov u myší, ktorým podali rakovinové bunky (Ehrlichov ascites) priamo do tela. Niektoré pokusy ukázali, že vitamín C ničí mutagénny účinok cudzorodých látok na bunky, iné zase dokazujú, že i samotná kyselina askorbová môže byť mutagénna. Novšie pokusy viedli k výsledku, podľa ktorého vitamín C účinne tlmí rast ľudských leukemických buniek v kultúrach. Ale čo si z toho všetkého vybrať?

Predovšetkým to, že i pri hodnotení vplyvu vitamínov máme postupovať opatrne. Rôzne vitamíny môžu pôsobiť rozdielne na zdravé i rakovinové tkanivo; škodí ich nedostatok, ale ani ich prebytok nie je zdravý. Normálna, racionálne zložená ľudská strava obsahuje všetky vitamíny v dostatočných množstvách a v takej podobe, v ktorej ich organizmus môže ľahko zužitkovať. Záleží len na nás, aby sme svojmu telu mohli poskytnúť hodnotnú, všestrannú a ľahko stráviteľnú stravu.

A ešte jedna zaujímavosť, ktorá ukazuje, že neprimerane veľké dávky niektorých vitamínov môžu byť z hľadiska vzniku rakoviny pre organizmus priamo škodlivé. Predpokladá sa, že látka azoxymetán, ktorá sa v organizme mení - metyluje - na metylazoxymetanol, môže vyvolať rakovinu hrubého čreva tým, že sama metyluje (nadviaže metylskupinu) na niektoré vysokomolekulové látky obsahujúce napríklad purín. Predpokladá sa ďalej, že vitamín B<sub>12</sub> môže hrať úlohu práve pri tejto metylácii. Pokusným zvieratám, ktorým podávali stravu bez vitamínu B<sub>12</sub> alebo stravu s prídavkom tohto vitamínu, podali karcinogénnu látku azoxymetán. A čo zistili?

Výskumníci zistili predpokladateľný výsledok: karcinogénna látka vyvolala menej nádorov v hrubom čreve zvierat (u dvoch z desiatich), ktoré nedostávali vitamín B<sub>12</sub>; zato u všetkých zvierat, ktoré mali veľa (50ug na kg potravy) tohto vitamínu, sa

vytvoril nádor hrubého čreva (u všetkých ôsmich zvierat z ôsmich v pokuse).

Aj z tohto pokusu vyplýva staronový poznatok, že striedmosť je najpriamejšou cestou k zdraviu. Iste, malé množstvá vitamínov sú nevyhnutné pre život; ich veľké dávky však môžu aj škodiť. Majme preto na pamäti, že človek, ktorý požíva vyváženú a všestrannú stravu, nepotrebuje nijaké dodatočné vitamíny.

# 6.

## NÁDEJNÝ VITAMÍN A

V období medzi dvoma svetovými vojnami bolo módou skúmať účinok vitamínov na rôzne organizmy. Bolo to celkom jednoduché. Pokusné zvieratá dostávali stravu, ktorá neobsahovala ten-ktorý vitamín a po nejakom čase sa nedostatok vitamínu prejavil ich zhoršeným zdravotným stavom. Zo zmien organizmu usudzovali potom výskumníci, akú úlohu má v ňom plniť daný vitamín.

Bystrí pozorovatelia preto už roku 1926 zistili, že u zvierat, ktoré nedostávali vitamín A, sa vyskytovali karcinómy častejšie, ako u tých, ktoré mali tohto vitamínu dostatok. V pokusoch a pozorovaniach však výskumníci pokračovali až po dlhšom čase, po 2. svetovej vojne, no výsledky, ktoré o vzťahoch medzi vitamínom A a ochorením na rakovinu získali, opodstatňujú ďalšiu usilovnú prácu vedcov pokračujúcu dodnes.

Vitamínom A nazývame vlastne skupinu látok (retinol, aldehyd retinolu, ako aj jeho kyselinu a rôzne estery), ktoré súhrnne nazývame retinoidmi. Tieto v tukoch rozpustné látky sa vyskytujú (vo forme karoténov) predovšetkým v žltých zeleninách (mrkva, paradajky), ale i vo vajčkách, mlieku, masle a najmä v pečeni. Karotény sa v bunkách tenkého čreva štiepia na retinoidy, ktoré sa spolu s tukmi cez tenké črevo dostávajú do krvi. Viazu sa pritom na zvláštne bielkoviny, ktoré jednak umožňujú ich rozpustnosť vo vodnom prostredí krvi, jednak ich chránia pred predčasným vylúčením z organizmu. Najväčšou zásobárňou retinoidov v tele je pečeň. Udržiava v krvi stálu koncentráciu retinoidov: keď ich je v krvi menej, uvoľní ich zo svojej zásoby; ak podiel retinoidov v strave náhle stúpne, napríklad po požití stravy bohatej na vitamín A, časť retinoidov sa uloží v pečeni.

Z krvi sa retinoidy dostávajú do tkanív celého tela. Predpokladá sa, že ich úloha v organizme spočíva v troch účinkoch: v procese videnia, v kontrole diferenciácie epiteliálnych (vý-

stelkových) buniek a v pôsobení na povrch bunecných membrán. Čo však má tento vitamín spoločné so vznikom rakovinového ochorenia?

Ako sa spomenulo, zvieratá trpiace nedostatkom vitamínu A sú náchylnejšie na vznik rakoviny, ktorú môžu vyvolať chemické látky z ich životného prostredia. Ale - na rozdiel od iných vitamínov, ktorým sme sa venovali prv - zdá sa, že väčšie množstvá retinoidov v organizme ho dokážu aj chrániť pred vznikom rakoviny! A keďže retinoidy účinkujú predovšetkým na výstelkové, epiteliálne bunky, zabraňujú vzniku rakovinového ochorenia práve u týchto buniek. Vitamín A môže znížiť počet ochorení na rakovinu, ktoré vyvoláva pôsobenie karcinogénnych polycyklických aromatických uhľovodíkov. Choroba sa môže prejavíť na pokožke, sliznici, hrubom čreve, močovom mechúri, žalúdku, ale i v iných orgánoch (napríklad na krčku maternice, podžalúdkovej žľazy, semenníkoch, prsníkoch a inde).

Ak potkanom podali do hrtnu silne karcinogénnu látku 3-metylcholantrén, tie zvieratá, ktoré mali znížený prívod vitamínu A v strave, podľahli vplyvu tohto karcinogénu (rakovina pľúc) vo väčšom počte a skôr ako tie, ktoré mali v strave dostatok retinoidov. Podobne zabraňovalo podávanie niektorých retinoidov vzniku rakoviny prsníkov u samičiek potkana účinkom karcinogénnej látky dimetylbenzantracénu (DMBA). Pritom významné zníženie rakovín prsníkov sa dosiahlo nielen vtedy, ak zvieratám podávali stravu bohatú na vitamín A zároveň s karcinogénom (2 týždne pred účinkom DMBA až 1 týždeň po účinku DMBA), ale retinoidy prejavili svoj ochranný účinok na organizmus ešte i vtedy, keď sa do organizmu dostali až 16 týždňov po účinku DMBA! Za zmienku stojí, že strava so zvýšeným obsahom vitamínu A až 20 týždňov po účinku DMBA už ochranný vplyv nemala.

Retinoidy (vitamín A) možno považovať preto za typicky chemopreventívnu látku, ktorá zabraňuje prepuknutiu rakoviny. Celý rad pokusov na zvieratách i na bunkách v kultúre potvrdzuje ochranný účinok retinoidov. Mohli by však mať tieto látky zároveň aj liečebný účinok na neoplastické ochorenie, ktoré už vzniklo?

V tomto smere sa, žiaľ, výsledky pokusov rozchádzajú. Niektoré výsledky naznačujú, že pri veľkých dávkach retinoidov možno v prípade istých druhov ochorenia dosiahnuť značné

predĺženie života, ba i vyliečenie, iné pokusy však nesvedčia o nijakých výrazných liečebných účinkoch Obrovské, skoro neprehľadné množstvo pokusov vykonaných na rôznych druhoch zvierat, \ystavených účinku rôznych karcinogénnych vplyvov, pri podávaní vyšších či nižších dávok vitamínu A, pričom sa sledoval vznik a proces liečby rakovinových ochorení rôznych tkanív, však nedáva jednoznačné výsledky

Takéto výsledky pokusov sa, prirodzene, hodnotia štatisticky obyčajne z nich vyplýva to, že zo skupiny zvierat, ktoré mali zvýšený prívod vitamínu A v strave, podľahol vplyvu nejakej karcinogénnej látky menší počet jedincov, ako zo skupiny, ktorá nedostávala zvýšené množstvo vitamínu A Zatiaľ však nie je možné určiť množstvo vitamínu A, ktoré by zviera alebo človeka s istotou chránilo pred vznikom tejto choroby

A nielen to Pozorne vykonané pokusy ukázali (s pravdepodobnosťou blížiacou sa istote), že zvýšený prívod vitamínu A do organizmu oddiali síce prepuknutie, promóciu rakoviny, ale asi nebude schopne zabrániť iniciácii, vzniku premenenej, transformovanej bunky v organizme účinkom karcinogénnej látky. Ale už i to možno považovať za úspech ak sa totiž prepuknutie choroby dá „odložiť“ účinkom retinoidov na neurčite vzdialený čas, dá sa predpokladať, že i človek zasiahnutý karcinogénom sa dožije pokojnej staroby a na konci svojej cesty zomrie na celkom iné príčiny

Ponúka sa nám i ďalšia otázka. Líšia sa vo vzťahu k vitamínu A osoby, ktoré trpia nejakou formou rakoviny, od zdravých? Kladná odpoveď neprekvapuje Skutočne sa zistilo, že chorí (rakovina pľúc či žalúdka) mali štatisticky významne nižšiu koncentráciu vitamínu A v krvi ako zdraví. Ba čo viac, v štáte Georgia v USA stanovili obsah vitamínu A v krvi asi 3 000 zdravých osôb Ich zdravotný stav sledovali ďalej a zistili, že mnohí z tých, u ktorých našli v krvi menej vitamínu A, v priebehu nasledujúcich rokov ochoreli na rakovinu. Výskumníci vypočítali, že osoby so zníženým obsahom vitamínu A v krvi vykazovali asi 6-nasobne zvýšene riziko vzniku rakoviny v porovnaní s tými, ktorí mali retinoidov v krvi dostatok

Na uvedenom zistení prekvapuje, že zníženie množstva vitamínu A v krvi sa prejavilo už dlho predtým (asi rok), ako sa objavili prvé príznaky rakovinového ochorenia U zdravých osôb sa našlo v priemere 86,0  $\mu\text{g}$  retinolu v 100 ml krvnej plaz-



my, zatiaľ čo u osôb, u ktorých sa neskôr zistila rakovina, bola tato hodnota iba  $56,8 \mu\text{g}$  (významnosť  $p < 0,005$ )

Zníženie koncentrácie retinolu v krvi môže byť teda istou mierou vnímavosti na rakovinu. V každom prípade je však varovaním. Pozor! Hrozí nebezpečenstvo!

Ale poďme ešte ďalej. Ak je koncentrácia vitamínu A v krvi pri tejto chorobe znížená, dá sa očakávať, že sa táto koncentrácia pri ústupe choroby zvýši? Výskumníci dali odpoveď i na túto otázku. Áno, dá sa to očakávať. Pri sledovaní a liečbe 103 pacientov s rakovinou hrubého čreva a konečníka zistili osobám, ktoré už boli bez príznakov choroby (91 pacientov)  $50,8 \pm 1,8 \mu\text{g}$  vitamínu A v 100 ml krvnej plazmy. Tí jednotlivci (12 pacientov), ktorým sa choroba prinavrátila, mali túto hodnotu zníženú na  $40,4 \pm 6,7$ .

Pozornosť sa tu však nevenuje iba vitamínu A. V krvi sa táto látka totiž viaže na istú špecifickú bielkovinu (RBP, retinol - binding protein). Nie je bezvýznamné, že v chorobe sa mení i koncentrácia tejto bielkoviny v krvi. V krvnej plazme zdravých osôb sa zistilo  $5,7 \pm 0,3 \text{ mg}$  RBP v 100 ml krvnej plazmy, u pacientov s výraznou rakovinou hrubého čreva a konečníka našli iba  $3,8 \pm 0,4 \text{ mg}$  RBP. Obdobné hodnoty sa zistili i v procese uzdravovania spomenutých 103 osôb. Koncentrácia RBP u 91 pacientov bez chorobných príznakov sa zvýšila na  $4,6 \pm 0,3 \text{ mg}$ , zatiaľ čo u pacientov s pretrvávajúcou chorobou ostala táto iba na hodnote  $3,7 \pm 0,4 \text{ mg}$ .

Ako by sme však hodnotili vplyv stravy obohatenej vitamínom A na prevenciu pred rakovinou? Dal by sa aspoň kvantitatívne odhadnúť ochranný účinok vitamínu A v strave proti tejto chorobe?

Zaiste. Sledovaním stravovacích návykov u 8 278 mužov počas piatich rokov, pričom obsah vitamínu A v strave hodnotili podľa skonzumovanej mrkvy, vajec a mlieka, sa ukázalo, že muži s nízkym prívodom vitamínu A v strave vykazovali riziko vzniku rakoviny pľúc zvýšené 2,6-krát oproti tým, ktorí konzumovali vitamínu A veľa. Obdobné výsledky získali aj japonskí vedci, ktorí sledovali stravovacie charakteristiky skoro dva a pol milióna osôb počas desiatich rokov. I u nich zistili, že zníženie konzumácie zeleniny viedlo ku zvýšeniu rizika vzniku rakoviny.

Áký je však mechanizmus, ktorým retinoidy dosahujú

ochranný účinok, teda oddialenie prepuknutia rakoviny? To ešte presne nevieme. Oprávnené sa predpokladá, že retinoidy nezabraňujú prvému kroku karcinogenézy, iniciácii, ale sú schopné účinne brzdiť druhý krok, promóciu. Tým sa vysvetľuje, že vitamín A síce nezníži celkový počet tumorov, vyvolaných tou-ktorou karcinogénnou látkou, ale oddiali prepuknutie choroby, predĺži obdobie latencie, čas, ktorý uplynie od transformácie bunky po jej búrlivé množenie. Ďalej sa predpokladá, že tento účinok dosahujú retinoidy pôsobením na membránu buniek. Rakovinové bunky totiž nie sú schopné pripútať sa k pevnému povrchu tak ako normálne ľudské fibroblastové bunky, ktoré rastú v usporiadanej vrstvičke na pevnej podložke. Túto vlastnosť normálnych buniek im prepožičiava glykoproteín fibronektín, ktorý sa nachádza v membráne buniek. Rakovinové bunky túto bielkovinu nemajú. Retinoidy možno chráni bunky pred stratou fibronektínu, a tým umožňujú zachovávať ich normálny charakter. Nie sú, samozrejme, vylúčené ani iné druhy účinkov, napríklad pomocou kontroly zmien buniek výstelky, epitelu.

Pôsobí teda vitamín A proti rakovine, alebo nie? Zhrnutie výsledkov mnohých pokusov a úvah jasne naznačuje, že retinoidy naozaj pôsobia proti prepuknutiu rakovinového ochorenia. Z hľadiska prevencie týchto ochorení sa teda odporúča jesť stravu bohatú na vitamín A. Dnes považujeme retinoidy za látky, ktoré sú pri prevencii vzniku rakoviny účinné. Potom by však nemalo byť nič ľahšie, ako denne hľtať celé hrste vitamínu A, ktorý by človeka s najväčšou pravdepodobnosťou ochránil...

Prirodzene, takéto úvahy sú jednoduché iba na prvý pohľad. Je načasе uviesť háčik, ktorý sme doteraz nespomenuli: vitamín A vo veľkých dávkach môže organizmu škodiť.

I v prípade tohto vitamínu platí, že nám chýba, keď je ho málo, ale že nám neprospieva, keď je ho priveľa. V niektorých prípadoch sa podarilo liečiť rakovinový organizmus veľkými dávkami vitamínu A, ale je tu nebezpečenstvo, že sa *vážne* poškodí pečeň či iné tkanivá. Áno, retinoidy pomáhajú uchovávať zdravie - ale môžu byť i jedom.

Ako sa výskumníci vyrovnali s touto novou dilemou? Je to problém súčasný, na celom svete sa intenzívne pracuje na jeho riešení. Mohli by sme ho formulovať takto: dali by sa umelo, cestou chemickej syntézy vytvoriť také látky podobné retinoid-

dom (deriváty retinoidov), ktoré by boli pre organizmus menej toxické ako vitamín A, ale ich protirakovinový účinok by bol zachovaný, či dokonca znásobený?

Zdá sa, že áno. V najväčších farmaceutických laboratóriách sveta sa výskumníci opreteký usilujú zosyntetizovať desiatky a stovky zlúčenín podobných retinoidom, ktoré by neškodili organizmu, ale ktoré by účinkovali proti rakovine. Darí sa im. Na tomto mieste spomenieme iba dve skupiny takýchto zlúčenín: sú to aromatické retinoidy, nazývané arotinoidy, a retinylnitrony, zlúčeniny retinoidov s -NO skupinou. Obe skupiny látok vyzerajú sľubne, zdá sa, že budú účinné proti rakovine a zároveň budú iba nepatrne toxické pre človeka. Čo je dôležité, očakáva sa, že tieto látky, odvodené od vitamínu A, budú mať nielen preventívne, ale aj liečebné účinky na niektoré druhy rakovín epiteliálnych buniek. Napríklad, arotinoid označovaný RO-13-6298 (výrobok firmy Hoffman - La Roche), podaný priamo do žalúdka iba dvakrát za dva týždne (0,2 mg na kg živej hmotnosti zvierat), znížil počet papilómov u potkana, vyvolaných karcinogénnou látkou DMBA až o 79 percent; podaný ústami (0,02 mg na kg živej hmotnosti) o 43,9 percenta. Dávka 0,2 mg RO-13-6298 na kg živej hmotnosti, podávaná denne, znížila za dva týždne objem karcinómu pokusného zvieratá o asi 75 percent; za toto obdobie objem karcinómu neliečeného zvieratá stúpol asi o 125 percent. I keď sú to zatiaľ iba výsledky laboratórnych výskumov, sú natoľko nádejné, že sa po starostlivej sérii overovacích pokusov môžu uplatniť i v liečbe ľudí.

Zdá sa však, že sme od pôvodnej témy trochu odbočili. Pre nás ostáva ústrednou otázkou vitamín A v strave a jeho ochranný účinok pred rakovinou. Preto si zopakujme ešte raz to, čo sa v rôznych obmenách opakovalo v oboch predchádzajúcich kapitolách: nedostatok vitamínov môže viesť k zvýšeniu pravdepodobnosti ochorenia na rakovinu tým, že celý organizmus je oslabený. Nadbytok vitamínov však nepomáha liečiť túto chorobu, ba dokonca môže škodiť. Pestrá, ľahká, výživná strava obsahuje dostatok vitamínov potrebných pre telo. Vitamín A, ktorý je v mrkve, vajciach, mlieku, masle, pečení nás chráni pred účinkom karcinogénnych látok z prostredia. Zdravá, všestranná výživa nielen posilňuje telo, ale zároveň aj chráni organizmus pred nebezpečnou, ale premožiteľnou chorobou - rakovinou.

# 7.

## STOPUJEME STOPOVÉ PRVKY

Čo je ešte potrebné pre život všetkých živočíchov, ale i rastlín? Čo okrem vitamínov nevyhnutne požaduje každý organizmus? Čoho treba síce máličko, ale o to naliehavejšie?

Sú to niektoré prvky, predovšetkým kovy, no i niektoré nekovové prvky, ktoré síce všetko živé potrebuje iba v mizivo malých množstvách, ale zato sa bez nich nijako nezaobíde. Dnes už poznáme celý rad prvkov - železo, horčík, síru, jód, kobalt a iné -, bez ktorých je život organizmov nemysliteľný. Nazývame ich stopovými prvkami alebo mikroprvkami, pretože k životu organizmov postačia už i veľmi malé stopy týchto prvkov. Zvyčajne si ich organizmus získava z vody, ale i zo stravy, a rastliny, prirodzene, z pôdy, v dostatočných množstvách, preto v bežných podmienkach vôbec nepociťujeme ich nedostatok. Mohli by však mať niektoré z mikroprvkov vzťah i k ochoreniu na niektorú formu rakoviny?

Áno, znela prekvapivá odpoveď výskumníkov. I keď sa vlastne súvislosť medzi týmito prvkami a karcinogénou zistila iba prednedávnom, dnes je jasné, že niektoré stopové prvky hrajú netušene významnú úlohu v karcinogéze, a to tak pri vzniku tejto choroby, ako i v ochrane pred ňou. Jedným z nich je kov horčík (magnézium).

Epidemiológovia a štatisticy roku 1979 v Spojených štátoch prišli na nečakanú skutočnosť: zistili, že tvrdosť pitnej vody je nepriamo úmerná úmrtnosti na rakovinu a srdcovo-cievne choroby. Keďže tvrdosť vody chemicky spôsobujú soli vápnika a horčíka, môžeme predchádzajúcu vetu napísať i v inej podobe. Čím viac je v istej oblasti horčíka v pitnej vode, tým nižšia je v danej oblasti úmrtnosť na rakovinu i na srdcovo-cievne choroby. A platí to i naopak: čím mäkkšia je voda v istom kraji, čím menej horčíka obsahuje, tým vyššia je v tomto kraji úmrtnosť na rakovinu.

Pochopiteľne, po takom závažnom tvrdení nasleduje zakaždým starostlivé preverenie. Čoskoro sa toto zistenie potvrdilo

v ďalších štúdiách, ktoré zisťovali obsah horčička v pôde (odkiaľ sa dostáva do organizmu bylinožravcov), vo vode a v ovzduší. A naozaj, čím vyššie koncentrácie horčička stanovili v pôde, vo vzduchu a vode, tým nižšia bola v príslušnej oblasti úmrtnosť na rakovinu.

I pokusy na zvieratách jednoznačne poukázali na súvislosť horčička s karcinogenezou: potkany, ktorým podávali stravu s nízkym obsahom tohto prvku, trpeli častejšie na isté druhy rakoviny (lymfóm a leukémia) ako tie, ktoré mali horčička dostatok. Natieraním pokožky myši karcinogénnou látkou DMBA vedci u nich pokusne vyvolali rakovinu. V tej skupine zvierat, ktorá dostávala 45 mg chloridu horečnatého na kg hmotnosti tela v pitnej vode, sa našiel nižší počet tumorov ako v tej, ktorá dodatočný horčičik nedostávala. V podobnom pokuse zvieratám podali karcinogén dibenzantracén. Za 200 dní po podaní tejto látky sa zistili tumory u 37 percent myši, ktorých vodu dopĺňovali horčičkom; zato u myši, ktoré horčičik vo vode nedostávali, vznikla rakovina až u 83 percent počtu myši.

Zdá sa teda, že mierne zvýšenie prísunu horčička do organizmu človeka (v priemere asi na 200 až 700 mg denne) do istej miery chráni pred vznikom rakoviny. Horčičik, podobne ako vitamín A, sa zdá byť typickým preventívnym mikroprvkom: chráni pred prepuknutím choroby, ale ju nelieči. V mnohých druhoch tumorov sa práve našli veľmi zvýšené množstvá horčička. Svojho času výskumníci dokonca navrhli takýto spôsob liečenia rakoviny: pacient mal požiť veľké množstvo iného prvku, gália; tento prvok vraj „vytesní“ horčičik z tumoru, a tým spomalí jeho rast. Prirodzene, takýto prístup k liečeniu rakoviny sa tu spomína viac ako kuriozita než ako seriózny príspevok k liečbe tejto choroby. Aj pre horčičik, ako ostatne i pre iné ochranné, chemopreventívne látky (napríklad vitamín A), platí už neraz zdôraznené pravidlo: zabezpečenie dostatku horčička v organizme, prípadne mierne zvýšenie jeho prísunu do tela môže prispieť do istej miery k ochrane pred rakovinou. Veľké množstvá horčička však nepomáhajú, neliečia, ba v istých prípadoch môžu priebeh choroby aj urýchliť.

Akým spôsobom však horčičik uplatňuje tento svoj ochranný vplyv na organizmus? Ani to zatiaľ presne nevieme. Výskumníci predpokladajú, že horčičik stabilizuje vlákno DNA jadra bunky, a tým ho chráni pred účinkom karcinogénnych chemických látok z prostredia a zaručuje správnu syntézu DNA z nukleo-

tidov. Iný prvok, berýlium, zasa naopak zvyšuje počet „omylov“ pri syntéze DNA a pôsobí tak vlastne ako karcinogénny prvok. Predpokladá sa i to, že horčík usmerní metabolizmus karcinogénneho benzo(a)pyrénu v organizme tak, aby sa zneškodnil a vylúčil z organizmu, namiesto toho, aby sa premenil na škodlivý „ultimatívny karcinogén“. Niektorí vedci sa však nazdávajú, že nedostatok horčíka znižuje imunologickú odolnosť organizmu, a tým relatívne zvyšuje škodlivý vplyv všadeprítomných karcinogénov, ktorým sa už organizmus nedokáže ubrániť. Iní zasa predpokladajú mechanizmus ochranného účinku horčíka jeho vplyvom na membrány buniek. Na celom svete prebieha dnes veľmi intenzívny výskum, ktorého cieľom je objasniť mechanizmus takéhoto účinku horčíka a využiť ho na ochranu zdravia človeka.

A neodpustíme si ešte poznámku: v predchádzajúcom texte sme niekoľkokrát upozornili na to, že faktory, ktoré predstavujú riziko z hľadiska karcinogenézy, sú zároveň i rizikovými faktormi vyvolania srdcovo-cievnych chorôb. Ukazuje sa tu však i opačný vzťah: to, čo chráni pred rakovinou, chráni i pred chorobami srdca a ciev. Zdá sa, že je to práve horčík, ktorý možno prispieje k ochrane zdravia ľudstva pred oboma najčastejšími príčinami úmrtia moderného človeka.

Predchádzajúce slová možno teda zhrnúť do poznatku, podľa ktorého nedostatok horčíka v organizme zvyšuje jeho vnímavosť na rakovinu. Veď i v orgánoch, ktoré obsahujú viac horčíka (svalstvo a kosti), vzniká rakovinové ochorenie pomerne zriedkavejšie ako v tých, ktoré majú horčíka málo (pokožka, pľúca). Treba dodať už len toľko, že tvrdá voda dodáva organizmu iba 20 percent celkového potrebného množstva horčíka. Väčšinu horčíka si musíme do svojho organizmu vpraviť náležitou stravou, ktorá ju obsahuje v dostatočnej miere: múkou a obilninami.

Horčík je predstaviteľom kovov, ktoré nás za vhodných podmienok pred rakovinou chránia. Ale poznáme i také kovy či ich zlúčeniny, ktoré by mohli túto chorobu vyvolať? Pravdaže, a nie je ich málo! Spomenuli sme už berýlium; karcinogénnym je však i kadmium, ďalej zlúčeniny niklu. Aj niektoré zlúčeniny trojmocného i šesťmocného chrómu sa odôvodnene považujú za podozrivé z karcinogénneho účinku. I arzén je vo veľmi nízkych koncentráciách karcinogénny prvok, ale v koncen-

tráciách zhruba stokrát (t. j. asi o dva rády) vyšších má priam jedovaté vlastnosti. Keďže tieto látky netvorí súčasť stravy, nebudeme sa zaoberať ich karcinogénnymi účinkami. Ale zapamätajme si približné pravidlo: istá látka či prvok, ktorý je pre človeka pri určitej koncentrácii jedovatý, je pri koncentráciách asi o dva rády (t. j. zhruba stonásobne) nižších obyčajne aj karcinogénny. Kovy, ktoré sme spomenuli, sú príkladom takéhoto spojenia karcinogénnych a toxických vlastností.

Ba či poznáme aj iné kovy, ktoré, podobne ako horčík, nás môžu ochrániť pred rakovinou? Predbežné výsledky výskumu naznačujú, že napríklad nedostatok zinku v potrave znižuje imunologickú odolnosť organizmu. Zinok hrá totiž úlohu pri vzniku imunologicky aktívnych tzv. T-buniek, ktoré zasa ničia niektoré druhy rakovinových buniek. Nedostatok zinku v strave môže spôsobiť, že takéto T-bunky imunologickej obrane organizmu chýbajú, a preto sa môže zvýšiť vnímavosť organizmu na niektoré druhy rakoviny.

Ak pokusným zvieratám vstrekli do svalu karcinogénnu zlúčeninu sírnik niklu ( $\text{Ni}_2\text{S}_3$ ), na mieste vpichu vznikol skoro u všetkých zvierat sarkóm. Ak však zároveň so sírnikom niklu vstrekli zvieratú i prach kovu mangánu, sarkóm vznikol len u 63 percent prípadov. Obdobne prírod karcinogénu benzo(a)pyrénu do svalu 20 potkanov vyvolal ochorenie u 17 zvierat; ak však zároveň s benzo(a)pyrénom dostali zvieratá do toho istého svalu i prach mangánu, ochorelo iba 5 zo 17 pokusných zvierat. Prášok chrómu, zavedený do zvieratá takým istým spôsobom ako mangán, však nepreukázal nijaký ochranný účinok.

Zlúčenina kovu vanádu (metavanadát amónny) znižuje aktivitu niektorých enzýmov pečene (monooxygenáz), ktoré sú zapojené do metabolizmu karcinogénnych látok. Vo vnútri rakovinových buniek sa zistili omnoho vyššie koncentrácie chloridu sodného (kuchynskej soli) ako v obdobných, nerakovinových bunkách. Mnohé takéto zistenia základného výskumu poskytujú bohatý materiál na sledovanie možných karcinogénnych, ale i protirakovinových účinkov kovov či iných látok, ktoré čo i len naznačia možnosť nejakého ochranného pôsobenia. Zdanlivo abstraktné a nevýznamné zistenia základného výskumu môžu teda ukázať nový smer, ktorým sa môže uberať aplikovaný výskum, zameraný na objavenie faktorov chrániacich pred ra-

kovinou. Okrem toho takéto výsledky základného výskumu poskytujú i pohľad na možné mechanizmy karcinogenézy, umožňujú spoznať procesy, za ktorých rakovina v tele vzniká a prepuká. Všetci dobre vieme, že bez poznania základného mechanizmu karcinogenézy je boj proti rakovine skutočne iba „bojom naslepo“.



# 8.

## SELÉN - PRÍSLUB, ČI HROZBA?

Selén sa donedávna považoval za „nenápadný“ prvok, ktorý vlastnosťami pripomína síru. Ale zatiaľ čo sa síra široko uplatňuje v chemickom priemysle a považuje sa za nevyhnutnú súčasť tela vyšších organizmov, selén sa neprejavil ničím, čo by ho robilo prvkom užitočným pre človeka. Od objavu selénu J. J. Berzeliusom (1818) často ani chemici nevedeli o seléne viac, iba ak to, že je značne jedovatý. Až v roku 1957 sa objavila prvá správa o tom, že selén je v skutočnosti nevyhnutnou zložkou tela vyšších organizmov, a nedostatok selénu v tele a strave človeka začali dávať do príčinných súvislostí s mnohými chorobami.

Iba prednedávnom - začiatkom sedemdesiatych rokov - vedci zistili nečakanú súvislosť mikroprvku selénu s ochorením na rakovinu. Prvé epidemiologické štúdie, ktoré poukázali na nepriamu úmernosť množstva selénu v životnom prostredí na incidenciu rakovinového ochorenia, ihneď vyvolali nevšedný záujem výskumníkov, a prirodzene, aj celý rad pokusov, ktoré mali objasniť vzťah medzi týmto prvkom a karcinogenezou.

Epidemiologické štúdie predovšetkým naznačili, že čím menej selénu sa nachádza v danej geografickej oblasti, čím menej selénu je v strave, čím nižšia je koncentrácia selénu v krvi ľudí, tým vyššia je úmrtnosť osôb v danej oblasti na rakovinu. Pochopiteľne, platí to aj naopak - čím viac selénu sa do organizmu dostáva, tým nižšia je pravdepodobnosť vzniku rakoviny.

Mohli by sa teda selén a jeho zlúčeniny považovať za faktor predchádzania rakovine? Odpoveď na túto kľúčovú otázku sa pokúsili výskumníci získať najobvyklejším a najspoľahlivejším spôsobom - pokusom. Ak napríklad trom skupinám pokusných potkanov, ktoré dostávali počas 6 týždňov v strave buď menej ako 0,02 ppm selénu (ppm, „parts per million“, počet častí príslušnej látky v zmesi, ktorá obsahuje milión častí), alebo 0,1 ppm selénu, prípadne až 2 ppm tohto prvku, transplantovali tumor prsníka, zistili, že hmotnosť tumoru po istom čase bola

štatisticky podstatne nižšia u skupiny zvierat s najvyšším prívodom selénu. Tumor teda rástol zjavne pomalšie v tele zvierat, ktoré dostávali vyššie množstvá selénu.

Tri skupiny samičiek myší, ktorým naočkovali vírus myšacej rakoviny prsníkov, dostávali v strave buď málo, dostatok, alebo veľa selénu vo forme seleničitanu sodného. Zatiaľ čo v skupine zvierat s najnižším prívodom selénu vznikli tumory u polovice zvierat, v skupine s dostatočným obsahom tejto látky v potrave ochorelo iba o čosi viac ako štvrtina myší. Zato v skupine zvierat s vysokým príjmom selénu dostala rakovinu už iba jedna pätina myší. Podobne selén v strave znížil i počet prípadov rakoviny prsníka u zvierat, u ktorých táto choroba nebola vyvolaná vírusom, ale chemickou karcinogénnou látkou DMBA. Zaujímavé na tom pokuse bolo, že sa s podávaním selénu zvieratám začalo až sedem dní po podaní karcinogénu, a napriek tomu bol selén schopný znížiť výskyt tejto choroby. Selén znižoval i výskyt rakoviny hrubého čreva vyvolanej látkou azoxymetán zároveň s veľkým množstvom tuku v strave; znižoval výskyt spontánnej rakoviny prsníka u myšiek istého druhu náchylného na tento typ rakoviny a bránil i vzniku rakoviny pečene u potkanov, ktoré dostávali hepatokarcinogénnu látku 3'-metyl-4-dimetylamino azobenzén. V opise podobných pokusov by sme mohli pokračovať ešte dlho, všetky však viedli k rovnakému záveru: bez ohľadu na druh pokusného zvieratá či látku, ktorou sa rakovinové ochorenie vyvolalo, spôsobilo podávanie zvýšeného množstva selénu (väčšinou vo forme  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) stravou alebo pitnou vodou zníženie počtu ochorení na rakovinu. Tieto pokusy nás teda oprávňujú konštatovať: áno, selén možno považovať za prvok, ktorý do istej miery môže zabrániť vzniku ochorenia na rakovinu, je teda tzv. chemopreventívnou látkou.

Dokonca i pokusy na kultúrach buniek ukázali, že selén znižuje početnosť výskytu spontánnych mutácií v kvasinkách a že znižuje i počet mutácií baktérií *Salmonella typhimurium*, ktoré vyvolali prídavkom karcinogénnej látky DMBA (pozri 10. kapitolu o súvislosti mutácií s karcinogénozou). Mohol by sa teda selén používať i ako liečebný prostriedok?

Žiaľ. asi ťažko. Selén je typicky preventívnou látkou, ktorá chráni organizmus pred prepuknutím rakovinového ochorenia, ale túto chorobu, zdá sa, nelieči.

Koľko selénu vlastne obsahuje naša krv? Koncentrácia

selénu v krvi človeka je, prirodzene, úmerná množstvu tohto prvku, ktorý sa do organizmu dostáva stravou. U pacientov s rakovinou ženských orgánov zistili v krvnom sére menej selénu ( $1,15 \mu \text{ mol.l}^{-1}$ ) ako u zdravých kontrolných osôb ( $1,25 \mu \text{ mol.l}^{-1}$ ). Napriek tomu, že sa tieto hodnoty od seba líšia iba nepatrne, ich rozdiel je merateľný, ba i štatisticky významný. Zistila sa tiež priama úmernosť medzi obsahom selénu v krvnom sére a jeho množstvom vo vlasoch či červených krvinkách jednotlivých osôb.

Epidemiologické výskumy však ukázali i ďalšie nečakané súvislosti. V Číne, v oblastiach, ktoré sa vyznačovali vysokým výskytom rakoviny pľúc, zistili v krvnom sére zdravých ľudí  $0,088 \text{ ppm}$  selénu, ale u pacientov s rakovinou pľúc iba  $0,070 \text{ ppm}$ , zatiaľ čo v oblastiach s nízkym výskytom rakoviny pľúc našli v sére zdravých ľudí až  $0,123 \text{ ppm}$  selénu. Podobne v meste San Diego v Kalifornii zistili v krvnom sére zdravých osôb  $0,102$ , u chorých v nemocnici  $0,088$ , zato u pacientov s rakovinou iba  $0,070 \text{ ppm}$  selénu.

Sú tieto hodnoty, ktoré sa zistili u osôb vždy v jedinej oblasti, ak predpokladáme zhruba rovnaký obsah selénu v strave, príčinou, alebo následkom ochorenia na niektorú formu rakoviny? Má niekto nízky obsah selénu v krvi preto, lebo je chorý na niektorú formu rakoviny, alebo je chorý preto, lebo má v krvi málo selénu? Táto zdanlivo jednoduchá otázka má však kľúčový význam z hľadiska prevencie vzniku rakoviny. Ako obyčajne, odpoveď i v tomto prípade poskytl pozorovania a pokus.

Niekoľkým tisícom osôb, ktorých zdravotne vyšetरोvali pre zvýšený krvný tlak, odobrali vzorky krvného séra. Tieto zmrazili a uchovali počas piatich rokov. Za tento čas zistili rakovinu u 111 z týchto osôb. Zo skupiny zvyšných zdravých osôb, ktorým krvné sérum takisto odobrali pred piatimi rokmi, vybrali 210 takých, ktorých vek, pohlavie, životný štýl a iné ukazovatele boli veľmi podobné jednotlivým chorým osobám. Takto vlastne každej chorej osobe priradili dvoch ľudí, ktorí sa im svojím životným štýlom podobali, ale nemali túto vážnu chorobu. Potom porovnali obsah selénu vo vzorkách krvi chorých i zdravých osôb, ktoré od nich odobrali na začiatku pokusu, teda niekoľko rokov pred nástupom choroby. A čo zistili?

Krvné séra ľudí, ktorí v nasledujúcich rokoch ochoreli na rakovinu, obsahovali menej ( $0,129 \mu \text{g.ml}^{-1}$ ) selénu ako krv ľudí.

ktorí ostali zdraví ( $0,136 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) Štáatici vypočítali, že tie osoby, ktoré mali selénu v krvi veľmi málo ( $0,115 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  či menej), vykazovali dvakrát tak vysoké riziko následného vzniku rakoviny ako ľudia s dostatkom tohto prvku v krvi ( $0,138 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  či viac) Podobne výskumníci zmerali i obsah dvoch vitamínov, ktoré môžu mať vzťah k vzniku rakoviny (vitamínov A a E) v zmrazenom krvnom sére Porovnaním hodnôt zdravých a chorých na rakovinu opäť zistili, že tí, ktorých množstvo niektorého z týchto vitamínov v krvi bolo nízke, vykazovali asi dvakrát vyššie riziko následného ochorenia na rakovinu ako tie osoby, ktorých krv mala príslušného vitamínu dostatok Ale ani to ešte nie je všetko Keď výskumníci porovnali skupinu osôb, ktoré mali na začiatku pokusu, t j pri odobraní vzoriek krvi nízke hodnoty všetkých troch sledovaných látok (selénu, vitamínu A aj E), zistili, že riziko vzniku rakoviny je u nich až vyše šesťkrát vyššie ako u skupiny, ktorá mala v krvi dostatok všetkých troch uvedených zložiek!

Z tohto rozsiahleho výskumu pre nás vyplývajú dva dôležité závery Predovšetkým to, že nedostatok selénu môže súvisieť s príčinou ochorenia na rakovinu, a teda nie je následkom choroby Ďalším dôsledkom, ktorý z výskumu vyplýva, je, že samotný selén hrá iba čiastkovú úlohu a na účinnejšiu ochranu pred rakovinou je potrebná i prítomnosť iných látok, ako napríklad uvedených vitamínov v krvi

Ďalšou otázkou je, akým spôsobom, akými biochemickými mechanizmami dosahujú zlúčeniny selénu tento ochranný účinok Vyčerpávajúcu odpoveď ani v tomto prípade ešte nepoznáme Vieme však, že selén je nevyhnutnou súčasťou niektorých enzýmov Ukázalo sa, že prídavok selénu podstatne zvyšuje aktivitu enzýmu glutatiónperoxidázy, ktorý odstraňuje z organizmu škodlivé hydroxylové radikály ( $\text{OH}\cdot$ ) Môžeme si teda predstaviť takúto následnosť dejov v organizme ionizujúce žiarenie, o ktorom vieme, že je karcinogénnym faktorom, zasiahne bunku a z vody v nej vytvorí veľmi reaktívne kyslíkaté radikály, medzi nimi aj hydroxylový Tento radikál sa buď odstráni - napríklad práve glutatiónperoxidázou -, alebo môže vyvolať vznik rakoviny Teda selén zvyšuje účinnosť tých enzýmov v organizme, ktoré z neho odstraňujú škodlivé látky a radikály, a tak ho chráni pred ich karcinogénnym účinkom

Vieme si predstaviť aj jednoduchší spôsob preventívneho účinku selénu. V druhej kapitole som písal o preventívnom

účinku zníženého príjmu potravín na vznik rakoviny. A selén, ako pomerne jedovatá látka, do istej miery zabraňuje zvyšovaniu hmotnosti tela, spôsobuje teda istú „umelú hladovku“, ktorá je možno práve tým faktorom, ktorý zodpovedá, aspoň čiastočne, za preventívny účinok selénu na vznik rakovinového ochorenia.

Ozaj, napísal som, že selén je jedovatý, a jedným dychom tvrdím aj to, že je nevyhnutný pre organizmus a že ho chráni pred rakovinou! Tak ako to so selénom vlastne je?

Vieme, že príliš nízky obsah selénu v strave a vode (asi pod 0,01 ppm) zvyšuje pravdepodobnosť vzniku rakoviny v ľudskom organizme. Pri vyšších koncentráciách tejto látky (asi od 2 do 5 ppm) sa dokázal preventívny účinok, z toho vyplýva, že chráni telo pred rakovinou. Zato vyššie koncentrácie (asi 6 ppm a viac) sú už pre organizmus škodlivé a ich požívanie v nekontrolovaných, vyšších množstvách vyvoláva, pochopiteľne, viac škody ako úžitku.

Ťažkosť teda spočíva v tom, že preventívny účinok selénu sa prejavuje iba vo veľmi úzkom rozsahu koncentrácie. I tento príklad nám potvrdzuje správnosť pravidla „zlatej strednej cesty“, ale zároveň poukazuje i na nesmiernu zložitosť biochemických mechanizmov v živom tele, v ktorom môže byť skoro každá látka dvojsečnou zbraňou, keď škodí jej nedostatok, ale zároveň môže škodiť aj jej prebytok.

Je načase položiť ďalšiu otázku, ktorá nás zrejme znepokojuje. Koľko toho tajomného selénu má obsahovať naša strava, aby pomáhal, ale neškodil? Predpokladá sa, že denný príjem selénu pre človeka by mal byť v rozmedzí 150  $\mu\text{g}$  až 300  $\mu\text{g}$  denne. Toto primerané množstvo dostáva človek predovšetkým rastlinnými zložkami stravy v oblastiach, kde pôda obsahuje dostatok tohto prvku, a do istej miery aj pitnou vodou. Z pôdy sa dostáva tento prvok do obilnín a zeleniny pre človeka a do zeleného krmiva pre dobytok. Selénu sa dnes pripisuje až taká dôležitosť, že niektorí výskumníci z Dánska a zo Spojených štátov priamo odporúčajú postrek pasienkov zriedenými roztokmi selénu (vo vode rozpustným seleničitanom sodným,  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) v tých miestach, kde je pôda chudobná na tento prvok.

Selén sa do nášho organizmu dostáva zeleninou, obilninami, ale i mäsom a vajčkami tých zvierat, ktoré majú samy dostatok selénu v strave. Selén obsahuje i mäso morských rýb. Odhaduje

sa, že občan v Nemeckej spolkovej republike dostane stravou priemerne asi 55  $\mu\text{g}$  selénu denne; v Spojených štátoch sa táto hodnota odhaduje až na 132  $\mu\text{g}$ , i keď povedzme diéta v nemocniciach USA dodáva pacientovi denne iba asi 62  $\mu\text{g}$  tohto prvku. Pre zaujímavosť spomenieme, že začiatkom roku 1985 uviedol jeden výrobca chemikálií v USA (Sigma Chemical Co.) na trh prímes do živných pôd na pestovanie kultúr buniek, ktorá obsahuje okrem iných solí aj seleničitan sodný.

V niektorých krajinách je selén prístupný už i ako doplnková súčasť stravy človeka. Na živnej pôde s obsahom selénu sa pestujú kvasinky, ktoré tento prvok zabudúvajú do vlastného organizmu, napríklad do aminokyseliny metionínu, kde selén nahrádza síru (selenometionín). Takéto kvasinky, ktoré obsahujú selén viazaný v podobe organickej látky, ľahko strávitelnej i pre človeka, sú v lekárňach bežne dostupné. Požívaním takýchto kvasiniek sa potom selén dostáva i do ľudského organizmu. Ale keďže je selén svojou povahou jedovatým prvkom, jeho svojvoľné požívanie by mohlo mať i vážne následky pre niektorých nezodpovedných jednotlivcov. Preto takéto „umele“ obohacovanie stravy selénom by sa nemalo uskutočňovať bez náležitej kontroly jeho množstva, ani bez lekárskej kontroly osoby, ktorá „selénové kvasinky“ konzumuje.

A ešte jedna zvláštnosť: výskumníci zistili, že v krajinách s vysokým výskytom rakoviny pľúc bol v jednom grame tabaku obsah selénu iba 0,16  $\mu\text{g}$ , zatiaľ čo tabak v krajinách s nízkou incidenciou rakoviny pľúc obsahoval podstatne viac, až 0,49  $\mu\text{g}$  selénu v grame tabaku. Môžeme preto radiť fajčiarom, aby fajčili cigarety s vyšším obsahom selénu? To hádam nie. Zato im však vrele odporúčam, aby tak ako ja prestali fajčiť.

Môže obsah selénu v strave súvisieť aj s inými chorobami? Kladná odpoveď nás už ani neprekvapuje. Podobne ako v predchádzajúcich kapitolách nachádzame opäť súvislosť so srdcovo-cievnyimi chorobami: v krvnom sére pacientov s akútnym infarktóm srdcového svalu sa našlo menej selénu ako v krvi zdravých ľudí. Veľmi nízke koncentrácie selénu v krvnom sére (pod 45  $\mu\text{g}$  v litri) sa našli opäť v súvislosti s klinickými prejavmi koronárnej choroby srdca. Znovu sa potvrdzuje, že faktor, ktorý môžeme dať do súvisu so vznikom rakoviny, napríklad nízky príjem selénu, hrá podobnú úlohu i pri chorobách srdca a ciev.

A nielen to. Prekvapivých súvislostí môžeme nájsť i viac.

V istej oblasti Číny (Keshan) sa vyskytuje zvláštna choroba srdcového svalu - endemická nekróza myokardu. Oblasť sa vyznačuje tým, že sa v nej nachádza len veľmi málo selénu. Osoby postihnuté touto chorobou mali denný prívod selénu do organizmu nižší ako 30 µg. Podávanie selénu (0,5 až 1,0 mg seleničitanu sodného raz týždenne - ústne) radikálne znížilo výskyt tejto choroby (z 13,5 prípadov na 1 000 obyvateľov v skupine, ktorá nedostávala selén, na 2,2 prípadov ochorení na 1 000 obyvateľov u ľudí, ktorým sa tento prvok podával).

Už sme spomenuli, že selén - aktiváciou enzýmu glutatiónperoxidázy - znižuje poškodenia orgánov, ktoré zapríčínajú kyslíkaté voľné radikály. Tieto radikály vyvolávajú aj tzv. peroxidáciu lipidov, tukových látok. Následkom takejto peroxidácie je vznik lipofuscínových farbív, stareckých hnedých škvŕn na pokožke, ale i v orgánoch starších ľudí. Takýmto účinkom selén, ktorý bráni peroxidácii lipidov, vlastne spomaľuje vznik lipofuscínu a v prenesenom zmysle slova oddŕaľuje starobu, ba možno i predlžuje život človeka!

Na záver však znovu pripomenieme niekoľko triezvych slov. I keď je dokázaný preventívny účinok selénu na prepuknutie rakovinového ochorenia, i keď selén zjavne blahodarne pôsobí i pri prevencii chorôb srdca a ciev, i keď pravdepodobne spomaľuje procesy starnutia, nie je univerzálnym všeliekom, nie je čarodejnou panaceou, ktorá nás ochráni od všetkých uvedených neuhov. Nesmieme zabudnúť, že blahodarný účinok selénu sa prejavuje len vo veľmi úzkom rozsahu koncentrácií tejto látky a že selén je vlastne svojou podstatou jedovatým prvkom. Bežná strava, predovšetkým celozrnné obilniny, zelenina, vajcia, morské ryby, obsahujú dostatok selénu na to, aby kryli potrebu nášho organizmu a chránili nás tak pred rakovinou a inými chorobami.

# 9.

## NAČO NÁM JE NESTRÁVITELNÁ STRAVA?

V ktoromsi vedecko-fantastickom románe sa píše o tom, že ľudia sa v budúcnosti budú stravovať výlučne tabletkami. Tieto tabletky vraj budú obsahovať potrebné množstvá látok, ktoré sa v organizme v plnej miere zužitkujú, dokonca ich telo nebude musieť ani len stráviť. Namiesto bielkovín, napríklad z mäsa, mlieka a vaječ, by takéto tabletky obsahovali vhodne vyváženú zmes stavebných prvkov týchto bielkovín - aminokyseliny. Aminokyseliny už netreba ďalej rozkladať trávením, ale telo ich môže zužitkovať bezprostredne na stavbu vlastných bielkovín. Tabletky by, prirodzene, obsahovali aj všetky potrebné vitamíny, stopové prvky, tuky a presne vypočítané množstvo cukru - zdroj energie organizmu. Podľa románu by teda dokonalé raňajky, obed či večera pozostávali z jediného chodu. Stačilo by prehltnúť dokonalú tabletku. Dobrú chuť! Jedinou látkou, ktorú by si okrem zázračnej tabletky telo vyžadovalo, by bola voda.

Prirodzene, takáto „strava“ by neobsahovala nijaké nestráviteľné zvyšky a, samozrejme, ani by sa nijaké exkrementy z tela nevylučovali - čiže v konečnom dôsledku by sa značná časť zažívacieho orgánu tela stala vlastne zbytočnou.

Potiaľto fantázia. Ak necháme bokom otázku, či si človek radšej pochutná na voňavej polievke, šťavnatom rezni a ovocnom šaláte, alebo prehltnie tabletku a zapije ju pohárom vody, zistíme, že tabletková strava nie je dnes ani taká nereálna, ako by sa to možno zdalo po prečítaní toho vedecko-fantastického románu. Vieme, že lekárska veda dnes dokáže zabezpečiť výživu človeka - napríklad po operáciách zažívacieho traktu či v dlhšom bezvedomí - i pomocou infúzie, roztoku s obsahom všetkých potrebných látok, priamo do žily. Takáto „parenterálna výživa“ môže zabezpečiť stravu i na dlhší čas - týždne, ba i celé mesiace. Inou otázkou však ostáva, či je takýto spôsob stravovania - buď vymyslenou tabletkou, alebo zavedením roz-



toku výživných látok do žily - vôbec vhodný a prijateľný pre normálneho človeka. Bežná strava človeka i živočíchov, predovšetkým zelenina a ovocie, obsahuje i nestráviteľné zvyšky, veľké molekuly zložené zvyčajne z polysacharidov (lignín, celulóza, hemicelulózy, pektíny a iné), ktoré zhrnieme pod spoločný názov vlákninová zložka stravy. Táto súčasť stravy prechádza bez zmien a zdanlivo i bez úžitku cez organizmus živočíchov a neprispieva nijako k výžive organizmu. Ozaj, načo nám je takáto neužitočná súčasť stravy, ktorá iba čo zvyšuje objem stolice? Nebolo by načas vážne uvažovať o strave v tabletkách?

Výsledky výskumu však v ostatnom čase viedli k prekvapivým zisteniam, ktoré nás nútia prehodnotiť názory na nestráviteľnú, vlákninovú súčasť stravy. Štatistické sledovania totiž poukázali na jednoznačnú súvislosť výskytu rakoviny hrubého čreva s vysokou sociálno-ekonomickou životnou úrovňou niektorých krajín. Zatiaľ čo výskyt tejto choroby v rozvojovej krajine Ugande je 3,5 prípadov na 100 000 obyvateľov ročne, výskyt rakoviny hrubého čreva v priemyselnej Západnej Európe a USA je omnoho vyšší, a predstavuje napríklad v štáte Connecticut až 57,8 prípadov na 100 000 obyvateľov ročne.

Porovnanie životných podmienok a charakteristík stravovania viedlo k názoru, že v chudobnejších krajinách, kde obyvatelia konzumujú predovšetkým lacnejšiu stravu, ktorá sa skladá prevažne zo zeleniny, a teda obsahuje viac nestráviteľných, vláknitých zložiek, je výskyt tejto choroby nízky. Naopak, vo vyspelých krajinách, kde podstatnú zložku stravy tvorí mäso - v ktorom je podiel „neužitočných“ vláknin nízky -, doplácajú obyvatelia na svoju hojnosť zvýšeným výskytom rakoviny hrubého čreva.

Isteže, uvedené vzťahy medzi chorobou a vlákninovou súčasťou stravy nie sú až natoľko jednoduché. Pri vzniku rakovinového ochorenia hrubého čreva zohrávajú úlohu i mnohé iné faktory, povedzme prítomnosť tukov či niektorých karcinogénnych látok v strave.

Úloha vlákninovej, nestráviteľnej súčasti stravy je však nesporná. Ľudí, ktorých strava obsahuje viac týchto látok, ohrozuje táto choroba v menšej miere ako osoby, ktorých strava pozostáva predovšetkým z úplne stráviteľných súčastí. Napríklad pri porovnaní charakteristík stravovania skupiny asi 200

osôb s rakovinou hrubého čreva s obdobnou skupinou zdravých ľudí sa ukázalo, že chorí konzumovali štatisticky významne menej vlákninovej stravy ako zdraví.

Akým spôsobom však chráni nestráviteľná súčasť stravy hrubé črevo pred rakovinou? Názorov je viac. Predovšetkým si treba uvedomiť, že vlákničky v strave zvyšujú objem stolice a zvyšujú i obsah vody v nej. Ďalej vieme aj to, že v črevnom trakte človeka sa nachádza i veľké množstvo mikroorganizmov, o ktorých sa predpokladá, že z niektorých súčasti stravy vytvárajú mutagénne a možno i karcinogénne látky. Napríklad teda hneď jedna z odpovedí nestráviteľne zvyšky stravy vytváraním väčšieho objemu stolice napomáhajú pravidelné vyprázdňovanie črevného traktu a urýchlené odstraňovanie škodlivých látok. Nestráviteľne, vlákninové súčasti akoby prečistili, „vydrhli“ celú sústavu čriev.

Prirodzene, výskum ukázal i logicky dôsledok zvýšenej konzumácie nestráviteľnej stravy: hmotnosť stolice a jej objem boli značne vyššie u osôb, ktoré požívali viac stravy bohatej na vlákniny.

V štrnástej kapitole Úprava na škodu veci sa budeme zaoberať vznikom karcinogénnych látok v strave nevhodnou úpravou. Japonskí výskumníci zistili, že niektoré mutagénne látky, ktoré vznikajú pri vysokej teplote z aminokyselín (napríklad tryptofánu) a tvoria preto často súčasť pečenej a vyprážanej stravy, sa vo zvýšenej miere viažu na nestráviteľný materiál rastlinných vlákien a spolu s ním opúšťajú organizmus. Takáto adsorpcia mutagénnych látok na nestráviteľný materiál vlastne odstraňuje škodlivé látky z organizmu a tým ho chráni pred rakovinou.

Niektorí výskumníci sa nazdávajú, že pri vzniku rakoviny čriev zohrávajú dôležitú úlohu i žľčové kyseliny a cholesterol. Predpokladajú, že tieto tzv. steroidné látky sa pôsobením mikroorganizmov v črevách menia na karcinogény, ktoré potom vyvolávajú túto chorobu. Navyše sa týmto účinkom vysvetľuje aj karcinogénny vplyv tukov v strave, zhruba nasledujúcim spôsobom: Žlč s obsahom steroidných látok je nevyhnutná pri trávení tukov - rozptyľuje totiž drobné kvapôčky tuku, „obalí“ ich vrstvou žľčových kyselín tak, aby sa tuk stal rozpustným vo vode a mohol cez tenké črevo preniknúť do krvi. Predpokladáme, že práve zo žľčových kyselín a cholesterolu vznikajú v črevnom trakte pôsobením mikroorganizmov karcinogénne látky!

Podľa tohto názoru za zvýšenú karcinogénnu tučnej stravy nezodpovedá natoľko samotný tuk, ale zlúčeniny žlče, ktoré nevyhnutne sprevádzajú tuky pri ich putovaní cez zažívací trakt. Ale kde sa do tohto kolotoča biochemických premien zapájajú vlákničky zo stravy? Predpokladá sa, že mutagénne produkty žlče, ktoré z nich vytvorili mikroorganizmy v črevách, sa adsorbujú, „nalepia“ na nestraviteľne zvyšky potravy a spolu s nimi opúšťajú organizmus.

My však vieme, že cholesterol má vzťah i k srdcovo-cievnyim chorobám. Bolo by teda možné, žeby nestráviteľné zvyšky stravy chránili organizmus i pred takýmito chorobami? I keď to znie možno neuveriteľne, zdá sa, že je to naozaj tak. Roku 1984 výskumníci ukázali, že osobám, ktoré trpeli zvýšeným obsahom cholesterolu v krvi, bolo možné znížiť obsah tejto látky zhruba o patinu (19 percent) tak, že počas 21 dní dostávali stravu obohatenú o 100 gramov ovsených otrúb alebo 115 gramov suchých fazulí denne. Tieto jedlá sa podávali vo forme polievky či prívarku zo suchých fazulí. Pokles cholesterolu v krvi u osôb, ktoré dostávali jednu z uvedených vlákninových prídavkov k strave, bol oproti osobám na strave s rovnakou joulovou hodnotou, ale bez prídavku vláknin, presvedčivý zníženie obsahu cholesterolu v krvi bolo štatisticky významne na úrovni  $p < 0,0005$ . Je to ďalšia ukážka platnosti tvrdenia, podľa ktorého faktor chrániaci pred vznikom rakoviny - v našom prípade nestráviteľná, vlákninová súčasť stravy - chráni organizmus i pred chorobami srdca a ciev.

Nie je bez zaujímavosti, že určité druhy rakovinových ochorení sa vyskytujú v podstatne nižšom počte u vegetariánov a u príslušníkov tých náboženských sietí, ktoré uprednostňujú zeleninovo-ovocnú diétu, bohatú na vlákninové zložky. A hádam nezaškodí, keď si zopakujeme niektoré zložky stravy, ktorá je bohatá na „neužitočnú“, nestráviteľnú súčasť. Sú to - celozrnný chlieb a pečivo, obilniny či ovsené vločky, strukoviny, najmä fazuľa, všetky druhy varenej či surovej zeleniny, dužinaté ovocie ako jablká, hrušky. Väčšina z nás zrejme radšej siahne po chutných plodoch záhradkára, ktoré navyše chráni zdravie nášho tela, akoby zatúžila po dokonale vyváženej chemickej strave, tabletku z vedecko-fantastického románu.

# 10.

## A OPÄŤ MALÉ ODBOČENIE

Doteraz sme hovorili jednak o karcinogénnych látkach, ktoré rakovinu vyvolávajú, jednak o látkach s protirakovinovým, preventívnym účinkom, antikarcinogénoch, ktoré organizmus pred touto chorobou chráni, nejakým spôsobom zabraňujú jej vzniku v tele. Ale ako vlastne vieme, ktorá látka vyvoláva túto chorobu a ktorá pred ňou chráni? Akým spôsobom testujeme karcinogénny, ale i ochranný účinok chemických látok?

Prirodzene, nieje možné testovať karcinogénny účinok látok na človeku. Medzinárodná organizácia zaoberajúca sa výskumom rakoviny (IARC, International Agency for Research on Cancer, Lyon, Francúzsko) veľmi starostlivo a opatrne hodnotí chemické látky predtým, ako ich zaradí do skupiny zlúčenín či prvkov, ktorých karcinogénny účinok sa dokázal. Za dôkaz karcinogenity považuje predovšetkým výsledok epidemiologickej štúdie s prísnyim štatistickým vyhodnotením výsledkov. V takej štúdií sa početnosť vzniku rakoviny v sledovanej skupine osôb, ktoré sa dlhšie obdobie, zvyčajne aspoň päť rokov, pravidelne dostávali do styku s predpokladanou karcinogénnou látkou, porovná s početnosťou vzniku tohto ochorenia u kontrolnej skupiny osôb, ktoré s danou látkou neprišli do styku. Prirodzene, obidve skupiny sa musia v čo najväčšej miere zhodovať, musia mať zhruba rovnaké vekové rozloženie, zhodný sociálno-ekonomický životný štýl, obdobný spôsob stravovania, musia žiť približne v rovnakých geografických podmienkach a podobne. Odlišovať sa môžu iba tým, že na sledovanú skupinu pôsobí (napríklad v pracovnom procese) látka, ktorej karcinogénny účinok sa testuje, zatiaľ čo osoby kontrolnej skupiny sa s touto látkou nedostávajú do styku. Ak sa v sledovanej skupine vyskytne vyšší počet ochorení na rakovinu ako u kontrolných osôb, potom sa bude karcinogénny účinok testovanej látky považovať za dokázaný.

Je zrejmé, že tento spôsob dokazovania karcinogenity je veľmi zložitý, nákladný a ťažkopádny. Okrem toho poukazuje na karcinogenitu tej-ktorej látky až po tom, čo bol človek jej účinku vystavený. Preto sa pokusy s dokazovaním karcinogénnych vlastností podozrivých látok vykonávajú na zvieratách, myšiach, potkanoch, chrčkoch. Skupinám zvierat sa pri takýchto pokusoch podá testovaná látka stravou či v pitnej vode, natieraním na pokožku či priamo injekciou do tela v odstupňovaných, vyšších a nižších dávkach, a po dlhý čas, ktorý je zvyčajne porovnateľný s celým obdobím života príslušného druhu zvierat, sa v nich sleduje početnosť vzniku ochorení na rakovinu. Stav chorobnosti takýchto skupín pokusných zvierat sa opäť porovná s kontrolnou skupinou, ktorá testovanú látku nedostala.

Niekedy sa používa ešte presnejší spôsob testovania: z niektorého tkaniva pokusného zvieratá sa vyberie istý počet buniek, ktoré sa potom pestujú in vitro, v sklenených nádobách. Tam na tieto oddelené, ale živé bunky pôsobí látkou, ktorej karcinogénny účinok sa testuje. Potom sa chemická látka odstráni, bunky sa premyjú a vložia späť do pôvodného organizmu zvieratá. Ak testovaná chemická látka bunky premenila na rakovinové, zvierat ochorie; v opačnom prípade ostane zdravé.

Aj tento spôsob zisťovania karcinogenity je zdĺhavý a nákladný. Navyše je neobyčajne ťažké odhadnúť, či niektorá látka, ktorá je karcinogénna napríklad pre potkana, bude mať účinok i na človeka. Zistilo sa, že spomedzi všetkých látok, ktoré boli karcinogénne pre myši, iba asi 80 percent bolo karcinogénnych pre potkanov - teda druh blízky myšiam - a naopak. A tak najväčšou chybou krásy zisťovania karcinogenity látok na zvieratách je, že stanovené výsledky ešte nemusia byť platné i pre človeka. Zato však takéto pokusy jasne naznačujú nebezpečenstvo, ktoré by mohlo ohroziť aj človeka.

Istou pomocou pri hodnotení karcinogénnych vlastností rôznych chemických látok je, že väčšina (asi 85 percent) látok, ktoré sú karcinogénne, sú zároveň aj mutagénne. Mutagénnymi nazývame tie látky, ktorých pôsobenie ovplyvní genetický materiál bunky tak, že potomstvo týchto buniek je pozmenené, zvyčajne menejcenné oproti potomstvu obdobných buniek, na ktoré tieto látky nepôsobili. Ak sa teda zistí, že niektorá látka má mutagénne vlastnosti, môžeme ju oprávnenne podozrievať

i z karcinogenity. Predpokladá sa, že miestom zásahu karcinogénnych i mutagénnych látok v bunke je jej jadro, presnejšie, genetický materiál jadra, teda DNA.

Prirodzene, ani toto pravidlo neplatí bez výnimiek. Poznáme i také mutagénne látky, ktoré nie sú karcinogénne, ale i naopak, karcinogénne, ktoré však nemajú mutagénne účinky. V každom prípade zisťovanie mutagénnych vlastností látok býva dôležitým vodidlom pri hodnotení ich karcinogénnych vlastností.

Ako sa však hodnotí mutagenita chemických látok? Na celom svete sa dnes používa vcelku jednoduchý test, ktorý sa vykonáva na baktériách *Salmonella typhimurium*. Vypracoval ho profesor Bruce N. Ames v Kalifornii, preto sa nazýva i Amesovým testom. Normálne, „divé“ baktérie *Salmonella typhimurium* sú schopné vytvárať si všetky tie aminokyseliny, ktoré potrebujú na stavbu svojho tela. To znamená, že pri ich pestovaní v kultúrach buniek netreba do ich prostredia pridávať nijakú zvláštnu aminokyselinu. Podarilo sa však vypestovať také geneticky pozmenené, „vyšľachtené“ kmene týchto baktérií, ktoré nie sú schopné vytvárať nevyhnutnú aminokyselinu histidín. Ak sa má takýto „vyšľachtený“ kmeň baktérií v živnej pôde množiť, treba do kultúry nevyhnutne pridať spomenutú aminokyselinu.

Keď na kmene takto vyšľachtených baktérií pôsobí mutagénna látka, môže v nich vyvolať mutáciu, ktorá zvráti tento vyšľachtený kmeň späť na divý, teda taký, ktorý sa môže množiť i na živnej pôde bez histidínu. Ak testovaná látka nie je mutagénna, vyšľachtený kmeň ostáva v pôvodnej podobe a baktérie sa bez histidínu nemôžu množiť. A tak Amesov test mutagenity spočíva vlastne v nasledovnom: na vyšľachtené kmene *Salmonella typhimurium* sa v živnej pôde, v kultúre baktérií pôsobí testovanou látkou. Po nejakom čase účinku sa testovaná látka odstráni a baktérie sa prenesú do živnej pôdy, ktorá neobsahuje histidín. Ak sa baktérie nemnožia, ostali vlastne pôvodným, vyšľachteným kmeňom a skúmaná látka nie je mutagénna. Ak sa však začnú intenzívne množiť i na živnej pôde bez histidínu, znamená to, že sa mutáciou vrátili späť na divý kmeň, a dokážu si histidín samy vytvárať. V tomto prípade testovaná chemická látka vyvolala mutáciu a možno ju teda považovať za mutagénnu.

Postupne sa však začína pracovať i s takými testami na bakté-

riách a bunkách, ktoré by mohli poukázať priamo na karcinogenitu testovaných látok. Normálne ľudské fibroblastové bunky sa môžu množiť iba prichytené o nejakú pevnú podložku, hoci sklo, a vytvárajú iba jedinú vrstvičku buniek, uložených vedľa seba ako parkety na dlážke či obkladačky na stene. Naproti tomu transformované ľudské bunky rakovinového charakteru sa množia neusporiadane i v niekoľkých vrstvách nad sebou a nemusia byť prichytené na pevnej podložke. A tak jeden z testov karcinogenity danej látky na fibroblastových bunkách ľudského pôvodu môže spočívať v nasledujúcom pokuse: na normálne ľudské fibroblastové bunky v kultúre sa pôsobí roztokom látky, ktorej karcinogenitu chceme testovať. Po istom čase testovanú látku odstránime a bunky preniesieme do prostredia veľmi hustej tekutiny (3-percentný roztok agaru). V tomto hustom prostredí sa bunky nemôžu voľne pohybovať. Normálne bunky sa teda nemôžu dostať k pevnej podložke a nemnožia sa, naproti tomu bunky, ktoré testovaná látka premenila, transformovala, sa prudko množia i bez pevnej podložky a vytvárajú nepravidelné zhluky, kolónie potenciálne rakovinových buniek.

Oba uvedené testy - Amesov i test bunečnej transformácie - iba naznačujú pravdepodobnú karcinogenitu testovanej látky, ale nie sú jej dôkazom. Tieto vcelku jednoduché a ľahšie uskutočniteľné testy nám však môžu označiť látky, ktoré sú podozrivé z karcinogénneho účinku a ktoré treba dôkladne otestovať na zvieratách. Musíme znova zdôrazniť, že pri hodnotení toho, či nejaká látka je, alebo nie je karcinogénna, treba postupovať i rozhodovať mimoriadne opatrne.

A čo testy chemopreventívneho, protirakovinového účinku? Ako sa vlastne zisťuje ochranný účinok niektorých látok na organizmus? Vcelku obdobne, ako sa skúša karcinogénny účinok látok na zvieratách. Jedna skupina zvierat dostáva v strave či pitnej vode nejaký čas - dni, týždne - istú látku, ktorej protirakovinový účinok sa testuje. Druhá skupina zvierat žije bez tejto látky. V istom čase obidve skupiny zvierat zároveň dostanú silnú dávku niektorej jednoznačne karcinogénnej látky. U oboch skupín zvierat sa potom za dlhší čas po podaní karcinogénu - týždne, mesiace - hodnotí vznik rakovinového ochorenia. Ak u skupiny, ktorá dostávala látku s očakávaným ochranným účinkom, vznikne štatisticky významne nižší počet ochorení ako u skupiny zvierat bez tejto látky, dá sa odôvodne-

ne predpokladať, že testovaná látka vo väčšej či menšej miere chráni organizmus pokusného zvierťa pred navodením ochorenia na rakovinu.

Ochranný účinok pred vznikom rakovinového ochorenia sa zisťuje i na základe veľkých epidemiologických a štatistických štúdií. Napríklad výrazne nízky výskyt istých druhov rakoviny v zemepisných oblastiach s nápadne vysokou koncentráciou istých látok v prostredí, ako sme to videli v prípade povedzme stopových prvkov selénu a horčíka, nasvedčuje, zdá sa, ochrannému pôsobeniu príslušnej látky proti tejto chorobe. Pochopiteľne, v takýchto prípadoch je nevyhnutné overiť si skutočný ochranný účinok príslušných látok i vhodne usporiadaným pokusom.

Sú však výsledky získané pokusmi v uvedenom usporiadaní skutočne relevantné? Ináč povedané, sme si istí tým, že nejaká látka musí ozaj v každom prípade navodiť rakovinu, a naopak, že ochranný účinok tej-ktorej látky je zaručený?

Musíme si predovšetkým uvedomiť, že vznik rakovinového ochorenia závisí od mnohých faktorov. Rôzne látky pôsobia na rôzne tkanivá rôznych biologických druhov, ktoré sú v rozličnom veku, majú rozličnú imunologickú odolnosť, výživu a rozličné životné podmienky, prirodzene, i rôznym spôsobom. Navyše do organizmu človeka či zvierťa sa dostáva odrazu toľko rozličných látok, že je veľmi obťažné pripísať vznik ochorenia iba jedinému, podstatnému faktoru. Vieme zatiaľ veľmi málo o súčasnom účinkovaní dvoch či viacerých látok v organizme a o ich karcinogénnom či ochrannom účinku. Iba v podmienkach úplne neprirodzeného pokusu pôsobí na zviera jediná karcinogénna látka; v skutočných podmienkach ide vždy o súhrn mnohých rozličných látok, ktoré účinkujú na istý organizmus v istom čase.

Ak napríklad chráni nejaká dávka vitamínu A samice potkana pred rakovinou prsníkov, ktorú sa v nich pokúsili navodiť karcinogénnou látkou DMBA, to ešte neznamená, že tento vitamín chráni aj iné tkanivá alebo že ochraňuje zviera aj pred účinkami iných karcinogénnych látok.

Navyše nezabúdajme, že vznik rakovinového ochorenia -ale i ochrana pred ním - je vždy procesom štatistickým. Tá istá dávka karcinogénu, podaná dvom potkanom, môže u jedného z nich vyvolať prudké ochorenie, zatiaľ čo druhé zviera ostane zdravé. Podobne isté množstvá látok s ochranným účinkom



pred rakovinou jeden organizmus bezpečne ochráni pred účinkom karcinogénnych látok, zatiaľ čo druhý nie.

Z týchto dôvodov musíme o účinku karcinogénnych látok aj o účinku látok s ochrannou povahou uvažovať iba z hľadiska pravdepodobnosti. Zatiaľ čo karcinogénne látky v organizme zvyšujú riziko vzniku tejto choroby (ale neznamenajú istotu ochorenia), látky s protirakovinovým, ochranným účinkom riziko ochorenia štatisticky znižujú (ale, žiaľ, neznamenajú absolútnu ochranu).

Z tohto hľadiska treba hodnotiť vplyv látok, ktorých sa v životnom či pracovnom prostredí nevyvarujeme. Na jednej strane treba zachovávať čo najvyššiu opatrnosť pri styku s karcinogénnymi látkami, ale neupadať pritom do paniky. Na druhej strane treba využívať ochranný účinok známych protirakovinových látok, ale nedať sa pritom ukolísať pocitom falošného bezpečia. V každom prípade pri hodnotení jedného či druhého účinku týchto látok na človeka si treba zachovať opatrnosť, trieťvzu rozvahu a pamätať na zlatú strednú cestu: nedovoľiť, aby do organizmu vniklo väčšie množstvo karcinogénnych látok, ako je to ozaj nevyhnutné; no ani neopodstatnene neužívať často „módne“ ochranné, protirakovinové preparáty.

# 11.

## ANTIOXIDANTY ZA ...

Do potravín, ktoré treba dlhší čas uchovať, pridáva potravinársky priemysel niektoré prísady. Ich úlohou je predĺžiť požívateľnosť potravín, zabrániť tomu, aby sa pokazili, uchovať čo najdlhšie ich čerstvý stav. Ak by som chcel v tejto súvislosti použiť výrazy z biológie a lekárstva, mohol by som napísať, že tieto prísady majú za úlohu uchovať „zdravie“ potravín a predĺžiť ich „život“.

Čo sú to vlastne za látky a akým spôsobom uchovávajú nezávadnosť potravín? Hádam najbežnejší spôsob, akým sa potravinu ničia - okrem rozkladu mikroorganizmami, ktorým sa účinne bránime sterilizáciou -. je oxidácia, oksyľičovanie. Všadeprítomný kyslík, buď sám, alebo vo forme kyslíkatých radikálov (radikálmi nazývame chemicky neobyčajne reaktívne zlomky molekúl) oxiduje látky, prítomné v potravinách a robí ich nepožívateľnými. Prídavok takých látok, ktoré zabraňujú oksyľičovaniu potravín, vlastne dlhšie uchováva ich požívateľnosť. Tieto látky, ktoré bývajú chemicky dosť rozdielne, nazývame antioxidantami.

Dva z antioxidantov, ktoré sa najčastejšie používajú v potravinárskom priemysle, sú butylhydroxytoluén (BHT) [2.6-di-tert-butyl-p-krezol] a butylhydroxyanizol (BHA) [2,(3)-tert-butyl-4-hydroxyanizol]. Pridávajú sa do potravín v množstvách asi 0,1 až 0,5 percenta. Tieto látky sa vplyvom kyslíka alebo kyslíkatých radikálov veľmi pohotovo oksyľičujú, a tým chránia iné, biologicky dôležitejšie molekuly pred ničivým účinkom kyslíka. Dnes sa v potravinárskom priemysle používa mnoho rôznych prídavkov-antioxidantov, ale ich poslanie a spôsob účinku sú zakaždým rovnaké: chránia potraviny pred poškodením kyslíkom tak, že sa sami oxidujú a viažu kyslík na seba. V ďalšom sa budeme zaoberať predovšetkým uvedenými dvoma látkami, BHT a BHA, ale účinok ostatných antioxidantov je, až na nepatrné rozdiely, obdobný.

V prvom odseku som uviedol, že tieto látky uchovávajú

„zdravie“ a predlžujú „život“ potravín tým, že zabraňujú ich oxidácii. Ale deje oksylichovania sú procesmi, ktoré prebiehajú v každom organizme, v každom živom tkanive v priebehu ich života a starnutia! Ba čo viac, procesy starnutia živého sú úzko podmienené dejmi oksylichovania. Tkanivo či živočích, v ktorom oksylichovanie prebieha intenzívnejšie, rýchlejšie starne a dožíva sa kratšieho veku. V tejto súvislosti napadla výskumníkom myšlienka: ak antioxidanty uchovávajú „zdravie“ potravín a predlžujú ich „život“, nemohli by účinkovať podobne i v samotnom organizme?

Za myšlienkou nasledovali pokusy, veľa pokusov, ktoré dali jednoznačnú a vlastne už očakávanú odpoveď: áno, antioxidanty pridávané do stravy pokusných zvierat predlžili ich život v porovnaní s obdobím života zvierat, ktorým tieto látky chýbali.

Nebudeme sa však ďalej podrobnejšie zaoberať týmto hľadiskom účinku látok s antioxidačnými vlastnosťami, nateraz sa uspokojíme s poznatkom, že zvieratá, ktoré dostávajú viac antioxidantov, prežívajú dlhšie. Ba platí to nielen o „umelých“ antioxidantoch, akými sú BHT a BHA, ale aj o mnohých prirodzených antioxidantoch, akými sú vitamíny E a C, karotenoidy, glutatión a ďalšie, ktoré vo väčšej alebo menšej miere hrajú kladnú úlohu pri uchovávaní zdravia a predĺžení života. Dokonca sa zistilo, že organizmy lepšie vybavené enzýmami, ktoré ničia kyslíkaté voľné radikály a chránia tak dôležité biologické štruktúry pred oksylichovaním (superoxiddismutáza, kataláza, glutatiónperoxidáza), prežívajú dlhšie ako živočích, ktoré majú týchto enzýmov menej.

Vráťme sa však k „umelým“ antioxidantom. Pokusy, ktoré sa vykonali, keď tieto látky začali byť zaujímavé z hľadiska predĺženia života zvierat, ukázali i ďalší prekvapujúci poznatok: antioxidanty chránili pokusné zvieratá pred vznikom rakovinového ochorenia.

Ak sa zamyslíme nad faktami, zistíme, že tento poznatok ani nie je nelogický: antioxidanty môžu predlžiť život pokusného zvieratá tak, že ho ochránia pred niektorými chorobami, napríklad pred vznikom rakoviny. Ale posledné slovo, tak ako v celom výskume, musí i v tomto prípade povedať prax, teda skutočný pokus. A pokusy na zvieratách potvrdili očakávané: prídavok antioxidantov k strave zvierat ich do istej miery chránil pred ochorením na rakovinu.

Na ilustráciu tu opíšeme jeden z veľmi veľkého počtu pokusov tohto druhu. Mladé potkany od tretieho týždňa života rozdelili do troch skupín: jedna dostávala stravu bohatú na nenasýtené tuky, druhá dostávala prevažnú časť nasýtených tukov a tretia bola na nízkotukovej diéte. Zvieratá vo všetkých troch skupinách rozdelili na dve polovice: prvá z nich dostávala od tretieho týždňa v uvedenej diéte ešte aj 0,3 percenta (podľa hmotnosti) antioxidantu BHT; druhá polovica skupiny zvierat však túto látku nedostávala. Na päťdesiaty deň života všetky zvieratá dostali v potrave silnú dávku karcinogénnej látky DMBA (dimetylbenzantracén). V každej z takto vytvorených šiestich skupín bolo asi tridsať zvierat. Všetky zvieratá sledovali až do veku dvestotridsiatich dní a zisťovali, či v ich tele, predovšetkým v prsníkoch, nastane rakovinový rast.

V skupine zvierat, ktoré nedostávali v strave antioxidant, vznikla rakovina prsníkov (adenokarcinóm) vo veľmi vysokom počte prípadov: v skupine s nenasýteným tukom v diéte dosiahla 100 percent, v skupine s nasýteným tukom 77 percent, zato v skupine s nízkym obsahom tuku v strave bol najnižší, iba 43 percent. Tieto výsledky takisto potvrdzujú pôsobenie tukov na karcinogézu.

Celkom iná však bola situácia u zvierat, ktoré dostávali rovnaké obsahy tukov v strave: dostali i rovnakú dávku karcinogénu DMBA, ale mali v strave navyše i malé množstvo antioxidantu BHT. V skupine zvierat na diéte s vysokým obsahom nenasýtených tukov klesol výskyt rakoviny prsníkov o 47 percent, teda skoro o polovicu! Ešte väčší pokles výskytu tejto choroby zistili v skupine, ktorá dostávala stravu s obsahom nasýtených tukov. V tejto skupine poklesol počet zvierat s rakovinou o viac ako polovicu, až o 53 percent! Najnižší pokles zaznamenali výskumníci v skupine zvierat s nízkym obsahom tuku v strave - pravdepodobne preto, že i samotný výskyt tejto choroby v skupine, ktorá dostávala stravu bez antioxidantu, bol dosť nízky.

Oprávňujú nás tieto výsledky k radostnému jasanu? K istému optimizmu áno, nie však k eufórii. Prídavok antioxidantu výskyt tejto choroby síce štatisticky znížil, ale celkom neodstránil. Výskumníkom, ktorí vykonali spomínaný pokus, sa výsledky nepodarilo zopakovať s antioxidantom BHA, ktorý má štruktúru značne podobnú látke BHT. Ak pridali do stravy 0,3 percenta tretieho antioxidantu, propylgallátu, dosiahli síce zní-

ženie počtu ochorení, ale nie natoľko výrazné ako v prípade BHT. V námietkach by sme mohli pokračovať: či je vôbec vhodné uvažovať o ochrannom účinku BHT na človeka z pokusu na potkanoch; jednorazová obrovská dávka jediného karcinogénu v potrave je „nefyziologická“ v tom zmysle, že v skutočnom živote sa takýto prípad nemôže vyskytnúť, a tak ďalej a tak ďalej.

Tieto a podobné pokusy predsa len dávajú nádej a dôvod na opatrný optimizmus: možno s určitosťou tvrdiť, že antioxidanty nejakým spôsobom zasahujú do mechanizmu vzniku rakoviny, a že za istých podmienok sú schopné aspoň čiastočne organizmus pred touto chorobou ochrániť.

Dnes sa predpokladá, že optimálna denná dávka antioxidantu BHA je asi 0,6 mg na kilogram telesnej hmotnosti. Oba antioxidanty, BHT aj BHA, ako aj iné, chemicky podobné zlúčeniny sa považujú za typicky preventívne látky. To znamená, že redukujú výskyt ochorenia na rakovinu predovšetkým vtedy, ak sú v organizme prítomné už pred zásahom rakovino-tvorného faktora. Zato - do istej miery! - boli tieto antioxidanty schopné chrániť telo pred škodlivým zásahom i v takom prípade, keď sa do organizmu dostali zároveň alebo i po pôsobení karcinogénnej látky. Na to, aby sa ochranný účinok antioxidantných prípravkov v našej strave mohol plne využiť na ochranu zdravia človeka, treba však ešte veľa skúmať, urobiť veľa pokusov, a predovšetkým veľa myslieť.

# 12.

## ... A PROTI

Akým spôsobom antioxidanty vykonávajú svoju úlohu, ako chránia organizmus pred účinkom karcinogénnych látok?

Ťažisko ich účinku spočíva pravdepodobne v ich antioxidatívnych vlastnostiach. Kyslíkaté voľné radikály, ktoré v organizme vznikajú buď účinkom ionizujúceho žiarenia, alebo i normálnymi metabolickými procesmi, sú schopné vytvoriť v organizme ďalšie radikály, ktoré môžu pôsobiť na DNA jadra bunky a zmeniť ju na rakovinovú. Antioxidanty znižujú výskyt kyslíkatých voľných radikálov v tkanivách, a tým znižujú i pravdepodobnosť ich spojenia s DNA, čo sa môže prejaviť i redukovaním počtu ochorení na rakovinu.

Bádatelia však oprávnené predpokladajú aj iné mechanizmy pôsobenia antioxidantov. Ak sa pokusnému zvieratú podá karcinogén DMBA, jeho koncentrácia v tkanive prsných žliaz je najvyššia šesť hodín po podaní. Ak zvieratú dostáva i antioxidanty, tak množstvo DMBA dosahuje vrchol až za dvanásť hodín a je ho v tkanive menej. Zdá sa, že antioxidanty zabraňujú vstupu karcinogénov do tkanív a urýchľujú ich vylučovanie z organizmu.

Ďalej sa zistilo, že zvieratá, ktoré dostávali v strave antioxidanty, vyplavujú väčšie množstvo žlče. Pečeň je najdôležitejším orgánom odstraňujúcim jedovaté látky z organizmu a vylučuje ich predovšetkým do žlče, ktorá potom odchádza cez zažívací trakt so stolicou. Predpokladáme preto, že antioxidanty v strave urýchľujú odstraňovanie škodlivých látok, medzi nimi i karcinogénov v pečeni a chránia tak organizmus pred ich účinkom.

Niekedy však môže byť toto urýchlené vylučovanie škodlivých látok účinkom antioxidantov i škodlivé. Napríklad karcinogénna látka aflatoxín, ktorú môžu vytvárať plesne na krmive dobytky, sa účinkom antioxidantov vo zvýšenej miere vylučuje z organizmu kráv do mlieka, a môže tak ohroziť nielen zdravie teliat, ale i ľudí.

Treba pripomenúť, že na nesmiernu rôznorodosť možných

karcinogénnych zásahov, akými sú rozličné chemické látky, rôzne druhy žiarenia či niektoré vírusy, odpovedajú jednotlivé tkanivá organizmu cicavcov rôzne. Niektoré antioxidanty chránia isté tkanivá pred účinkami niektorých karcinogénov, v iných tkanivách však môžu byť neúčinné, ba dokonca môžu podporovať zhubný rakovinotvorný účinok. Iné antioxidanty chránia dané tkanivo daného druhu pokusného zvierťa pred daným karcinogénnym účinkom, zato v inom tkanive iného druhu zvierťa môžu hrať práve opačnú úlohu. Tak ako karcinogénnych látok, i antioxidantov je veľa rozličných druhov a je nesmierne ťažké nájsť spoločného menovateľa ich účinku na organizmus. Okrem toho významnú úlohu zohráva i prítomnosť iných, tretích látok, napríklad tukov či niektorých vitamínov, ktoré môžu rozhodujúcim spôsobom ovplyvniť vzájomný účinok karcinogénov a antioxidantov. Tieto látky môžu v konečnom dôsledku rozhodnúť, či sa z určitého antioxidantu stane „štit“ chrániaci organizmus, alebo „meč“, ktorý zhubný účinok karcinogénu v tele ešte znásobí.

Vidíme teda, že antioxidanty nehrajú jednoznačnú, výlučne blahodarnú úlohu pri predĺžení veku živočíchov a ich ochrane pred vznikom rakoviny. Intenzívny výskum antioxidantov vo svete priniesol aj také výsledky, ktoré nabádajú na opatrnosť pri používaní antioxidantov v potravinárstve. U zvierat, ktoré dostávali vyššie koncentrácie antioxidantov (buď 2 percentá BHA, alebo 1 percento BHT, či 5 percent askorbátu sodného), vyvolali pomocou karcinogénnej látky metylnitrozourey rakovinu močového mechúra. A rakovinové ochorenie tohto orgánu vzniklo vo vyššom počte prípadov u zvierat, ktoré dostávali uvedené antioxidanty, ako u tých, ktoré antioxidanty nedostávali! Iste, podávané dávky antioxidantov boli v tomto pokuse niekoľkonásobne vyššie ako koncentrácie používané v potravinárstve. I keď dnes prevláda názor, podľa ktorého ani vysoké dávky samotných antioxidantov rakovinu vyvolať nemôžu, nie je vylúčené, že za istých okolností umožnia antioxidanty karcinogénom, ktoré sa už do organizmu dostali, dokončiť ich zhubné dielo. Z tohto dôvodu treba zachovať striedmosť a nepreháňať používanie antioxidantov v nádeji, že nás ochráni pred touto chorobou. Zato by bolo nerozumné hodiť túto skupinu látok cez palubu a nevyužiť ochranu, ktorú nám v boji proti rakovine môže poskytnúť.

Na jednej strane možno uviesť celý rad pokusov, v ktorých

antioxidanty v strave chránili pokusné zvieratá pred účinkom karcinogénnych látok. Napríklad BHA alebo aj iné antioxidanty v strave silne znížili obsah mutagénnych metabolitov karcinogénu benzo(a)pyrénu, podaného myšiam. Zároveň tieto látky zvýšili aktivitu enzýmu, ktorý odstraňuje karcinogény z tela. Už 0,5 percenta BHT v strave chránilo pokusné zvieratá pred karcinogénnymi účinkami intenzívneho ultrafialového žiarenia. Rovnaké množstvo BHA v strave myši bránilo nadviazaniu karcinogénnych metabolitov benzo(a)pyrénu na DNA jadra bunky. Keďže toto spojenie sa považuje za prvý krok v premene bunky na rakovinovú, možno odôvodnene predpokladať, že BHA bráni premene bunky na rakovinovú pôsobením karcinogénu. Vo výpočte podobných faktov by sa dalo ešte dlho pokračovať.

Na druhej strane sa však množia dôkazy o škodlivosti najmä vyšších množstiev antioxidantov. V skupine potkanov, ktorej podávali stravu s nízkym alebo vysokým obsahom BHA, od šesť týždňov do stodvanásť týždňov zisťovali vznik karcinómu v predžalúdku, a to bez podania karcinogénnej látky. Zatiaľ čo v skupine zvierat s nižším prívodom BHA karcinómy nevznikli, u potkanov, ktoré dostávali vyššie koncentrácie BHA, vznikol u 34,6 percenta samcov a 29,4 percenta samíc karcinóm predžalúdku. Pokusy ukazujú i na to, že vyššie dávky antioxidantu BHT môžu vyvolať u pokusných zvierat rakovinu pečene.

Treba spomenúť, že tak v účinku karcinogénnych látok, ako aj v pôsobení ochranných látok, najmä antioxidantov, hrá nemalú úlohu druh tkaniva, na ktoré tieto látky pôsobia. Jedno tkanivo môže byť vnímavejšie, citlivejšie na istú karcinogénnu látku ako druhé. Podobne možno s istou pravdepodobnosťou predpokladať, že niektoré antioxidanty budú chrániť isté druhy tkanív pred účinkom niektorých karcinogénov, ale nebudú poskytovať dostatočnú ochranu pre iné tkanivá alebo pred účinkom iných karcinogénnych látok.

Zdá sa teda, že aj prídavky antioxidantov k strave môžu byť dvojsečnou zbraňou proti rakovine: ich nízke koncentrácie môžu organizmus chrániť pred účinkami karcinogénnych látok, ale nie je vylúčené, že vyššie dávky budú v organizme podporovať karcinogénny účinok istých cudzorodých látok.



# 13.

## PRAŽENÉ, ÚDENÉ . . .

Jedným z najväčších vynálezov našich prapredkov bol spôsob, ako uchovať potraviny, predovšetkým mäso, v požívateľnom, neskazenom stave dlhšie obdobie. Ak praveká tlupa zabila mamuta, musela z neho najväčšiu časť skonsumovať čo najskôr, aby sa predišlo hnilobe a rozkladu mäsa. I na prekonalenie dlhých období hladu v zime bolo pre človeka na úsvite civilizácie nevyhnutné nájsť nejaký spôsob uchovania, konzervovania mäsa.

Človek na počiatku civilizácie skutočne našiel spôsob, ktorý mu pomohol predĺžiť požívateľnosť mäsa, uchrániť ho pred hnilobou. Objavil údenie. Potravinársky priemysel používa dodnes tento prastarý spôsob úpravy mäsa. Dnes však údime nielen mäso, ale aj syry a ryby, a treba podotknúť, že cieľom údenia už nie je nutnosť uchovať potraviny v požívateľnom stave, no predovšetkým zlepšiť chuťové kvality jednotlivých zložiek potravy. Môžeme však proces údenia a údené potraviny považovať za zdravotne úplne neškodné?

Proces údenia spočíva v tom, že na potraviny, predovšetkým mäso a ryby, pôsobí dym a sadze z pomaly horiaceho, nie príliš suchého dreva. Drobné čiastočky sadzí sa usadzujú na povrchu mäsa, ba prenikajú i do jeho vnútra. Tieto čiastočky spomaľujú prirodzený rozklad mäsa, predlžujú jeho požívateľnosť a dodávajú mu zvláštnu, lahodnú údenú chuť. My však vieme, že v procese nedokonalého spaľovania, teda všade tam, kde uhlík nezhorí úplne na oxid uhličitý, vznikajú zložité uhlíkaté látky, ktoré tvoria súčasť dymov či sadzí. Chemici ich nazývajú polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU). Tieto látky vznikajú všade tam, kde nejaká uhlíkatá látka podlieha zvýšenej teplote, ale nie takej vysokej, aby zhorela úplne. PAU sú vo výfukových plynách áut, v dyme cigariet či komínov domov, práve tak ako v exhalátoch tepelných elektrární, vznikajú pri spaľovaní uhlia, nafty, dreva, a sú i v dyme, ktorým údime.

Asi začiatkom nášho storočia sa zistilo, že PAU vznikajú i pri

spracovaní akýchkoľvek organických látok, ktoré obsahujú uhlík, pri zvýšenej teplote. Tak sa táto skupina látok našla napríklad v asfaltoch po spracovaní ropy (nafty) i v dechte z uhlia či dreva. Navyše sa zistila jedna biologicky nesmierne významná vlastnosť PAU, že niektoré látky z tejto skupiny môžu vyvolať u zvierat a i človeka rakovinu.

Z toho vyplýva aj odpoveď na našu otázku: Údenie, dymy a sadze, či už v ovzduší alebo v údených potravinách, nie sú zo zdravotného hľadiska neškodné, ba môžu vyvolať túto chorobu.

Zájmem a úsilie výskumných pracovníkov v období medzi dvoma svetovými vojnami umožnili v látkach, ktoré sa tvoria po spracovaní uhlíkatých látok pri vyššej teplote - predovšetkým v asfaltoch a dechtoch -, odhaliť a izolovať celý rad jednotlivých PAU. I dodnes sa hľadajú - a nachádzajú - vždy nové, ďalšie látky z tejto skupiny zlúčenín, zložitými procesmi plynovej chromatografie a hmotnostnej spektrometrie sa stanovuje ich štruktúra. Biologická účinnosť, predovšetkým karcinogenita týchto látok sa skúša na celých hekatombách pokusných zvierat, pomocou najmodernejších počítačov sa výskumníci pokúšajú nájsť vzťah medzi chemickou štruktúrou látok a ich biologickou vlastnosťou - karcinogenitou. Dnes už poznáme niekoľko desiatok PAU, ktoré sú viac či menej karcinogénne, a niekoľko sto takých, ktorých karcinogénny účinok sa nepreukázal. Niektoré z nich, napríklad benzo(a)pyrén či dibenzo(a,i)pyrén patria medzi najsilnejšie známe karcinogény. Nie je bez zaujímavosti, že látky s celkom rovnakým zložením ako uvedené dva príklady PAU, ktoré sa od nich líšia iba malou zmenou štruktúry, menovite benzo(e)pyrén a dibenzo(a,e)pyrén sú karcinogénne iba vo veľmi malej miere, vlastne ich možno považovať za nekarcinogénne. Možno právom tvrdiť, že PAU tvoria dnes najlepšie preskúmanú skupinu spo- medzi látok s karcinogénnymi vlastnosťami.

Čo však majú tieto fakty a úvahy spoločné so stravou? Hádam sme príďaleko odbočili od našej témy? Možno ani nie. Zistilo sa totiž, že v údených potravinách sa skutočne nachádzajú karcinogénne PAU, okrem iných aj benzo(a)pyrén (BaP). Napríklad, niektoré údeniny obsahujú od 1 do 10  $\mu\text{g}$  BaP na kg hmotnosti. Pritom domácky údené mäso obsahuje tejto látky viac ako obchodné produkty. V niektorých druhoch údených syrov sa našlo asi 4 až 6  $\mu\text{g}$  BaP na kg syra. V silne údených rybách sa ho dokonca zistilo až 60  $\mu\text{g}$  na kg!

Pritom si treba uvedomiť, že obsah BaP v pevných čiaštočkách sadzí tvorí iba malú časť celkových karcinogénnych látok, ktoré sú prítomné v PAU. I keď už čiastočne poznáme karcinogénny účinok jednotlivých uhľovodíkov, nepoznáme zatiaľ biologický účinok ich spoločného pôsobenia na organizmus.

Dozvedeli sme sa, že PAU môžu vznikáť pri tepelnom spracovaní organických látok. A kde inde sa tepelne spracávajú organické látky - potraviny - vo väčšej miere ako v kuchyni, na peci? Zistilo sa, že BaP obsahujú i pripálené a do tmavá vypražené časti pokrmov, napríklad mäso opekané na drevenom uhľí či pripálené mäso, do tmavá vypražané zemiakové lupienky či olej, ktorý sa niekoľkokrát použil na vypražanie. Osobitnú zmienku si zasluhuje káva, ktorá sa pražením do hne-da taktiež obohacuje o tieto látky.

Ale poďme ešte ďalej. Keďže sa dymy, sadze a pevné čiaštočky exhalátov z komínov usadzujú i na pôde, dostávajú sa cez ňu i do rastlín. Nie je však vylúčené, že časť BaP sa do rastlín dostáva s prachom, ktorý na ich listy sadá. Tak sa zistili PAU, ktoré sú dobre rozpustné v tukoch, v rôznych druhoch rastlinných olejov. Ak si k týmto údajom pripočítame PAU, ktoré vdychujeme so vzduchom obohateným o výfukové plyny áut či o dym z kozuba a sadze z tepelnej elektrárne, ak vezmeme do úvahy i prach, ktorý nám sadá na šaty a telo, zatočí sa nám hlava. A tak sa teda pýtame, či sú tie PAU naozaj také nebezpečné. A ako čeliť ich útoku?

Predovšetkým treba brať do úvahy, že PAU a s nimi aj BaP patria medzi látky, ktoré sú dnes už rozšírené v celom našom životnom prostredí, našťastie, zatiaľ vo veľmi nízkej koncentrácii. Tým, že vylúčime z jedálneho lístka všetky vypražané či údené jedlá, ešte nevyvlúčime ich pôsobenie na organizmus úplne. Ale musíme si uvedomiť, že naše telo má naporúdzi viacero ochranných mechanizmov, pomocou ktorých je schopné úspešne sa brániť vnikaniu PAU do organizmu. Enzymové mechanizmy nášho tela tieto látky spájajú s inými zlúčeninami, zneškodňujú ich a vylučujú z organizmu. Preto dnes nemôžeme považovať konzumáciu údených či trochu viac opečených potravín alebo olejov, pochopiteľne v rozumnej miere, za zvlášť škodlivú zdraviu. Pri súčasných spôsoboch priemyselného údenia sa do organizmu dostáva podstatne menej PAU ako pri silnom domácom údení. Zeleninu treba zbaviť prachu tak, že ju riadne umyjeme, a predovšetkým, že ju budeme pestovať na

pôde, ktorá nie je zasiahnutá úletom popolčiekov, výfukových plynov a exhalátov z továrenských komínov.

Nezabúdajme, že najväčším „dodávateľom“ PAU a karcinogénneho BaP do organizmu človeka je dym z cigariet. Iste, je na mieste obmedziť prívod údenín stravou, konzumovať menej tukov, nepripaľovať príliš jedlá a nepoužívať mnohonásobne prepálené tuky na vyprážanie. Ale z hľadiska ochrany zdravia organizmu je podstatne dôležitejšie, ak prestaneme fajčiť.

A ešte jedno varovanie. Naše životné prostredie už teraz obsahuje hodne karcinogénnych PAU. Zrejme ho obsahovalo isté množstvo už pred stáročiami. Spomeňme si len na zvyk vypaľovať pasienky či lesy, spomeňme si na dym z komínov chalúpok alebo smog Londýna, na dym z uhlia, ktorým sa kúrilo v peciach ešte na začiatku nášho storočia! Ľudstvo prichádzalo do styku s dymom a karcinogénnymi PAU už od dôb ranej civilizácie. Nie je preto dosť dobre možné úplne vylúčiť tieto látky z nášho životného prostredia. Tieto látky sa však len veľmi ťažko rozkladajú a môžu neblaho pôsobiť po dlhý čas. Preto je našou povinnosťou podľa svojich možností zabrániť ďalšiemu narastaniu množstva PAU, a tým aj ich karcinogénnych zložiek v našom životnom prostredí, a prispieť tak k uchovaniu zdravia generácií, ktoré prídu po nás.

# 14.

## ÚPRAVA NA ŠKODU VECI

V predchádzajúcej kapitole sme sa dočítali, že jedna z foriem úpravy potravín - údenie - môže obohatiť údeniny o karcinogénne polycyklické aromatické uhľovodíky. Vzápätí sa natíska prirodzená otázka, či by aj iné formy úpravy požívatin nemohli viesť k vzniku nežiadúcich, karcinogénnych látok v jedlách, ktoré priamo konzumujeme.

Ak si uvedomíme, že najväčší podiel na úprave stravy pred konzumáciou má spracovanie teplom - či už varením, pečením alebo smažením -, nie je čudné, že výskumníci upravili otázku takto: Vznikajú v požívatinách tepelným spracovaním škodlivé látky?

O odpoveď na túto otázku sa usilovali desiatky výskumníkov, predovšetkým v Japonsku a Spojených štátoch. Rôznymi spôsobmi upravovali základné zložky potravy - hovädzie mäso, škroboviny, ryby - a sledovali v produktoch, ktoré vznikli a ktoré vlastne tvorili súčasť každodennej stravy človeka, prítomnosť mutagénnych a karcinogénnych látok. Hodnotenie mutagénnych vlastností týchto zložiek jedál vykonávali predovšetkým pomocou Amesovho testu (pozri 10. kapitolu). A čo zistili?

Vývar z hovädzieho mäsa zahustený do podoby tmavohnej, hustej pasty varením počas desiatich hodín - obdoba známej polievkovej kocky - obsahoval silne mutagénne zložky. Keďže v pôvodnom materiáli hovädzieho mäsa a tkanív sa mutagénne látky nenašli, ponúka sa jediné vysvetlenie, že tieto látky vznikajú z hovädzieho mäsa dlhodobým varením. Keďže varením (ohrev do + 100 °C vo vode) organických látok ešte polycyklické aromatické uhľovodíky nevznikajú, mutagénne látky v hovädzom vývare majú zrejme zloženie odlišné od látok, na ktoré sme poukázali v predchádzajúcej kapitole.

Ale mutagénne látky sa našli aj v sekanej (v hamburgeri) opečenej na kuchynskom elektrickom ohrievači pri teplote asi 200 °C. Zistilo sa i to, že čím dlhšie sa mäso opekalo, tým viac

mutagénnych látok v ňom vznikalo. Surové mäso, testované obdobným spôsobom, vykazovalo iba zanedbateľné nízky mutagénny účinok.

Na základe podobných pokusov sa odhadlo, že polievková kocka s hmotnosťou 3,6 gramu, z ktorej sa pripravuje hovädzí vývar, obsahuje asi 0,3  $\mu\text{g}$  mutagénnych látok. V 100 g surového hovädzieho mäsa sa po opečení našlo od 1  $\mu\text{g}$  do 14  $\mu\text{g}$  mutagénnych látok, podľa toho, pri akej teplote a ako dlho mäso opekali.

Ale kam sa vlastne tieto nebezpečné látky, ktoré sa nachádzajú vo výťažku z hovädzieho mäsa, dostávajú v organizme pokusného zvierťa? Telo sa, prirodzene, bráni účinku týchto, ale aj iných škodlivých látok. Mutagénne látky z výťažku hovädzieho mäsa sa našli v žlči, a zrejme opúšťajú organizmus cez zažívací trakt. Zistilo sa však i to, že moč pokusných zvierat, ktorých strava obsahovala takéto mutagénne výťažky z mäsa, vykazoval mutagénne účinky. Je teda naporúdzí odôvodnený predpoklad, že škodlivé látky, ktoré sa do organizmu nejakým spôsobom dostali, opúšťajú ho predovšetkým črevným traktom a močom. Ba čo viac, zmeraním mutagénnych účinkov moču niektorej osoby možno usudzovať na to, či bol jeho organizmus v nedávnej minulosti vystavený účinku karcinogénnych látok!

Spomenuli sme, že množstvo mutagénnych látok, ktoré v mase vzniká tepelným spracovaním, stúpa (prudko) s teplotou. Čím vyššia je teplota pri pečení mäsa, tým viac mutagénnych látok v ňom vzniká. Ostávajú však tieto mutagénne látky iba v samotnom pečenom mäse?

Odpoveď na túto prekvapivú otázku je záporná. Dokonca sa zistilo i to, že množstvo mutagénnych látok, ktoré ostáva v pečenom mäse, tvorí iba malú časť tých mutagénov, ktoré v procese pečenia vznikajú. Kam sa teda strácajú mutagénne látky, ktoré vznikli pri pečení?

Znie to možno neveriteľne, ale tieto látky unikajú do vzduchu. Kto by nepoznal výbornú vôňu pečeného mäsa, ktorá naplní kuchyňu a dráždi náš čuch, až sa nám sliny zbiehajú? A veru výskumníci zistili, že vyše 90 percent mutagénov, ktoré sa tvoria pri tepelnom spracovaní - pečení - mäsa, sa doslova vyparia. A naporúdzí je hneď i dôsledok tohto zistenia: Ak sa pečie mäso v uzatvorenej nádobe, „vyparené“ mutagény sa vracajú späť a usadzujú sa v pečúcom sa mäse, zatiaľ čo z mäsa, pečeného na otvorenej panvici väčšia časť mutagénov uniká.

Sú teda vône a pachy kuchyne, napríklad z pečúceho sa mäsa a rezňov škvariacich sa v oleji, nezdravé? Žiaľ, áno. Niektorí výskumníci považujú vdychovanie pár pečúceho sa mäsa, čím sa vytvorené mutagénne látky dostávajú do pľúc kuchárov a gazdiniek, za nezanedbateľnú formu vstupu karcinogénov do organizmu. Ak výpary, ktoré opúšťali pečúce sa mäso, výskumníci zachytili, ochladili a vyšetrili, zistili v nich veľmi vysoké koncentrácie mutagénnych látok.

Ak je to tak, pracovníci v kuchyniach by teda mali byť vystavení vyššiemu riziku vzniku rakoviny ako iní ľudia. A skutočne, štatistický výpočet ukázal, že kuchárky znášajú skoro trikrát vyššie riziko vzniku rakoviny pľúc a skoro päťkrát vyššie riziko vzniku rakoviny močového mechúra ako obdobná skupina žien, ktorá však nebola zamestnaná v kuchyni. Dokonca i u pomocníčok v kuchyni zistili skoro trikrát vyššie riziko vzniku nádoru močového mechúra ako u žien kontrolnej skupiny populácie, s ktorými tieto pomocníčky porovnali.

Je zaujímavé, že pri pečení v zariadení s mikrovlnovým ohrevom mutagénne látky v mäse skoro vôbec nevznikajú. Zdá sa, že úprava pokrmov s mikrovlnovým ohrevom má nesporné výhody oproti plynovej či elektrickej rúre.

A čo zložky potravín, ktorých podstatná časť nepozostáva z bielkovín, ale zo škrobu? Zemiakové hranolky, opekané bez tuku pri teplote 280 °C prejavili vysokú mutagénnu aktivitu, ktorá surovým zemiakom úplne chýbala. Aj hrianky (opečený chlieb) získali týmto procesom značnú mutagenitu, pričom tmavý chlieb obsahoval viac týchto škodlivých látok ako biely. Placky pripravené z obchodnej zmesi rozmiešanej s vodou a opečenej pri 230 °C takisto obsahovali mutagény. Treba však poznamenať, že obsah mutagénnych látok v týchto opečených požívatinách bol zhruba 10 až 100-krát nižší ako ich obsah v hovädzom mäse opečenom obvyklým spôsobom. Ale aj u týchto zložiek stravy, podobne ako u mäsa, obsah mutagénnych látok prudko stúpal so zvyšujúcou sa teplotou pečenia aj s dĺžkou času pečenia.

Aké sú to vlastne látky, čo sú to za chemické zlúčeniny, ktoré sa tvoria tepelným spracovaním potravín? Poznáme ich chemické zloženie? A vôbec, dokázala sa už ich karcinogénna účinnosť?

Niektoré z týchto látok poznáme už celkom presne. Sú to látky, ktoré vznikajú pyrolýzou (tepelným rozkladom) niekto-

rých aminokyselín, predovšetkým tryptofánu. Japonskí výskumníci pomocou moderných metód zistili štruktúru dvoch takýchto látok [3-amino-1,4-dimetyl-5H-pyrido (4,3-b)indol, označený Trp-P-1, a 3-amino-1-metyl-5H-pyrido (4,3-b) indol, označený Trp-P-2] a potvrdili ju ich syntézou. Obe uvedené látky sú silne mutagénne a dokázal sa aj ich karcinogénny účinok. Prídavok asi 0,5 mg týchto látok denne k potrave myši vyvolal u nich rakovinu pečene.

Uvedené látky Trp-P-1 a Trp-P-2 sú najznámejšie a najviac preskúmané; žiaľ, nie sú to jediné karcinogénne zložky stravy, ktoré vznikajú z aminokyselín tepelným spracovaním. V pečených sardinkách sa zistili dve látky aminoimidazolového charakteru, ktoré mali mutagénne vlastnosti. I tepelným rozkladom kyseliny glutámovej vznikajú látky s podobným škodlivým účinkom. Prídavok jednej z týchto látok [2-amino-3-metylimidazo-(4,5-f)-chinolínu], ktorá vzniká v pečených sardinkách, v množstve 0,03 percenta k strave myši druhu CDF1, vyvolalo u nich 4-násobne až 7-násobne viac tumorov pečene, 10 až 40-krát viac nádorov predžalúdka a 2 až 3-krát viac rakovinových ochorení pľúc, ako sa zistilo v skupine zvierat, ktorých strava neobsahovala tieto karcinogénne látky.

Ba či nie je možné nejako zabrániť vzniku týchto škodlivých produktov tepelného spracovania? Ako vlastne prebieha a čo by mohlo ovplyvniť vznik týchto mutagénnych látok? Výskumníci zistili, že prídavok niektorých zlúčenín, napríklad bielkovín zo sóje alebo antioxidantu BHT (pozri 10. kapitolu), významne znižuje množstvá týchto škodlivých látok, ktoré vznikajú pri pečení hovädzieho mäsa. Prídavok jedného percenta látky EDTA (kyselina etyléndiamintetraoctová), ktorá účinne viaže ióny ťažkých kovov, k pečenému mäsu znížil obsah mutagénnych látok, vznikajúcich v ňom pri tepelnom spracovaní na 61 percent. Zato prídavok iónov železa k mäsu vyvolal v ňom pri pečení výrazné zvýšenie obsahu mutagénnych látok. Tieto výsledky nám naznačujú, že vznik mutagénnych látok pri spracovaní potravín môžeme účinne ovplyvňovať, teda i redukovať. Ďalej z toho vyplýva, že v tvorbe mutagénnych produktov hrajú nemalú úlohu ióny ťažkých kovov, predovšetkým železa. Ale železo je prítomné v každom tkanive, lebo je súčasťou krvného farbiva hemoglobínu a umožňuje prenos kyslíka do tkanív! Z tohto hľadiska môžeme vysvetliť i výsledky oboch predchádzajúcich pokusov: EDTA, pridané k pečúcemu sa



mäsu, viaže železo v ňom; zníženie obsahu železa znižuje tvorbu mutagénnych látok. Naopak, prídavok železa (chloridu železnatého či železitého) k mäsu v ňom vyvolá zvýšenie množstva vznikajúcich mutagénnych látok. Keďže EDTA sa v niektorých prípadoch k potravinám i priamo pridáva - aby sa zabránilo strate farby a vône potravín (oxidáciou) -, môžeme si v budúcnosti dosť ľahko predstaviť pridávanie takých prísad k potravinám, ktoré by pri ich ďalšom spracúvaní zabraňovali vzniku mutagénnych látok.

Okrem toho sa zistilo, že množstvo vznikajúcich mutagénnych látok závisí i od obsahu tukov v pečenom mäse. Čím viac tukov mäso obsahuje, tým viac mutagénov aminoimidazolového charakteru v nich vzniká. Predpokladá sa, že oxidácia tukov (lipidov) pri vyššej teplote vedie k tvorbe voľných radikálov, ktoré v konečnom dôsledku umožňujú vznik mutagénov v pečúcom sa mäse. Keďže ióny železa urýchľujú oxidáciu lipidov, objasní sa nám i úloha železa v tvorbe mutagénov v tomto slede dejov: viac železa - urýchlenie oxidácie lipidov - vznik radikálov-vytváranie mutagénnych produktov. Prirodzene, zníženie obsahu iónov železa, napríklad pomocou látky EDTA, pôsobí opačne a môže viesť k zníženiu tvorby mutagénnych látok.

Z uvedeného príkladu vyplýva, že proces tvorby mutagénnych a karcinogénnych látok pri tepelnom spracovaní jednotlivých článkov našej stravy je neobyčajne zložitý. Môžeme však s odôvodnenou nádejou očakávať, že úsilie výskumníkov, ktorí tieto procesy poznávajú, nebude márne a že sa nájde spôsob, ako zabrániť vzniku mutagénnych látok pri pečení mäsa a iných potravín bez toho, že by týmto zásahom utrpeli ich chuťové kvality.

Takéto škodlivé látky môžu vznikáť pri tepelnom spracovaní potravín, a pritom nemusí dôjsť až k tepelnému rozkladu, pyrolýze. Niekedy na vznik mutagénnych látok stačia i nižšie teploty, pri ktorých zložky jedál iba hnednú, napríklad pri karamelizácii cukru (Maillardova reakcia). Výskumníci našli niekoľko látok, ktoré vznikajú už pri miernom ohreve. Napríklad kreatín či kreatinín ohrievané spolu s niektorým druhom cukru (ribózou, glukózou, fruktózou či galaktózou) na iba asi 175 °C vytvárajú látky s mutagénnymi vlastnosťami.

Je však hrozba mutagénnych a karcinogénnych látok, vznikajúcich v jednotlivých zložkách potravín tepelným spracovaním, skutočne vážna? Napokon všetci konzumujeme pečenú, vare-

nú či smaženú stravu. Naozaj nás toto nebezpečenstvo vážne ohrozuje?

Vieme, že pri pečení či varení môžu síce v strave vznikáť škodlivé súčasti, treba však pripomenúť, že pri tepelnom spracovaní, takom bežnom v našich kuchyniach, vzniká týchto látok pomerne málo. Napokon, v našom civilizovanom svete sa už nevyhneme vplyvu karcinogénnych látok - sú vo vzduchu, ktorý dýchame, sadajú nám spolu s prachom na šaty a telo, pôsobia na nás v ultrafialových lúčoch slnka i v rontgenovom žiarení, a sú, prirodzene, vo veľmi malých množstvách, i v našej strave. Nemôžeme, a ani sa nechceme úplne vzdať varenej či pečenej stravy. Môžeme však účinne znížiť prítomnosť škodlivých látok v nich na prijateľné minimum, napríklad ich vhodnou úpravou. Znamená to neprepekať príliš mäso či chlebovú kôrku; nepoužívať mnohonásobne prepálený olej na smaženie; pokiaľ možno používať na pečenie otvorené nádoby a využívať kuchynské odsávače; nepiecť pri veľmi vysokej teplote a zbytočne dlho; podľa možnosti používať mikrovlnový sporák na rýchle tepelné spracovanie potravín. A mať na pamäti, že zdravé a vhodnou stravou posilnené telo má naporúdzi viacero ochranných mechanizmov, pomocou ktorých je schopné účinne sa ubrániť proti karcinogénnym vplyvom zvonku.

# 15.

## ČO NÁM CHUTÍ, AJ NÁM SLUŽI?

Strava sa neskladá iba z látok, ktoré dodávajú telu len energiu či stavebný materiál: strava je, alebo by mala byť, aj chutná. Znamená to však, že spolu so základnými živinami požívame i tie látky, ktoré jedlu dodávajú chuť: solíme, koreníme, dosladzujeme či dochucujeme svoju stravu mnohými prirodzenými a umelými látkami. Navyše do nášho organizmu dodávame i látky, ktorých výživná hodnota býva nízka, ale ktoré buď dotvárajú chuť, lahodnosť jedál či nápojov (napríklad umelé sladidlá, farbivá a aromatické látky), alebo vyvolávajú želanú náladu či uspokojujú isté chuťové nároky človeka (alkoholické nápoje, káva, čaj), prípadne odstraňujú bolesti a zlepšujú náš zdravotný stav (lieky). Aké sú to vlastne látky, a predovšetkým, aký majú vzťah k vyvolaniu rakoviny?

Prirodzene, táto skupina požívateľov je natoľko rozsiahla, že sa nemôžeme zaoberať každou látkou osobitne. Zameriame sa preto len na niektoré z nich, najmä tie, ktoré sa v našich krajoch tešia mimoriadnej obľube.

Alkoholické nápoje. Vplyv etylalkoholu - „účinnnej zložky“ všetkých alkoholických nápojov veľmi intenzívne skúmali výskumníci na celom svete. Príčina je zrejmalá: spočíva vo vysokej konzumácii alkoholu v celosvetovom rozsahu. Napríklad podľa štatistík v USA každá osoba staršia ako 14 rokov skonzumuje v priemere skoro 10 litrov absolútneho etylalkoholu ročne; ak vezmeme do úvahy, že alkohol požíva iba asi 60 percent žien a 77 percent mužov, stúpne uvedené množstvo prepočítané na skutočných konzumentov v priemere asi na 16 litrov na osobu a rok.

Je však alkohol ako taký karcinogénny? Áno, je, ukázali niektoré epidemiologické štúdie. Nie, nie je, zisťovali iní výskumníci. Áno, je, tvrdili niektoré pokusy na zvieratách. Nie, nie je, dosvedčovali mnohé iné pokusy. Tak ako?

Niektoré odhady uvádzajú, že zhruba 4 až 7 percent všetkých rakovinových ochorení v USA majú vzťah k požívaniu alkoholo-

lu; iné tvrdia, že až za 35 percent všetkých úmrtí na rakovinu zodpovedá konzumácia alkoholu - presnejšie, destilátov - spolu s fajčením. O karcinogénnom účinku fajčenia niet pochyb; preto sa vlastne ťažko odlišuje účinok samotného alkoholu od účinku samotného fajčenia, lebo fajčiari zvyčajne aj pijú a pijaní zasa fajčia. Keďže sa etylalkohol v organizme metabolický mení predovšetkým v pečeni, hľadala sa súvislosť konzumácie alkoholu s rakovinou práve tohto orgánu. Takáto súvislosť sa však napočudovanie nezistila, i keď sa ukazujú náznaky, že poškodenie pečene nadmerným požívaním alkoholu môže viesť k rakovine tohto orgánu. Zistila sa však súvislosť medzi požívaním alkoholických destilátov a rakovinou hltanu. Predpokladá sa, že riziko výskytu rakovinových ochorení ústnej dutiny, hltanu a hrtanu je u jednotlivcov, ktorí požívajú alkohol, 2,3 až 7,2-násobne vyššia ako u tých, ktorí nepijú.

Výsledky pokusov na zvieratách, ktorým podávali alkohol po celý život, však nepreukázali ani mutagenitu, ani karcinogenitu etylalkoholu. Preukázala sa však jednoznačná súvislosť medzi niektorými látkami, ktoré z etylalkoholu v organizme vznikajú, ako aj medzi niektorými metabolickými účinkami etanolu a karcinogénzou. Môžeme si teda podobne ako Pilát položiť otázku: Čo je pravda?

Etylalkohol sa v tele metabolizuje, mení predovšetkým na látku, nazývanú acetaldehyd. A o tejto látke sa dokázalo, že je nielen mutagénna, ale aj karcinogénna! Čiže nemusí to byť bezprostredný vplyv alkoholu, ktorý toto ochorenie vyvolá. Vinníkom tu môže byť i jeho metabolit - acetaldehyd. Okrem toho dôležitú úlohu pri vzniku rakoviny hrá aj účasť iných látok, ktoré spolupôsobia s alkoholom na organizmus (synergizmus). Tak sa zistilo vzájomné posilnenie karcinogénneho účinku fajčenia a alkoholu; ale i spojenie požívania alkoholu s diétou s vysokým obsahom tukov môže byť škodlivé.

Požívanie alkoholu môže zmeniť enzymatická sústava pečene tak, že vo vyššej miere menia karcinogénne látky zo životného prostredia, napríklad benzo(a)pyrén, na také zlúčeniny, ktoré priamo zasahujú DNA jadra bunky a môžu bunku meniť na rakovinovú. Alkohol teda zvyšuje aktivitu enzýmov, ktoré v pečeni - a možno aj v iných orgánoch - metabolizujú telu cudzie látky. Ale tento účinok môže pôsobiť aj opačným smerom: alkohol je telu cudzia látka a ako taká sa z organizmu

odstraňuje práve pomocou pečene. Ak je však pečeň zaťažená príliš veľkým množstvom alkoholu, nestačí odstrániť z organizmu iné toxické a karcinogénne látky, ktoré v ňom môžu v konečnom dôsledku vyvolať chorobu.

Ale ešte aj inak môže etanol zasahovať do vzniku rakoviny v organizme. Zistilo sa, že trvalejšia, pravidelná konzumácia etylalkoholu znižuje obsah vitamínu A v pečeni; práve toho vitamínu, ktorý sa dáva do súvislosti s ochranou organizmu pred rakovinou (pozri 6. kapitolu). Ak teda alkohol znižuje obsah vitamínu A v tele, odstraňuje vlastne i dôležitú formu ochrany pred touto chorobou. Okrem toho pri konzumácii alkoholu dochádza i k poklesu obsahu glutatiónu v pečeni. Táto látka zohráva významnú úlohu pri odstraňovaní telu cudzích látok z organizmu (detoxikácii). Je zrejmé, že zníženie obsahu tejto látky účinkom alkoholu zoslabuje obranyschopnosť organizmu pred rakovinou.

Vidíme teda, že účinok etylalkoholu na organizmus je neobyčajne zložitý. Zdá sa, že niektoré látky (vitamín C, fruktóza) vedú k urýchlenému vylúčeniu etanolu z tela a tým ho chránia pred neblahými účinkami tejto látky; ak však pôsobia karcinogénne faktory (napríklad vírus hepatitídy B) na pečeň zoslabenú alkoholom, vzniká vyššie riziko vzniku tohto ochorenia. Názory mnohých výskumníkov sa zhodujú v tom, že v organizme zoslabenom nedostatočnou či neadekvátnou výživou môže požívanie alkoholu vyvolať omnoho vážnejšie následky ako v tele posilnenom vhodnou stravou.

Treba však pripomenúť ešte jednu dôležitú okolnosť: väčšina alkoholických nápojov môže obsahovať okrem etylalkoholu aj iné škodlivé zložky. Jediný príklad za mnohé: vo viacerých druhoch pív zistili výskumníci prítomnosť nitrozamínov, látok s jednoznačne karcinogénnymi vlastnosťami. Analýza týchto látok, ktoré sú prítomné v pive vo veľmi malých (rádové  $\mu\text{g}$  v litri) množstvách, je neobyčajne náročná. V týchto nápojoch je však ich prítomnosť dokázaná a môžu spolupôsobiť v nesmierne komplexnom účinku etanolu, karcinogénov a iných škodlivých látok z prostredia, ako aj z celého životného štýlu človeka na jeho organizmus - zohrať v ňom svoju úlohu pri vzniku rakoviny.

Káva. Pijem, piješ, pije - skoro každý si rád vypije aspoň raz za čas šálku horúceho, čierneho, voňavého nápoja. Lahodí nám

známa aróma, sme čulejší, trochu sa nám zvýši aj krvný tlak. Sú ľudia, ktorí by bez kávy ani len deň nezačali. Je nám však tento nápoj iba na úžitok?

Prirodzene, nie; v prírode totiž niet jednoznačne dobrých a výlučne zlých vecí. Preto i káva - okrem kladných účinkov, pre ktoré ju pijeme - má svoje záporné stránky. Môže však mať káva vzťah k ochoreniam na rakovinu?

Už v 13. kapitole sme sa dočítali, že pražené kávové zrnká, a teda aj kávový nápoj môže obsahovať karcinogénne polycyklické aromatické uhľovodíky, menovite benzo(a)pyrén. Dá sa predpokladať aspoň istý stupeň karcinogenosti kávy, ktorá sa bežne popíja v hociktorej domácnosti? Epidemiologické štúdie poukazujú na to, že riziko vzniku rakoviny vaječníkov je 2,2-krát vyššie u žien, ktoré vypijú dve či viac šálok kávy denne, ako u tých, ktoré kávu nepijú. Podobne sa zistilo mierne zvýšené riziko (1,7) vzniku rakoviny hrubého čreva a podobné riziko (2,0) platí i pre vznik rakoviny močového mechúra u osôb, ktoré konzumujú dve či viac šálok kávy denne. Naproti tomu iní výskumníci nenašli nijakú súvislosť medzi pitím kávy a rakovinou podžalúdkovej žľazy, prsníkov či vaječníkov.

Opäť vidíme, že rôzni výskumníci dochádzajú k rôznym výsledkom. Niektorí presviedčajú o mierne zvýšenom riziku vzniku tohto ochorenia pre tých, ktorí holdujú „čiernej polievke“, iní nenachádzajú nijakú súvislosť, ba poniektorí bádatelia zistili práve opačný, ochranný účinok: znížený výskyt rakoviny u osôb, ktoré požívajú kávu.

Čoraz viac sa presviedčame, že veľmi často sa nedá vysvetliť vznik rakovinového ochorenia jediným, presne určeným faktorom. Čoraz lepšie vidíme, že ochorenie na rakovinu by sa malo dávať do súvislosti s mnohými faktormi, ktoré na človeka pôsobia, s tým, čo sa nazýva jeho socio-ekonomickým životným štýlom. Čoraz presnejšie zisťujeme, že každá látka, každý vplyv, ktorý na človeka pôsobí, môže hrať svoju nezastupiteľnú úlohu i v karcinogenéze, zvyšuje či znižuje pravdepodobnosť vzniku tejto choroby v tele, ale nie je možné považovať ten-ktorý vplyv za jediný, za určujúci, za *conditio sine qua non* tejto choroby..

Tak je to i s kávou. Už na základe úvahy zdravého rozumu je nám jasné, že nemierné pitie tohto nápoja nášmu zdraviu neprospieva, na druhej strane nemôžeme jednoznačne zatradiť občasnú šálku voňavého moku preto, že by v nás mohla vyvolať

zákernú chorobu. Pri káve, podobne ako pri požívaní alkoholu, tukov či iných látok v našej strave, treba zachovať striedmosť a rozvahu. Človeku totiž najviac škodia krajnosti - prejedanie sa, práve tak ako hladovka, bezmedzné holdovanie alkoholu a káve, tak isto ako asketické odopieranie si čo i len drobných radostí života. Opäť a opäť sa presvedčame, že striedmosť je najpriamejšou cestou k zdraviu.

Čo však v našej - u niekoho každodennej - káve škodí? Čo ukazujú pokusy? Zistilo sa, že účinná zložka kávy aj niektorých osviežujúcich nápojov typu cola - kofeín - môže vyvolať v bunke celý rad dejov, ktoré môžu mať príčinnú súvislosť s karcinogéznou. Zistilo sa, že kofeín zvyšuje aktivitu enzýmov, ktoré v pečeni metabolizmu polycyklické aromatické uhľovodíky, a že zároveň kofeín zvyšuje aj rozpustnosť týchto karcinogénnych látok vo vode. Znamená to, že kofeín by mohol zvýšiť karcinogenitu týchto nebezpečných produktov nedokonalého spaľovania, ktoré sa, mimochodom, nachádzajú i v samotnej káve. Podávanie benzo(a)pyrénu pokusným zvieratám buď bez prítomnosti kofeínu, alebo spolu s 1,5-percentným roztokom kofeínu, ktorý zvyšoval rozpustnosť tohto karcinogénu, vyvolal viac tumorov v prípade, keď tento benzo(a)pyrén bol pridaný do roztoku pomocou kofeínu. Samotný kofeín však rakovinový rast nevyvolal.

Odvar z praženej kávy prejavil mutagénne vlastnosti v Amesovom teste, ale odvar z nepraženej kávy (zo zelených kávových bôbov) túto mutagenitu neprejavoval. Z toho vyplýva, že mutagénne látky v káve vznikajú až pri procese praženia.

Dôležitým ukazovateľom toho, či sa do organizmu človeka dostali mutagénne látky, je mutagenita jeho moču. Je to, napokon, logické: mutagény sa po požití z organizmu vylúčia močom a môžu mu preto odovzdať túto vlastnosť. Ale moč ľudí, ktorí vypili roztok z 12 gramov instantnej kávy, mutagénnym nebol; zato moč ľudí, ktorí vyfajčili 7 až 18 cigariet, prejavil jasnú mutagénnu aktivitu.

Vo výpočte výsledkov výskumníkov, ktorí sledovali účinky kofeínu na rôzne bunky z hľadiska ich mutagénneho či karcinogénneho účinku, by sme mohli pokračovať ešte dlho. Žiaľ, tieto výsledky nie sú vždy jednoznačné; niektorí vedci napríklad dokazujú, že v určitých sústavách buniek a za istých podmienok kofeín má mutagénne vlastnosti, kým iní bádatelia nás presvedčujú o tom, že táto látka - v iných sústavách buniek, za zmene-

ných podmienok - má práve opačné vlastnosti, že pôsobí proti vzniku mutácií. Ani jedni, ani druhí nás neklamú. Výsledky týchto pokusov poukazujú iba na nesmiernu zložitost' dejov v živej hmote, na neočakávané súvislosti vzťahov medzi jednotlivými chemickými látkami a bunkou, ktorá môže - ale nemusí! - podľahnúť transformácii, premeniť sa na rakovinovú.

Lieky. I keď nám nechutia, aspoň raz za čas sme na ne odkázaní všetci; či sa nám to páči, alebo nie, prehltavame pilulky buď dobrovoľne, alebo z donútenia, lebo veríme, že prospejú nášmu unikajúcemu zdraviu. Je možné, žeby nám takáto „nedobrovoľná strava“, pilulka, ktorú považujeme za liek, uškodila? A vôbec, majú lieky vzťah k vzniku rakoviny?

Kladná odpoveď nás neprekvapí, ale priam zarazí.

Predovšetkým si musíme uvedomiť, že veľká väčšina liekov (možno s výnimkou nejakých hormonálnych prípravkov) sú vlastne telu cudzie látky - a telo sa k nim podľa toho aj správa. Snaží sa ich čo najskôr a čo najúplnejšie vylúčiť zo svojho prostredia. Okrem toho ešte nepoznáme celkom presne spôsob účinku mnohých liekov, najmä ak účinkuje na organizmus niekoľko liekov súčasne. Niektoré lieky, napríklad antibiotiká, cytostatiká, majú taký silný biologický účinok na organizmus, že ich vplyv často ešte ani teraz nevieme zhodnotiť v plnej miere. Z toho vyplýva, že lieky máme užívať, iba keď sme chorí a musíme pritom presne dodržať radu lekára. Treba si uvedomiť, že svojvoľné užívanie liekov môže vážne poškodiť organizmus.

Prednedávnom sa zistilo, že fenacetín môže - i keď s pomerne nízkou pravdepodobnosťou! - vyvolať rakovinu močového mechúra. Pokusy na myšiach ukázali, že prídavok 1,25 percenta fenacetínu k strave vyvolal tumory v obličkách a močovom mechúri týchto zvierat. Fenacetín býval súčasťou liekov, ktoré účinkovali proti bolestiam a horúčke. I keď pravdepodobnosť, že by táto látka skutočne vyvolala ochorenie, bola veľmi nízka - veď každý z nás užíva lieky iba v malých množstvách a len v zriedkavých, odôvodnených prípadoch -, reakcia zdravotníckych orgánov bola rýchla a nekompromisná. Táto látka, ako aj prípravky, ktoré fenacetín obsahovali, sa siahli z lekárni a vymenili ich za iné lieky, v ktorých bol fenacetín nahradený podobnými, no neškodnými súčasťami.

Trochu iná je situácia v prípade biologicky nesmierne aktívnych prípravkov na liečenie rakoviny, cytostatík. Väčšina tých-



to liekov má výrazné mutagénne vlastnosti, a napriek tomu sa pacientom, ktorí trpia zhubnou chorobou, predpisujú a podávajú. Nerobí sa to však nikdy nerozvážne, svojvoľne: ošetrojúci lekár v každom prípade zváži kladné a záporné vlastnosti prípravku, vezme do úvahy všetky vedľajšie účinky a rozhodne sa podať cytostatiká pacientovi skutočne iba v odôvodnených prípadoch. Iba keď očakávaný liečebný účinok výrazne prevažuje nad neblahými vedľajšími účinkami týchto silných liekov, rozhodne sa pacientovi pomôcť takýmto spôsobom.

Odhad príčin úmrtí na rakovinu, ktorý sa pred niekoľkými rokmi uskutočnil v Spojených štátoch, uvádza, že každé sté úmrtie na rakovinu - čiže celé jedno percento! - nastalo následkom rakovinového ochorenia, ktoré vzniklo v dôsledku užívania liekov. Ak k tomu pripočítame zhruba taký istý počet úmrtí na rakovinu, ktorú zrejme vyvolalo používanie žiarenia (rontgenového a ionizujúceho) v lekárstve, zistíme, že ani len samotný zásah zdravotníkov nie je z tohto hľadiska úplne bez rizika.

Preto i o liekoch, ako napokon o všetkých telu cudzích, biologicky účinných látkach platí diktát zdravého rozumu: užívať ich čo najmenej, výlučne v odôvodnených prípadoch, vtedy, keď je daný prípravok pre zdravie človeka skutočne nevyhnutný.

Iné látky. Je nepreberné množstvo látok, ktoré sa do niektorých zložiek našej stravy pridávajú. Sú to farbivá, aromatické látky, zlučnininy, ktoré upravujú chuť, chránia vzhľad a trvanlivosť jednotlivých druhov potravín a podobne. Na tomto mieste poukážeme len na dva extrémne prípady z nich, predovšetkým tie, ktoré by mohli svojou prítomnosťou zvyšovať riziko karcinogenity.

Jednou z často diskutovaných zložiek našej stravy sú umelé sladidlá, menovite sacharín. Ak sa vpravilo veľké množstvo sacharínu do močového mechúra myši, skutočne sa u nich zistilo rakovinové ochorenie tohto orgánu. Tento účinok však vyvolali iba veľmi veľké dávky tejto látky, ktoré pôsobili na organizmus zvieratá veľmi dlhý čas. Dnes sa sacharín považuje nie priamo za karcinogénnu látku, ale za tzv. promótor-látku, ktorá uľahčuje a urýchľuje pôsobenie iných karcinogénov. Nepredpokladá sa, že by sacharín predstavoval vážnu hrozbu pre zdravie jeho užívateľov, už i preto nie, lebo dávka, ohrozujúca živočích či človeka, býva rádové skoro až jeden kilogram na

kilogram váhy tela organizmu, na ktorý má sacharín pôsobiť. Iní výskumníci však zistili nepatrne zvýšené riziko vzniku rakoviny močového mechúra u mužov, ktorí užívali sacharín. U žien však tí istí výskumníci zvýšené riziko vzniku rakoviny po užívaní sacharínu nezistili.

Ďalšou skupinou látok, u ktorých sa zistili mutagénne vlastnosti, sú flavonoidy. Sú to, na rozdiel od umelo pripravených a v prírode vlastne neexistujúcich umelých sladidiel, látky prírodné, prítomné v rastlinách (kvercetín, rutín, kamferol a iné). Z tohto dôvodu zisťovali výskumníci mutagénne vlastnosti (v Amesovom teste) 46 druhov ovocia a zeleniny. U šiestich z nich (hrozno, cibuľa, broskyňa, hrozienka, maliny, jahody) zistili silnejšie mutagénne účinky. Mutagenitu cibule a hrozienok pripisujú výskumníci práve obsahu flavonoidov - kvercetínu a kamferolu. Prítomnosť týchto dvoch látok v uvedených produktoch potvrdili aj modernými metódami chemickej analýzy - plynovou chromatografiou spojenou s hmotnostnou spektrometriou.

Vybrané dva krajné príklady umelých sladidiel a prirodzených flavonoidov majú za úlohu ilustrovať, že dnešný tzv. civilizovaný človek sa vlastne účinku mutagénnych a karcinogénnych látok už nevyhne. Žijeme s kalkulovaným rizikom účinku rôznych škodlivých látok na náš organizmus. Pesimistom však chceme pripomenúť, že bez podobného uváženeho rizika nemôžeme ani len prejsť na druhú stranu cesty, aby nám nehrozilo, že nás zrazí auto. Podobne každá jazda autom, cesta lietadlom či len obyčajný zostup zo schodov predstavuje istú formu rizika úrazu. Určitého rizika sa teda nevyvarujeme ani pri najopatrnejšom spôsobe stravovania. Pre nás je však dôležité, aby sme toto vypočítateľné riziko škodlivého účinku stravy a iných faktorov na náš organizmus udržiavali na čo najnižšej hodnote, a posilňovaním obranných mechanizmov nášho organizmu vybranými zložkami stravy a čistým životným prostredím úspešne čelili hrozbe karcinogénov.

# 16.

## ŠKODLIVÉ OZAJ ŠKODÍ

To, že pokazené, nehygienické, hnijúce či plesnivé potraviny bezprostredne škodia nášmu zdraviu, hádam ani netreba zvlášť zdôrazňovať. Veď možno každý z nás už aspoň raz za svoj život doplatil na nie práve čerstvý vlašský šalát, nekvalitnú zmrzlinu, či musel vyhodiť plesnivý kompót, skazené mlieko alebo mäso. Mohli by však mať pokazené potraviny vzťah k vzniku rakoviny?

Zrejme áno. Predovšetkým si zopakujme pravidlo, podľa ktorého sa predpokladá, že každá jedovatá látka v koncentráciách asi stonásobne nižších, akou je smrteľná dávka, môže byť karcinogénna. Príkladom nám môže poslúžiť arzén alebo aflatoxíny, skupina najsilnejších známych jedov. Už i veľmi malé množstvá týchto látok môžu zabiť - a ešte omnoho menšie množstvá môžu vyvolať v organizmoch rakovinu.

Dnes vieme, že jednu skupinu nebezpečných jedov, aflatoxíny, vytvára pieseň *Aspergillus flavus* (zo skratky jej názvu *A. fla.* pochádza názov aflatoxín), ktorá sa často množí napríklad na nekvalitných arašidoch. Veď práve ich požitím došlo pred desiatkami rokov v Londýne k hromadnej otrave! Preto sa dnes dáva obzvlášť veľký pozor na to, aby konzumné arašidy neboli nakazené touto plesňou.

Ale stačí to? Iste, nikto z nás nebude vedome konzumovať pokazené potraviny. Predsa si nebude škodiť. Ale takéto opatrenie ešte samo osebe nestačí. I pôvod našich potravín - mäsa, mlieka, zeleniny - musí byť bezchybný.

Znamená to, že nesmie byť plesnivá ani len siláž, ktorou kŕmíme dobytok. V mlieku a mäse dobytky, kŕmeného silážou, ktorá obsahovala plesne druhu *Aspergillus*, našli chemici merateľné množstvo aflatoxínu  $M_1$  v mlieku. Aflatoxín  $B_1$  našli dokonca i vo vajčkách sliepok, kŕmených plesnivými zvyškami z olejnatých semien, odpadom, ktorý ostal po vylisovaní oleja. Ak napríklad pokusne kŕmili počas 35 dní kurčatá stravou, ktorá obsahovala pomerne veľa aflatoxínu  $B_1$  a aflatoxínu  $B_2$ ,

v krmive, zistili vo všetkých tkanivách tejto hydiny spomínané škodlivé látky! Najviac týchto jedov, celkom logicky, našli v tkanivách, ktorých úlohou je odstraňovať škodliviny z organizmu - v obličkách a pečeni, kde sa tieto telu cudzie látky koncentrujú. Ale ak zvieratá štyri dni pred zabitím kŕmili čistou stravou, bez aflatoxínu, ich tkanivá už tieto škodlivé látky neobsahovali. Znamená to, že aflatoxíny sa rýchlo metabolizujú a vylučujú z organizmu; ďalej to znamená, že úžitkové zvieratá by mali aspoň niekoľko dní pred zabitím dostávať stravu skutočne čistú, bez škodlivých látok.

Podobne ak kravám v pokuse predkladali krmivo s obsahom aflatoxínu B<sub>1</sub>, v ich mlieku zistili prítomnosť aflatoxínu M<sub>1</sub>. Asi 2,2 percenta aflatoxínu B<sub>1</sub> ktorý sa dostáva do organizmu hovädzieho dobytku, sa teda objaví v jeho mlieku, v metabolický zmenenej podobe, ako aflatoxín M<sub>1</sub>. Z toho všetkého vyplýva, že nielen to je dôležité, čím sa kŕmime my, ale i to, čím kŕmime tých, ktorí kŕmia nás.

Naša strava však môže obsahovať ešte aj iné neželané, nepotrebné, ba dokonca aj priamo škodlivé prímеси. Myslíme tým rôzne chemické látky, ktoré sa používajú na ochranu rastlín (insekticídy, pesticídy, herbicídy, fungicídy a iné), ako aj produkty ich rozkladu (rezíduá), a nie v menšej miere i umelé hnojivá, ktoré sa do nášho organizmu môžu dostať práve najzdravšou súčasťou stravy - zeleninou a ovocím.

Nemusíme si príliš napínať myseľ, aby nám bolo jasné, že tieto cudzorodé látky, i keď možno nie sú pre nás bezprostredne škodlivé, rozhodne nášmu zdraviu neprospievajú. Často - napríklad, v prípade insekticídov - je človek vystavený účinku týchto chemikálií v takej istej miere ako hoci hmyz, na ktorý má táto zlúčenina pôsobiť. A sme si istí tým, že látka, ktorá je jedovatá pre jednu formu života (hmyz), je celkom neškodná pre inú formu (človek)? Spoliehame sa vlastne na to, že citlivosť nášho organizmu oproti nejakej cudzorodej látke je nižšia ako citlivosť iného (rastlinného či živočíšneho) organizmu.

Z týchto dôvodov treba venovať pozornosť tomu, aby sa spolu s ovocím a zeleninou, ktoré boli ošetrované chemickými prípravkami, nedostali tieto i do nášho organizmu. Aj v našej záhradke ich používajme čo najmenej, a iba v odôvodnených prípadoch. Urobme aspoň dačo pre svoje zdravie: dôkladne umývajte ovocie i zeleninu pred úpravou či konzumáciou, pokiaľ možno kefou, pod tečúcou vodou.

# 17.

## VZNIKAJÚ KARCINOGENY V NAŠOM ORGANIZME?

Čo je to za nezmysel? Ako len niekomu mohla napadnúť takáto nehoráznosť? Alebo... že by na tom bolo predsa len zrníčko pravdy?

V našom tele dochádza k obrovskému počtu chemických reakcií. Z látok, ktoré sa do neho stravou dostali, vznikajú nové látky, potrebné pre organizmus. Z nich telo získava materiál na svoju stavbu. Ich premena, metabolizmus dodáva organizmu energiu pre život. Napokon odstraňuje nepotrebné a škodlivé látky po ďalšej chemickej premene. Nie je teda vylúčené, že v spleti chemických reakcií v organizme sa niektoré, vcelku neškodné látky, ktoré sa do tela dostali stravou, môžu premeniť na zlúčeniny, ktoré mu v konečnom dôsledku škodia.

Na ilustráciu: peroxidáciou tukových látok - lipidov - v organizme vzniká malóndialdehyd. Táto zlúčenina môže spojiť dve veľké molekuly, napríklad bielkovín či DNA v bunke, a tým ich zbaviť biologickej účinnosti. Telo takto utrpí stratu, ktorá sa navonok prejaví ako starnutie.

Ale malóndialdehyd môže zasiahnuť aj DNA jadra bunky a tak ju porušiť, že potomstvom takto narušenej bunky je už menejcenná, transformovaná bunka, mutant. Teda malóndialdehyd, ktorý vznikol v organizme bežnými chemickými dejmi, môže v ňom vyvolať mutáciu buniek a možno i zmeniť niektorú jeho bunku na rakovinovú. Zdá sa teda, že v organizme vskutku môžu vznikať aj preň škodlivé látky, i také, ktoré môžu viesť k rakovinovému rastu.

V časti o tukoch (3. kapitola), ako aj v texte o nestráviteľných vlákninách v strave (9. kapitola) sme už poukázali na to, akú úlohu zohrávajú žľčové kyseliny a cholesterol v črevnom trakte človeka z hľadiska karcinogenézy. Treba si uvedomiť, že i v tomto prípade ide o vytvorenie látok s karcinogénnymi vlastnosťami, za prispenia črevných baktérií, priamo v organizme. V takomto prípade mikróby čriev priamo vytvárajú karcinogény zo zložiek žlče, ktoré organizmus vylúčil na strávenie boha-

tého obsahu tuku v jedle. Pokusy ukázali, že v obsahu hrubého čreva sa skutočne nachádzajú mutagénne látky. Je však aj nejaká iná možnosť, iný spôsob, ktorým by sa v tele mohli vytvoriť karcinogénne látky?

Žiaľ, áno; v obsahu čriev sa zistila napríklad prítomnosť celého radu nitrozamínov (nitrozodimetylamín, nitrozopyrrolidín a iné). Niektoré z nich majú dokázané karcinogénne vlastnosti. Okrem nich sa v zažívacom trakte našli aj isté vcelku jednoduché chemické látky: dusičnany a dusitany. Ako sa však do obsahu čriev a exkrementu dostali karcinogénne nitrozamíny?

Možno z potravín, ktoré ich obsahujú. Napríklad nitrozamíny sa môžu vyskytovať v niektorých druhoch syrov či v pive (pozri 15. kapitola). Zrejme však prívod zvonka nie je jediným zdrojom týchto karcinogénnych látok v tele, predovšetkým v črevnom trakte. Môže sa stať, že sa nitrozamíny vytvárajú priamo v zažívacom trakte organizmu? A ak áno, z ktorých látok, z ktorých zložiek stravy vznikajú?

Začnime okľukou. Už v dvanástich krajinách sa štatisticky zistil jednoznačný vzťah medzi vstupom dusičnanov ( $\text{NO}_3^-$ ) do organizmu a výskytom či úmrtnosťou na rakovinu žalúdka. V tomto ohľade je naša krajina zhruba v strede korelačnej priamky (závislosti počtu úmrtí na rakovinu žalúdka na 100 000 obyvateľov za rok oproti dennému príjmu dusičnanov v milimóloch na osobu a deň). U nás zomiera zhruba 25 osôb zo 100 000 na tento druh rakoviny ročne, pričom denný príjem dusičnanov predstavuje asi 2,5 m molov (1 m mól  $\text{NO}_3^- = 62 \text{ mg}$ ). Pre porovnanie, v USA je to asi 5 osôb, pričom príjem dusičnanov iba nepatrne prevyšuje 1 m mól. Zato v Japonsku je to až vyše 40 osôb a príjem dusičnanov je vyšší ako 4,5 m molov denne.

Výskumníci predpokladajú, že dusičnany sa v organizme (už i baktériami v slinách, ale aj v žalúdku a účinkom črevných mikroorganizmov) redukujú na dusitany ( $\text{NO}_2^-$ ). Tieto anióny môžu vstupovať do reakcie s aminozlúčeninami zo stravy a vytvárať tak karcinogénne nitrozamíny. Za hlavného vinníka považujú dnes výskumníci práve prítomnosť dusitanov v organizme. Množstvo dusitanov v organizme však môžeme do istej miery regulovať. Keďže dusitany vznikajú predovšetkým účinkom bakteriálnych enzýmov (nitroreduktáz), zníženie množstva baktérií v zažívacom trakte znižuje i množstvo vznikajúcich dusitanov. Okrem toho i prítomnosť askorbátu (vitamínu C)

účinne bráni vzniku nitrozamínov z dusitanov a amínov. Najúčinnšie však môžeme zabrániť vzniku dusitanov v organizme tak, že znížime prívod dusičnanov do nášho tela. Odkiaľ sa však tieto dusičnany v našej strave berú?

Uhádli ste, predovšetkým z dusíkatých umelých hnojív, ktoré sa z prehnanej pôdy dostávajú konzumovanou zeleninou do nášho tela. Záver je jednoznačný - poľnohospodári musia podstatne, naozaj podstatne znížiť používanie umelých hnojív s obsahom dusičnanov. Napokon rastlina spotrebuje iba určité, pomerne nie príliš vysoké množstvo týchto látok. Zvyšok dusičnanov z pôdy sa dostáva zrážkami do úžitkovej vody. Nadbytok dusičnanov znečisťuje teda nielen naše spoločné životné prostredie, ale - konzumáciou rastlín z prehnanej pôdy - i naše vlastné telo. Je známe, že priveľké množstvo dusičnanov, napríklad v mrkve, môže mať u dojčiat, ktorým podávajú kašu z takejto mrkvy, dokonca smrteľné následky.

A teraz sa už môžeme vrátiť k našej pôvodnej otázke. Žiaľ, áno, karcinogénne nitrozamíny sa môžu vytvárať priamo v našom organizme, a to predovšetkým účinkom dusičnanov, ktoré baktérie a ich enzýmy v zažívacom trakte menia na dusitany a tie ďalej spolu s amínami zo zložiek našej stravy vytvárajú nitrozamíny. Za zmienku stojí i to, že nitrozamíny sa môžu z organizmu dojčiacej matky dostať mliekom do tela dojčiat.

Dusitany sa pridávajú i do niektorých mäsových výrobkov (šunka), ktoré sa takto stávajú taktiež zdrojom neželaných látok v organizme. Málo sa vie o vzájomnom spolupôsobení dvoch či viacerých rôznych látok v organizme, ktorých výsledkom môže byť karcinogénny produkt. Tak napríklad sa zistilo, že pôsobením dusitanov na niektoré druhy korenia (čierne korenie, čili a iné) taktiež vznikajú mutagénne látky - i keď samotné korenie v Amesovom teste mutagenitu neprejavilo.

Sú však látky zo žlče a nitrozamíny jedinými karcinogénnymi látkami, ktoré v tele vznikajú? Žiaľ, odpoveď je záporná. Čím viac látok výskumníci poznávajú, tým väčší je v nich i podiel karcinogénnych zložiek. Japonskí výskumníci roku 1984 zistili, že orgány niektorých zvierat (pečeň či obličky svine alebo diviaka, ale aj hovädzia pečeň) obsahujú pomerne vysoké aktivity enzýmu, ktorý mení aminokyselinu tryptofán na 8-metyléter kyseliny xanturénovej. A táto látka takisto vykazovala karcinogénne vlastnosti!

Ba čo viac, zistilo sa i to, že dokonca niektoré vzorky samot-

nej žalúdočnej šťavy môžu byť mutagénne. Výskumníci predpokladajú, že mutagenitu tejto tekutiny spôsobujú najmenej dve rôzne látky: voľná aminokyselina histidín a opäť naše staré známe nitrozamíny. Zistili aj to, že mutagenita žalúdočnej šťavy je tým vyššia, čím vyššie je pH tejto tekutiny, čiže čím je žalúdočná kyselina „slabšia“. Predpokladá sa nasledovné vysvetlenie: v slabo kyslých žalúdočných šťavách ( $\text{pH} > 4$ ) už môžu prežívať mikróby, ktoré menia dusičnany na dusitany a pomáhajú tak vzniku karcinogénnych nitrozamínov; vo veľmi kyslých žalúdočných šťavách sa baktérie už nevyskytujú a k tvorbe nitrozamínov nedochádza. Čím má teda šťava vyšší obsah histidínu a čím vyššie je jeho pH (čím nižšia je jeho kyslosť), tým vyššia je i jeho vlastná mutagénna aktivita a tým vyššie je i riziko vzniku rakoviny žalúdka u príslušnej osoby.

Na uvedených poznatkoch výskumu je nesmierne dôležité to, že nachádzajú súvislosti medzi látkami i medzi javmi; nachádzajú vzťahy a následnosti jednotlivých dejov v organizme. Dnešnému výskumu už nestačia samotné, izolované fakty; dnes majú význam už iba takty súvisiace s radom iných údajov, celý komplexný pohľad na následnosť a vzájomnú podmienenosť dejov v organizme. Na surovom základnom materiáli faktov vyrastajú hypotézy, súvislý, komplexný pohľad na ten-ktorý dej. A až takýto celkový pohľad na súvislosti odhaľuje tajomstvá prírody a pokúša sa odpovedať na večné „prečo“ ľudstva.

Nie je to ináč ani s problémom vzniku karcinogénov v organizme. V predchádzajúcej časti (16. kapitola) sme sa zmienili o mutagenite niektorých flavonoidov, napríklad kvercetínu, ktorý sa zistil v niektorých druhoch ovocia. Tento vedecky zistený fakt nám však napovie iba málo. Ale ak tento fakt dáme do súvislosti s inými údajmi, získame komplexnejší, a tým i významnejší pohľad na premeny flavonoidov v tele. Tak ako to je vlastne s tými flavónovými látkami?

Jedným z flavónových glykozidov je rutín. Táto látka má charakter vitamínu (nachádza sa aj v československom preparáte Ascorutín) a jeho nedostatok vyvoláva zvýšenú lámavosť kapilárnych ciev krvného riečišťa. Rutín sám osebe nie je mutagénny. Ak však na rutín účinkuje enzým beta-glykozidáza, štiepi sa na zložky glykozidickú a flavónovú, čo je nám už známa látka kvercetín. Ale kvercetín je už mutagénny a v pokusoch na zvieratách sa prejavila dokonca i jeho karcinogenita! Ďalej



vieme, že v črevnom obsahu a fekáliách ľudí sú baktérie, ktoré prejavujú aktivitu enzýmu beta-glykozidázy. Ak sa teda rutín dostane cez žalúdok do čriev, prítomný enzým ho štiepi a uvoľní z neho mutagénny kvercetin, ktorý môže v hrubom čreve vyvolať neblahý účinok. Celá táto následnosť dejov sa overila i experimentálne. Ak sa inkubovali rozdrvené vitamínové tabletky s obsahom rutínu cez noc s fekáliami, vznikli v zmesi zložky s výraznou mutagénnou aktivitou, ktorá v nej prv nebola a ktorú bolo možné pripísať kvercetínu.

Ale je kvercetin až natoľko karcinogénny? Čo ukazujú pokusy? Posúďte sami. Ak 25 potkanom podávali v strave 1 000 ppm kvercetínu počas 14 mesiacov, u 20 z nich sa vytvorili rôzne tumory v celom zažívacom trakte a u piatich nádor na močovom mechúri, kým u 19 kontrolných potkanov na obdobnej strave bez kvercetínu nevzniklo ani jediné ochorenie uvedeného typu.

*Zložitá?* Možno ani nie natoľko. Tento príklad má však za úlohu iba porovnať význam jediného faktu s významom komplexu faktov poskladaných do súvislej hypotézy. Každý fakt vlastne predstavuje iba jediné farbisté sklíčko, hypotéza je však celý mozaikový obraz poskladaný z takýchto sklíčok. Nech posúdi sám čitateľ, ktorý z nich má väčší význam pre poznanie človeka: nesúrodá hŕba farebných sklíčok alebo hoci neúplný, ale zato poskladaný mozaikový obraz z nich.

Skôr než opustíme túto tému, chceli by sme aspoň naznačiť ďalší smer výskumu v tejto oblasti. Ak je pravdou, že črevné baktérie obsahujú enzým beta-glykozidázu a až tá uvoľní z flavonoidov mutagénny kvercetin, dal by sa tento enzým izolovať? Prečo nie? Biochemici z Kalifornie izolovali z ľudských fekálií celý súbor enzýmov, ktorý nazvali fekaláza. Prechovávanie niektorých požívateľín s obsahom flavonoidov, napríklad červeného vína či čaju, spolu s fekalázou vyvolal v týchto zmesiach vysokú mutagénnu aktivitu. Je preto odôvodnené podozrenie, že po požití stravy s obsahom flavonoidov vzniká i v zažívacom trakte ľudí mutagénny kvercetin, a to účinkom fekalázy z prítomných črevných baktérií.

Teraz sa však pozrime na náš problém z druhej strany. Ak teda v črevách baktérie chýbajú, mutagénne sploidy z flavonoidov nevznikajú. Je táto veta pravdivá?

Zdá sa, že je. Pokusy s potkanmi, ktoré prišli na svet v sterilnom prostredí a chovali ich úplne bez baktérií, ukázali, že napríklad látka cycin bola pre ne neškodná. Zato však na

normálnych potkanov s obvyklou črevnou flórou účinkoval cy-  
casín ako karcinogén. Pokusy takéhoto typu ukazujú, že vznik  
karcinogénov v organizme často závisí práve od prítomnosti  
mikroorganizmov v črevách.

Treba však dodať, že uvedené pokusy ešte nie sú úplne do-  
končené a že ich doterajšie výsledky zatiaľ iba naznačujú prav-  
depodobný trend. Treba ich preto prijímať s náležitou opatr-  
nosťou. Pokusy naznačujú i to, že bakteriálna flóra čriev môže  
vytvoriť z niektorých farbív, odvodených od benzidínu, priamo  
karcinogénnu pôvodnú látku, teda benzidín, a že je schopná  
z istých azofarbív vytvoriť mutagénne a karcinogénne aromatic-  
ké amíny. Tieto pokusy - ktoré ešte nesmieme považovať za  
definitívne skončené - však poukazujú na nové, nečakané sú-  
vislosti premien zdanlivo neškodných látok na karcinogénne  
priamo v tele človeka či zvieratá, presnejšie, v jeho zažívacom  
trakte. Poukazujú predovšetkým na to, aký dôležitý je výskum  
metabolizmu, premeny rôznych látok v organizme na poznanie  
procesu vzniku rakovinového ochorenia. Treba si ďalej uvedo-  
miť, že od dôkladného poznania vzniku a príčinných súvislostí  
tohto procesu v tele závisí i možnosť ochrany organizmu, pred-  
chádzanie vzniku rakovinového ochorenia.

# 18.

## PIJEME IBA VODU?

To je otázka! Teraz sa však nemienime venovať konzumácii alkoholu, v ktorej patríme medzi popredné štáty na svete. O alkohole už bola reč v 15. kapitole. Preto formulujme našu otázku ešte raz, presnejšie: Dostávajú sa do nášho organizmu spoločne s pitnou vodou aj iné, neželané látky? A ak áno, ktoré sú to a aký majú vzťah k vzniku niektorej formy rakoviny u človeka?

Treba poznamenať, že dnes má už iba málokto to výsadné šťastie piť čistú, pramenistú vodu alebo aspoň vodu z nezávadnej studne. To, čo bolo pred niekoľkými generáciami samozrejmosťou, stáva sa dnes skoro nedosiahnuteľným luxusom. Väčšina nášho obyvateľstva pije upravovanú, prečistenú vodu z viac-menej čistých riek, do ktorej sa voda z prameňov v najlepšom prípade iba primiešava. Preto toľké nadšenie na tvárach turistov, ktorí si labužnícky pochutnávajú na lahodnej, chladnej vode z lesného prameňa, na ktorý pri svojich potulkách natrafia. Neraz vídať i dôchodcov, ktorí si z turistickej vychádzky nosia domov vo fľaškách dva až tri litre čistej, pramenitej vody na pitie.

Prirodzene, voda, ktorá dnes vyteká z vodovodných kohútikov našich miest, je a musí byť zdravotne nezávadná. Prečisťuje sa rozličnými druhmi filtrácie a nakoniec sa silne chlórjuje. Znamená to, že sa do vody vhodnou technológiou pridáva chlór, ktorý s vodou a jej iónmi vytvára silné oxidačné činidlá, chlórny. Tieto činidlá, a napokon i elementárny chlór sám, účinne ničia choroboplodné zárodky, baktérie prítomné vo vode a chránia nás tak pred chorobami, ktoré by tieto mikroorganizmy mohli vyvolať. Ale chlórovanie vody je predovšetkým pre mikroorganizmy nesmierne drastický zásah. Odhliadnuc od toho, že silné oxidačné činidlá - chlórny - nemalou mierou prispievajú k ničeniu kovových vodovodných batérií a vedení,

chlorácia vlastne premieňa ústrojné látky mikroorganizmov na chlórované zlúčeniny a tým ich zbavuje účasti na životných pochodoch baktérií.

V nezávadnej pitnej vode sa nachádza iba malé, veľmi malé množstvo ústrojných látok. Sú to predovšetkým telá mikroorganizmov. I keď ich býva málo, vždy môžu byť vo vode prítomné - ak by to tak nebolo, čistenie vody chlóróm by bolo celkom zbytočné - a z ústrojných látok týchto baktérií vznikajú pôsobením chlóru chlórované zlúčeniny. Tieto života zbavené chlórované ústrojné látky už nemôžu, pochopiteľne, vyvolať také choroby ako živé baktérie, môžu však škodiť organizmu ľudí i zvierat. Výskumníci v ostatných rokoch zistili, že práve niektoré chlórované ústrojné látky, predovšetkým chlórované uhľovodíky, zohrávajú istú úlohu i pri vzniku rakoviny.

Prečo sú však pre človeka nebezpečné práve tieto chlórované zlúčeniny? V 4. kapitole sme spomenuli, že väčšina karcinogénnych látok, ktorá sa do organizmu dostane, sa v ňom musí metabolizovať, zmeniť, prv ako zasiahne jadro bunky a transformuje ju na rakovinovú. Takéto látky nazývame nepriamymi karcinogénmi. Pri metabolických premenách vždy možno takéto látky detoxikovať a aspoň čiastočne odstrániť z organizmu skôr ako nadobudnú štruktúru, ktorá bezprostredne zasiahne jadro bunky. Chlórované uhľovodíky však pôsobia inak. Tieto látky bývajú vo vode omnoho viac rozpustné ako pôvodné, nechlórované zlúčeniny, a preto nepotrebujú metabolickú premenu skôr, ako môžu vykonať svoju zhubnú funkciu. Sú to tzv. priame karcinogény, pretože môžu bez predchádzajúcich premien priamo zasiahnuť jadro bunky.

Chlórovaná voda má zároveň i mutagénne vlastnosti. Najviac mutagénnej aktivity sa našlo vo vodách chlórovaných voľným chlóróm, už menej vo vodách chlórovaných chloramínom, zatiaľ čo v nechlórovanej vode sa mutagénne látky vôbec nezistili. Spomenieme ešte, že technológia čistenia vody pozná i proces odstránenia chlóru z vody, keď chlór už splnil svoju úlohu, zničil prítomné mikroorganizmy. Takéto odstránenie chlóru z vody pomocou siričitanu sa prejaví, celkom logicky, i znížením mutagénneho účinku látok vo vode o 50 až 80 percent. Navyše pripomenieme, že produkty chlorácie vody, prepočítané na trihalometány (napríklad chloroform), ktoré bývajú prítomné v chlórovanej vode, podliehajú v niektorých krajinách už teraz prísnemu normovaniu; napríklad v USA celkový obsah

trihalometánov v pitnej vode nesmie prekročiť hodnotu 0,1 mg v litri.

Treba zdôrazniť, že pitná voda sa v súčasnosti nedá považovať za zdraviu škodlivú. Aby sa prejavil karcinogénny účinok pitnej vody u človeka, by podľa jedného odhadu bolo treba vypiť denne 50 000 až 100 000 litrov vody s najvyšším obsahom zistených mutagénnych látok.

Na druhej strane však treba zdôrazniť, že odpadové vody môžu byť, a často aj sú zdraviu škodlivé. Chlorácia drtiny dreva, najmä lignínu pri výrobe papiera, bielenie chlórrom vytvára v priemyselnej vode mutagénne a karcinogénne látky. Aj odpadové vody, vznikajúce pri priemyselnom skvapalňovaní uhlia, obsahujú mutagénne látky, ktorých zdrojom je práve syntetické tekuté palivo vyrobené z uhlia. Pritom dnešné technológie umožňujú aspoň podstatne znížiť, a často i celkom vylúčiť hrozbu karcinogénnych látok z odpadových vôd; odstránenie prebytočného chlóru z pitnej vody siričitanom alebo odstraňovanie mikroorganizmov z vôd pomocou ozónu či ultrafialového žiarenia namiesto chlórovania by mohli prispieť k zníženiu obsahu mutagénnych chlórovaných látok v našej úžitkovej vode. Tak isto použitie dioxidu chlóru ( $\text{ClO}_2$ ) pri bielení papiera namiesto voľného chlóru by značne znížilo prítomnosť mutagénnych látok v odpadovej vode z papierní.

Prečo sa však zaoberáme na tomto mieste odpadovými vodami? Veď tie predsa nepijeme!

Zaiste. Ale čistota odpadovej vody, ktorá sa skôr či neskôr po kolobehu a prirodzenom očistení stane súčasťou pitnej vody, nám nemôže byť ľahostajná a zaslúži si zvýšenú pozornosť. Čistá voda je čoraz vzácnejšia, a preto i nás čaká významná úloha - zabrániť podľa svojich možností ďalšiemu zvyšovaniu množstva škodlivých látok v životnom prostredí a vo vodách zvlášť. Musíme si však uvedomiť aj to, že technologické postupy čistenia vôd, prípadne zabránenia ich znečistenia už dnes existujú - treba ich len využívať.

Ak popustíme uzdu fantázii a uvedomíme si čoraz väčší celosvetový nedostatok pitnej vody, môžeme si celkom dobre predstaviť domácnosť budúcnosti, kde budú namiesto dvoch až tri vodovodné kohútiky: na úžitkovú vodu studenú, teplú a pitnú. Je nám jasné, že „veľká technológia“ môže zbaviť vodu škodlivých prímiesí, čo však môžeme urobiť pre čistú vodu dnes, u nás, doma?

Najjednoduchší a v poslednom čase často používaný spôsob je preváranie vody. Väčšina chlórovaných zlúčenín, najmä chlórované uhľovodíky sú prchavé, a už niekoľko minútové varenie ich odstráni z vriacej vody spolu s parami. Tak sa voda zbaví aj nadbytočného voľného chlóru, ktorý v pitnej vode po chlorácii ostal. Napokon, preváranie vody, najmä z neznámych studní nás ubezpečí, že sme varom v nej zničili i tie mikroorganizmy, ktoré by sa v nej predsa len mohli ešte vyskytnúť.

V 7. kapitole sme opisovali ochranné účinky horčička na organizmus v súvislosti so vznikom rakoviny. Ani z tohto pohľadu by preváranie vody nemalo človeku škodiť: varom sa časť vápenatých solí prítomných vo vode vyzráža, ale soli horčička zostávajú v prevarenej vode bez väčších zmien.

Prípomeňme si znovu, že výskyt rakoviny žalúdka je štatisticky v nepriamej úmernosti k tvrdości vody: čím „mäkšia“ voda, tým vyšší je výskyt tohto ochorenia. Výskumníci dnes predpokladajú, že ochranný účinok tvrdej vody na organizmus vzhľadom na vznik rakovinového ochorenia treba pripísať katiónom horčička. Ale aj iné ióny, prítomné v pitnej vode, môžu ovplyvniť výskyt tejto choroby. Ukázalo sa napríklad, že dlhodobé užívanie (10-20 rokov) pitnej vody zo studní a iných neverejných zdrojov s vysokým obsahom dusitanov a dusičnanov zvyšuje štatisticky riziko vzniku rakoviny u mužov asi na dvojnásobok, u žien asi na 1,4-násobok oproti výskytu v normálnej populácii.

Vidíme teda, že ani kvalita našej pitnej vody nie je z hľadiska výskytu tejto choroby bezvýznamná. Treba však opakovane zdôrazniť, že bežne užívaná pitná voda nepredstavuje zatiaľ z hľadiska karcinogenézy pre človeka zvýšené riziko. Musíme sa však už teraz usilovať o to, aby si naša pitná voda prinajmenšom zachovala svoju kvalitu i v budúcnosti.

# 19.

## JE ZELENINA LEN POTRAVA?

Zelenina, obilniny a ovocie, teda potraviny rastlinného pôvodu sú nevyhnutnou súčasťou stravy človeka. Dnes si už ani nevieme predstaviť život bez „chleba každodenného“; k mäsu úplne samozrejme požadujeme prílohy či šaláty z rastlín, ovocie čoraz častejšie konzumujeme ako „medzijedlo“ - desiatu či olivrant. O význame zeleniny ako dôležitej zložky stravy dnes už nepochybuje - hádam až na kuchárov v niektorých závodných jedálňach - nikto.

Má však konzumácia zeleniny, obilnín a ovocia význam i z hľadiska vzniku rakovinového ochorenia? A ak áno, čo v spomenutých zložkách stravy účinkuje proti tejto chorobe a čo by nám v nich mohlo škodiť?

O význame konzumácie rastlinných zložiek našej stravy sme sa zmienili v predchádzajúcich častiach už niekoľkokrát. Predovšetkým rastlinná strava býva zvyčajne chudobná na jouly a takéto jedlá nám teda nepridávajú príliš na hmotnosti. Preto tí, ktorí jedia viac zeleniny a majú nižšiu hmotnosť, majú zároveň i nižšie riziko, že u nich táto choroba prepukne. Okrem toho skoro všetky zložky rastlinnej stravy sú cenným zdrojom vitamínov, z ktorých predovšetkým vitamíny A a C chránia organizmus pred rakovinou. Rastlinami sa do nášho tela dostávajú i mikroprvky z pôdy, ktoré nás taktiež môžu chrániť pred touto chorobou - povedzme horčík alebo selén. Prítom i nestráviteľná, vláknitá časť konzumnej zeleniny, ktorá neustále prečisťuje črevný trakt, nám tiež poskytuje ochranu pred niektorými druhmi tohto ochorenia.

Vidíme teda, že rastlinné zložky stravy nám poskytujú jednoznačnú ochranu pred ochorením na rakovinu, a to hneď z niekoľkých dôvodov. Ale je to už naozaj všetko? Alebo má ešte zelenina v talóne i ďalšie vplyvy, ktorými chráni naše zdravie?

Veruže má. Pokusy ukázali, že viacero chemických látok, ktoré sú za normálnych okolností súčasťami jedlých rastlín.

chráni organizmus pred vznikom tejto choroby a inhibuje, teda spomaľuje priebeh rakovinového ochorenia, ak už v organizme vzniklo. Ktoré látky to sú a v akých rastlinách sa nachádzajú?

Chemici zistili, že v niektorých jedlých druhoch zeleniny (kapusta, kel, karfiol, brokolica) sa nachádzajú tri látky, odvodené od zlúčenín indolu, ktoré boli schopné chrániť organizmus pred touto chorobou [indol-3-karbinol (IK); 3,3'-diindolylmetán (DIM); a indol-3-acetonitril (IAN)]. Keď pokusným myšiam, ktoré dostávali iba syntetickú stravu, dodali do žalúdka silnú dávku karcinogénnej látky DMBA (dimetalbenzantracén, ktorý vyvoláva predovšetkým tumory prsníkov), až u 91 percent zvierat sa zistili tumory prsníkov. Ak však iným skupinám pokusných zvierat, ktoré chovali na rovnakej strave a dostali rovnakú dávku karcinogénnej látky, podali 20 hodín pred pokusom jednorazovú dávku pomerne malého množstva IK alebo DIM, počet zvierat, ktoré ochoreli na tento druh rakoviny, prudko poklesol (na 21 percent, prípadne na 27 percent).

V inom pokuse testované indolové látky podávali zvieratám počas 8 dní v strave a až potom im vpravili do žalúdka karcinogén DMBA. Výsledok pokusu ukázal, že zo zvierat, ktoré nedostali v strave ochrannú indolovú zlúčeninu, 73 percent ochorelo; zatiaľ čo spomedzi zvierat, ktoré dostávali IAN, ochorelo 54 percent, a z tých, ktorým pridávali do stravy IK, iba 20 percent! Takéto a podobné pokusy poukazujú jednoznačne na ochranný účinok testovaných indolových zlúčenín, ktoré sú prirodzenou súčasťou niektorých jedlých rastlín, pred touto chorobou.

Prirodzene, konzumácia zeleniny znamená vždy súhrn, vzájomné spolupôsobenie týchto, ale i ostatných látok, ktoré chránia organizmus. Svoju úlohu v prevencii rakoviny zohrávajú aj vlákna, aj obsah beta-karoténu, z ktorého vzniká vitamín A, aj indolové zlúčeniny. Spomenutý pokus so syntetickou stravou mal vlastne ilustrovať až posledný stupeň ochrany zvierat, ak je preventívne pôsobiaca látka už známa a strava ju obsahuje v presnom, kontrolovanom množstve. O komplexnom ochrannom účinku zeleniny pred ochorením na rakovinu nás však presvedčujú i štatistické štúdie, podľa ktorých sa u vegetariánov a príslušníkov niektorých náboženských siekt konzumujúcich prevažne zeleninovú stravu rakovina vyskytuje v podstatne nižšej miere ako u ostatných zložiek obyvateľstva.



Poznajú výskumníci ešte aj iné zložky rastlín, ktoré by boli sľubné z hľadiska ochrany organizmu pred touto chorobou? Zaiste áno; v poslednom čase výskumníci spoznali dokonca niekoľko chemicky rozličných skupín. Patria k nim kumaríny, prirodzené zložky ovocia a zeleniny chrániace pokusné zvieratá pred rakovinou predžalúdka, ktorú mal navodiť karcinogénny benzo(a)pyrén. Ďalej sú to izotiocyany, taktiež zložky jedlých rastlín (benzyl izotiocyanát, fenyl- a fenyletylizotiocyanát a i.), určité flavóny (beta-naftoflavón) a niektoré prirodzené fenoly (napríklad orto-hydrocinnamónová kyselina, 4-hydroxy-3-metoxycinnamová kyselina). Tieto, ako aj mnohé ďalšie zlúčeniny, ktoré sú prirodzenými zložkami jedlých rastlín, študujú veľmi pozorne výskumníci na celom svete. Cieľ ich snaženia je nanajvýš humánný: zistiť, ktoré zložky rastlín sú schopné chrániť organizmus pred vznikom rakoviny a usilovať sa o zvýšenú konzumáciu práve týchto zložiek rastlinnej stravy.

Zároveň sa však výskumníci zaoberajú i ďalšou otázkou, ktorá je neoddeliteľná od spomenutého cieľa: akým spôsobom, akým mechanizmom uvedené látky dosahujú svoj ochranný účinok? Samozrejme, na túto otázku zatiaľ nevieme dať vyčerpávajúcu odpoveď. Veď i samotné poznávanie účinku týchto ochranných látok začalo zhruba v polovici sedemdesiatych rokov a ani zďaleka ich všetky ešte nepoznáme. Zdá sa však, že uvedené látky zvyšujú aktivitu tých enzýmov v organizme, ktoré z neho odstraňujú karcinogénne látky. Indoly, kumaríny, ako aj izotiocyany zvyšujú aktivitu glutatión-S-transferázy, enzýmu, ktorý je dôležitý pri odstraňovaní škodlivých látok z organizmu. Niektoré látky, predovšetkým prirodzené fenoly pravdepodobne účinkujú ako antioxidanty (pozri 11. a 12. kapitolu), podobne ako vitamíny A, E a C. I keď jednotlivé ochranné látky z rastlín majú veľmi rôznu štruktúru, zdá sa, že pôsobia viac-menej rovnako: posilňujú odstraňovanie telu cudzích látok z organizmu. Svoju úlohu v tomto procese, prirodzene, zohrávajú i vláknité zložky rastlinnej potravy.

Môžu byť látky s protirakovinovým účinkom prítomné aj v iných zložkách rastlinnej potravy? To, prirodzene, nie je vylúčené. Na celom svete sa dnes intenzívne študujú i rôzne zložky miestnej stravy, a to z hľadiska ich vzťahu k ochoreniu na rakovinu. Spomenieme tu iba dve z nich.

Existuje istý druh inbredných myší (označované C3H/HeN, ktoré sa vypestovali párením brat - sestra), u ktorých sa veľmi

často, podstatne častejšie ako u iných druhov týchto zvierat, vyskytuje rakovina pečene. Ak tomuto druhu myši pridávali do stravy istú bielkovinu rastlinného pôvodu zo sóje, ktorú nazvali Edi Pro A (z anglického výrazu edible protein, stráviteľná bielkovina), zistili, že ich účinne chráni pred touto formou rakoviny. Z ôsmich myší tohto druhu, ktorým chýbala táto bielkovina, ochoreli všetky, a pritom ich ani neovplyvnili nijakou karcinogénnou látkou; z ďalšej skupiny ôsmich myší, ktoré dostávali v strave 2,6 percenta bielkoviny Edi Pro A, ochoreli len dve; z podobnej skupiny ôsmich myší, ktorých strava bola obohatená o 3,9 percenta tejto bielkoviny, už ochorela iba jedna. Napokon z poslednej skupiny ôsmich myší toho istého druhu, ktorých strava obsahovala až 5,2 percenta uvedenej sójovej bielkoviny, už neochorela ani jediná!

V Japonsku sa často konzumuje istá morská rastlina (*Laminaria angustata*). Výskumníci zistili, že konzumácia tejto morskej rastliny môže účinne chrániť Japonky pred rakovinou prsníka. I v pokuse sa preukázal protirakovinový a protimutagénny účinok výťažkov tejto rastliny.

Príklady majú iba ilustrovať úsilie výskumníkov nájsť také prirodzené zložky stravy, ktoré by nás mohli pred touto chorobou ochrániť. Pravdaže, uvedené dva príklady sú iba prvými lastovičkami tohto úsilia výskumníkov; ubezpečujú nás však o tom, že výskumníci veľmi intenzívne študujú čo i len náznak prítomnosti látky, ktorá by mohla mať protirakovinový účinok.

Doteraz sme sa zaoberali iba tými prirodzenými zložkami rastlín, ktoré by mohli naše telo chrániť pred rakovinou. Žiaľ, každá minca má dve strany, a tak niektoré rastliny môžu obsahovať aj zlúčeniny, ktoré podporujú vznik tejto choroby. V 15. kapitole sme sa dozvedeli o niektorých z nich (kvercetín), ale nie je vylúčené, že ich zoznam sa v budúcnosti ešte doplní. Zdá sa, že treba zachovávať opatrnosť a mieru pri konzumácii trieslovín (v silnom čaji) a silných, dráždivých korenín. Ale i v tomto smere, práve tak ako pri hľadaní protirakovinových zložiek, pokračujú výskumníci na celom svete v intenzívnej práci pre blaho človeka a zachovanie jeho zdravia poznávaním ochranných, no i škodlivých zložiek stravy.

Naša rastlinná strava však môže obsahovať aj rôzne „neprirodzené“ súčasti, ktorých požívanie rozhodne nie je pre človeka zdravé. Máme na mysli hojnosť rôznych zlúčenín (pesticídov, herbicídov, fungicídov, insekticídov a iných), ktoré sa pýšia

názvom: prípravky na ochranu rastlín. Nie je však celkom isté, či slúžia aj na ochranu človeka. Podobne je to aj s používaním umelých hnojív.

Z toho pre nás vyplýva varovanie - už dnes u nás používajú poľnohospodári niekoľko sto rôznych chemických prípravkov na poliach a v záhradách. I keď vieme toho dosť o každom jednotlivom prípravku, o spoločnom pôsobení dvoch či niekoľkých takých látok na organizmus človeka či zvieratá máme zatiaľ iba veľmi hmlisté predstavy. Preto by sa malo s týmito prípravkami zaobchádzať s čo najväčšou opatrnosťou a zachovávať pri ich používaní - ako i pri jedení - striedmosť. Napokon vieme, že ak sa objavia dusíkaté látky vo vode niektorej dedinskej studne, hygienik z nej zakáže používať vodu. Nesmieme byť preto ľahostajní k tomu, že obdobné látky s obsahom dusíka - umelé hnojivá - sa používajú v čoraz väčších a väčších množstvách.

Spomenuli sme už, že výskumníci majú dostatok štatistických dôkazov o tom, že zvýšená konzumácia zeleniny (šalátu, zeleru, paradajok, ale i ďalších uvedených druhov a koreňovej zeleniny) znižuje výskyt rakoviny. Ešte jeden príklad: riziko vzniku rakoviny hrubého čreva u osôb, ktoré konzumujú hodne kapusty, je iba jedna tretina rizika, ktorému sa vystavujú tí, ktorí tejto zeleniny jedia iba málo, prípadne sa vôbec nenachádza na ich jedálnom lístku. Máme sa teda stať vegetariánmi, aby sme sa uchránili pred hrozbou rakoviny?

Podľa všetkého nemusíme byť na seba až takí prísni. Veď i mäso je dôležitou zložkou stravy človeka. Siahnime radšej po jednoduchom opatrení: dožičme si k mäsu veľa zeleniny, podstatne viac ako doteraz. Po čase zistíme, že sa rastlinná zložka stravy dá rozmanité upraviť, je chutná, diétna, zdravá a pomerne lacná.

# 20.

## MÔŽE ŠKODIŤ NEDOSTATOK?

Doteraz sme sa zaoberali väčšinou tými zložkami stravy, ktoré môžu buď spoluúčinkovať pri vzniku tohto ochorenia (polycyklické uhľovodíky, produkty rozkladu tryptofánu), alebo nás istým spôsobom chrániť pred touto chorobou (vitamín A, horčík, selén). Ak v našej strave nie sú prítomné ochranné látky, ich nedostatok môže, prirodzene, napomôcť vznik tejto choroby.

Ale i neprítomnosť iných látok, okrem tých, ktoré sme už uviedli, môže ovplyvniť obranyschopnosť ľudského organizmu pred touto chorobou. Povedali sme si, že ak v strave chýba cukor, glukóza, môžu za istých okolností (pozri 3. kapitolu) nastať v tele priaznivé okolnosti pre vznik rakoviny pečene. Môže teda nedostatok niektorých dôležitých súčastí našej stravy zvyšovať riziko vzniku tejto choroby v organizme človeka?

Zdá sa, že áno. Výsledky pokusov naznačujú, že ak normálnym ľudským bunkám v kultúre chýba niektorá z nevyhnutných aminokyselín, arginín či glutamín, stávajú sa omnoho citlivejšími na zásah karcinogénnych látok. Takéto „hladujúce“ bunky sa menia účinkom karcinogénnych zlúčenín na bunky rakovinového charakteru ľahšie a rýchlejšie ako bunky, ktorým pridávajú primerané množstvo arginínu a glutamínu do prostredia.

Ale i nedostatok iných dôležitých látok môže ovplyvniť vznik rakovinových ochorení, predovšetkým pečene. Kanadskí výskumníci zistili, že všetky pokusné zvieratá (potkany), ktorým 13 až 24 mesiacov podávali stravu bez cholínu a metionínu, mali v pečeni „uzlíky“ zo skupín buniek, ktoré sa veľmi ľahko mohli zmeniť na rakovinové; a u vyše polovice zvierat sa už prejavilo i priame rakovinové ochorenie pečene - karcinóm. Výskumníci dokázali, že túto chorobu vyvolal skutočne iba nedostatok cholínu a metionínu. K strave ďalšej skupiny potkanov, ktorá žila v obdobných podmienkach, totiž primiešali navyše 0,8 percenta chloridu cholínu. A výsledok? Z tejto skupiny zvierat, ktoré

dostávali v strave prídavok cholínu, neochorelo na uvedený druh rakoviny ani jediné zviera, ba v ich pečeni sa nevyskytli ani len „uzlíky“ predrakovinových buniek. Aminokyselinu metionín vlastne bolo treba vylúčiť zo stravy pokusných zvierat iba preto, lebo sa z neho môže vytvoriť cholín prirodzenými metabolickými cestami. Zdá sa teda, že už číry nedostatok cholínu môže zapríčiniť vznik rakoviny pečene.

Stojí za zmienku, že nedostatok tejto látky má ešte aj iný nepriaznivý účinok na organizmus. Vyvoláva v ňom totiž aj zvýšenú peroxidáciu lipidov, tukových látok v pečeni, čo zase súvisí s urýchlenným starnutím, poškodením tohto tkaniva účinkom kyslíka, tak ako to prebieha vo vyššom veku.

Vplyv nedostatku istých látok, ktoré sa obyčajne dodávajú do organizmu stravou, na vznik rakovinového ochorenia sa dnes teší záujmu výskumníkov na celom svete. Nie je to divné, lebo ak sa zistí príčinná súvislosť medzi nedostatkom istej zložky stravy a častejším výskytom rakovinového ochorenia niektorého orgánu - podobne ako sme to videli na príklade cholínu -, možno uplatniť veľmi jednoduché a účinné ochranné opatrenie: treba iba doplniť stravu chýbajúcou zložkou.

Výskumníci zatiaľ vedia pomerne málo o vyvolaní rakovinového procesu prostým nedostatkom istej látky. O spôsobe účinku, o mechanizme vyvolania tejto choroby máme zatiaľ iba dohady. Nieje neopodstatneným názor, podľa ktorého nedostatok istej potrebnej látky zoslabí obranyschopnosť orgánu či celého tela do tej miery, že podľahne vplyvu všadeprítomných karcinogénov z prostredia. Zvýšená peroxidácia lipidov v pečeni, vyvolaná nedostatkom cholínu, by nasvedčovala tomu, že sa poruší mechanizmus odstraňovania kyslíkatých voľných radikálov. Nadbytok radikálov by potom v zoslabenom tkanive mohol túto chorobu vyvolať.

Z uvedeného by sme si mohli vybrať dva závery. Prvý, všeobecný, poukazuje na potrebu sústavného výskumu, poznávania dejov v živej bunke a tkanive - veď bez poznania biochemických dejov v normálnej bunke nemôžeme porozumieť mechanizmu zmenených procesov v bunke chorej. Okrem toho nám výskum často odhaľuje úplne nové, nečakané pohľady na život - napríklad to, že nielen prítomnosť karcinogénnej látky v organizme môže v ňom vyvolať rakovinu, ale aj jej opak, nedostatok nejakej potrebnej zlúčeniny môže viesť ku vzniku tejto choroby.-

Druhý záver, špecifický, sa týka stravy a dokazuje, že naša strava má byť pestrá, mnohostranná; že znižovanie nadbytočnej hmotnosti jednostrannou výživou, úplným vylúčením cukru či tukov zo stravy môže mať aj škodlivé následky. Pestrosť a rozmanitosť stravy má preto významnú úlohu tak v uchovaní celkového zdravia človeka, ako i v jeho ochrane pred ochorením na rakovinu.

# 21.

## NEVÍDANÉ, NESLÝCHANÉ . . .

Od nepamäti ľudia hľadali - a nachádzali - lieky na najrozličnejšie neduhy. Hľadali ich predovšetkým v ríši rastlín, ale i v častiach tela živočíchov či medzi nerastami. Netreba sa preto čudovať, že niektoré z najúčinnějších, doteraz používaných liekov objavili dávni prírodní liečitelia či babky korenárky; spomeňme si na kôru chinovníka (chinín) alebo rastlinu náprstník (*digitalis*). Ale ani moderný výskum sa nezriekol hľadania v neobmedzených zdrojoch prírody. Po objave penicilínu v plesni výskumníci sledili po ďalších plesniach, ktoré by mohli obsahovať nové, účinné antibiotiká prakticky všade: v pokazennom ovocí, v zemine z kvetináčov s fialkami, v morských rastlinách. Podobne sa pátra i po látkach, ktoré by vyliečili organizmus napadnutý rakovinou, alebo by ho aspoň chránili pred vznikom tejto choroby.

V predchádzajúcej kapitole sme uviedli dva príklady látok, ktoré, zdá sa, ochraňujú organizmus pred rakovinou: bol to istý druh bielkoviny zo sóje a výťažok z japonskej morskej rastliny. Na to, aby si čitateľ mohol aspoň zhruba predstaviť šírku záberu výskumu, ktorý hľadá protirakovinové látky, pokúsime sa na ilustráciu uviesť aspoň niektoré výsledky doslova detektívneho pátrania po látkach, ktoré by mohli mať protirakovinový účinok.

Zistilo sa napríklad, že listy z rastliny *Ochrosia elliptica* obsahujú niekoľko alkaloidov; z nich dva - ellipticín a 9-metoxylipcticín - preukázali protirakovinový účinok. Tieto a niektoré podobné látky brzdili už v malých množstvách množenie sa buniek leukémie v kultúrach a už jednorazová dávka 9-hydroxyellipticínu chránila pokusné myši pred vznikom rakoviny účinkom karcinogénnej látky DMBA.

Iní bádatelia venovali pozornosť životu v mori: z niekoľkých druhov rias (*Sargassum fulvellum*, *Laminaria religiosa*, ako aj *Laminaria angustata*) získali horúcou vodou výťažky, polysacharidy, ktoré účinne predlžovali život zvierat s rakovinovým

ochorením, a to až o tretinu! Keďže niektoré druhy týchto rias tvoria aj súčasť stravy prímorských obyvateľov, toto zistenie si iste zaslúži pozornosť výskumníkov, ktorí hľadajú lieky proti rakovine.

U niektorých živočíšnych druhov (napríklad žraloky, jesetery alebo morské škľabky *Mercenaria mercenaria*) sa rakovinové ochorenie vyskytuje iba veľmi zriedka. Vedci predpokladajú, že telá týchto organizmov musia obsahovať látky, ktoré ich pred touto chorobou chránia. A naozaj! Podarilo sa im izolovať z krvi jesetera aj z tiel spomenutých škľabiek látky s výrazným protirakovinovým účinkom.

Podobná úvaha viedla iných výskumníkov k tomu, aby hľadali látky s protirakovinovým účinkom v moči zdravých ľudí. Domnievali sa totiž, že ak je niekto zdravý v takej záplave karcinogénov, ktoré sa v súčasnosti nachádzajú v životnom prostredí, musí ho niečo pred touto chorobou chrániť. Izolovali preto z moču zdravých ľudí látky peptidickej povahy a nazvali ich antineoplastóny. Autori uvádzajú až neuveriteľne dobré výsledky liečby 21 pacientov s pokročilou rakovinou pomocou antineoplastónu: u 18 z nich nastalo zlepšenie, z nich štyria sa vraj vyliečili úplne. Iní bádatelia zase vraj vyliečili pokusné potkany, u ktorých navodili rakovinu karcinogénom DMBA, pomocou výťažku z ľudského moču.

Prirodzene, pri hodnotení takýchto a podobných senzačných správ si musíme zachovať triezvu rozvahu: nie je všetko zlato, čo sa blyští, a nie každý senzačný liek proti rakovine je zaručene úspešný. Zato každú látku, ktorá ukáže čo i len náznak účinku proti tejto Chorobe, triezvo a objektívne vyšetrí celé skupiny výskumníkov. Nie je isté, či daná látka bude skutočne účinným liekom, ale do skončenia pokusov sa to nedá ani vylúčiť. Preto sa v laboratóriách celého sveta preskúšavajú stovky a tisíce látok najrozličnejšieho pôvodu a zisťuje sa, či sa pri takomto „ryžovaní“ nezaskvie skutočné „zrnko zlata“, či niektorá látka nebude skutočne spoľahlivou ochranou, alebo dokonca liekom proti tejto chorobe.

Dôležitá je však i druhá stránka takéhoto hľadania: výskumníci sa pritom dozvedajú čoraz viac o vlastnostiach najrozličnejších látok vo vzťahu k tejto chorobe a poznávajú i zmeny prejavov rakoviny účinkom sledovaných látok. Nemenej významné je poznávanie procesu tejto choroby, príčin jej vzniku a spôsobu jej priebehu. Liek proti rakovine získame, keď túto choro-



bu čo najpresnejšie spoznáme. Preto výskumníci neustávajú v pokusoch a hľadani protirakovinového faktora na najneočkávanejších miestach sveta.

Pozornosti zvedavých výskumníkov neuniklo, že počas tehotenstva a dojčenia sú samičky potkanov veľmi účinne chránené proti vzniku rakoviny prsníkov. Keďže mnoho antikoncepčných piluliek účinkuje práve takým spôsobom, že „imitujú“ u žien tehotenstvo, hneď sa núkal logický dohad: u žien, ktoré užívajú orálne antikoncepčné prípravky, by sa mali aspoň niektoré druhy rakovinových ochorení vyskytovať zriedkavejšie ako u skupiny žien, ktorá ich neužíva. Skutočne sa zistilo, že u žien, ktoré tieto pilulky užívajú, sa rakovina vaječníkov vyskytuje zriedkavejšie: majú zhruba o polovicu znížené riziko vzniku tejto choroby.

Od tých čias, ako sa zistil protirakovinový účinok komplexnej zlúčeniny platiny (cis-diaminodichlórplatnatan), sa skúšajú i účinky najrôznejších komplexných látok s celým radom ťažkých kovov. Zdá sa, že podobne ako platina budú mať i komplexné zlúčeniny titánu ochranný, a možno i liečebný účinok.

V honbe za látkami s predpokladaným protirakovinovým účinkom sa nesledujú iba nové, doposiaľ neznáme zlúčeniny. Opakovane sa z tohto hľadiska preverujú i látky, ktoré ľudstvo už oddávna pozná. Japonskí výskumníci preskúmali možný protitumorový účinok až 50 antibiotík; Francúzi zistili, že starý dobrý acylpyrín (kyselina acetylsalicylová) brzdí metabolizmus karcinogénu benzo(a)pyrénu, a preto nepovažujú za vylúčený jeho protinádorový účinok. Okrem nesmierne zložitých molekúl organických zlúčenín, akými sú napríklad polysacharidy z morských rias, sa zisťuje i účinok vcelku veľmi jednoduchých látok, kyanátov a izokyanátov, ako aj izotiokyanátov na túto chorobu. Je potešiteľné, že i mnoho veľmi jednoduchých zlúčenín sľubuje protitumorový účinok. Mnohé z týchto látok sa podávajú pokusným zvieratám i po dlhý čas ako prísada do stravy a zdá sa, že ich účinok z hľadiska pôsobenia na túto chorobu je nádejný.

Z ďalších exotických látok, u ktorých sa oprávnene predpokladá účinok proti rakovine, iba náhodne spomenieme niektoré ďalšie: je to enzým hyaluronidáza, ďalej istý polysacharid z huby *Grifola frondosa* alebo kyselina fumarová, ktorá je vraj aktívnou súčasťou rastliny Pastierska kapsička (*Capsella bursa pastoris*). Vo výpočte takých a podobných látok by sme mohli

pokračovať ešte dlho. Každý z výskumníkov opisuje často div nie zázračný účinok tej „svojej“ látky: rakovinové bunky, ktoré v kultúrach hynú pôsobením novo izolovanej či zosyntetizovanej látky; predlžovanie života pokusných zvierat s navodenou rakovinou; uzdravenie mnohých pacientov. Približne raz za pol roka prebehne svetovou tlačou senzácia: konečne liek proti rakovine! Raz je to výťažok z rastliny aloe v červenom víne, inokedy prečistený petrolej či zlúčenina z kôstok marhuľí. My však vieme, že každý zázrak trvá iba deväť dní a slávu zaručene úspešných liekov zanedlho odveje vietor. Ale usilovná, i keď často nenápadná práca výskumníkov ostáva. Vieme o tejto chorobe viac ako kedykoľvek predtým, no ešte stále nie dost; poznáme dnes viac účinných liekov proti rakovine ako včera, ale nie pre každý jej druh; máme možnosti uplatniť preventívne opatrenia, ale nevyužívame ich ešte v dostatočnej miere.

Vo vzťahu k záplave senzačných liekov si treba zachovať opatrnosť, zdravú skepsu. Ak je náš organizmus dostatočne silný a má k dispozícii dost času, sám sa dokáže vyrovnáť s mnohými závažnými chorobami. Spomeňme si len na vírusové infekcie, proti ktorým vlastne dodnes nepoznáme zaručene účinné lieky; napriek tomu sa veľká väčšina ľudí bez väčších ťažkostí sama vylieči z vírusových ochorení. Preto treba na záver uviesť, že v niektorých prípadoch môže ľudský organizmus prekonať rakovinu i sám, výlučne pomocou vlastných imunologických a biochemických obranných mechanizmov. Lekárska literatúra dokumentuje 179 prípadov, keď sa u konkrétneho pacienta zistilo rakovinové ochorenie, podložené biochemickým a cytologickým nálezom; ale z nejakého dôvodu -väčšinou pre pokročilý stav choroby - už pacienta neliečili. A po čase, napriek predpovedi ošetrovujúcich lekárov, sa chorý úplne uzdravil. Zázrak? Možno ani nie. Takéto prípady samovoľného uzdravenia chorých, u ktorých sa rakovinové ochorenie dokázalo, dokumentuje schopnosť organizmu prekonať i závažné ochorenie. Spomenuli sme predpoklad výskumníkov, podľa ktorého v priebehu života každý človek prekoná, dokonca aj niekoľkokrát „infekciu“ rakoviny, z ktorej sa bez väčších ťažkostí vylieči, a o svojej chorobe sa často ani len nedozvie. Čo z toho pre nás vyplýva?

Predovšetkým musíme dôverovať svojmu organizmu a neupierať mu schopnosť vyrovnáť sa s chorobami. Rany sa zacelia, kosti zrastú, vírusové chrípky vyležíme. Nepopierame tým, pri-

rodzene, dôležitost' liečenia a liekov - lieky chorého skutočne liečia, pomáhajú mu, ibaže ich treba podávať opatrne a iba tam, kde je zaručené ich liečebné pôsobenie. Nemá význam podávať čoraz väčšie a väčšie dávky nejakého antibiotika pacientovi, ktorého chorobu zapríčiňujú baktérie, rezistentné na daný liek. Lieky majú za úlohu - okrem priameho zásahu proti pôvodcovi choroby - aj posilňovať telo, zvyšovať jeho obranyschopnosť proti chorobe.

Ťažisko dnešného boja proti rakovine spočíva v predchádzaní tejto nemoci. Znamená to, že by sme mali žiť v čistom prostredí, ktoré neobsahuje karcinogény. Pri dnešnom rozšírení karcinogénov to však často nebýva ľahké. Ale môžeme zmeniť svoj životný štýl a stravovacie návyky, aby naše telo ľahšie odolalo nástrahám rakovinových, ale aj iných ochorení, a tak posilniť jeho obranné mechanizmy, aby si uchovalo mladosť, sviežosť a zdravie po dlhé roky. Ako to však dosiahnuť?

# 22.

## AKO SA TEDA STRAVOVAŤ A ŽIŤ?

Tí, ktorí si pozorne prečítali predchádzajúce riadky, už si zrejme utvorili dostatočne jasnú predstavu o tom, čo ješ' a ako žiŤ, aby sme čo najviac znížili pravdepodobnosť vzniku rakoviny v našom tele.

Predsa sa však pokúsime zhrnúť základné pravidlá takého spôsobu stravovania, ktorý nás aspoň do istej miery bude chrániť pred touto chorobou. Predovšetkým treba patrične znížiť joulovú hodnotu jedál u tých, ktorí sú viac „pri sebe“; u tých chudších stačí menej. Znížme predovšetkým príjem tukov, najmä tučného mäsa, ale i masti, prebytočných, najmä prepálených olejov, a potrebu tukov pre náš organizmus sa snažme pokryť najprirodzenejším zdrojom - neroztopeným maslom.

Majme na pamäti štyri základné požiadavky: vylúčiť zo stravy známe karcinogénne zložky, i tie, z ktorých by škodlivé látky mohli v našom tele vznikať; obohatiť jedálny lístok zložkami stravy, ktoré obsahujú látky chrániace pred rakovinou; upravovať pokrm tak, aby v ňom karcinogénne látky nevznikali, a napokon dopriať si mnohostrannú, pestrú, kvalitnú stravu. J

Znamená to konzumovať čo najviac surovej i naloženej zeleniny a ovocia, ale aj vo forme prívarkov. Dôležité je prečisťovať si črevný trakt dostatkom vláknitých zložiek stravy: strukovinami, celozrnným pečivom, kukuricou. Nekonzumovať príliš prepečenú, prepálenú stravu, uprednostňovať kratšie spracovanie potravín pri nižšej teplote. Prirodzenou požiadavkou je vylúčiť poškodené, plesnivé či inak znehodnotenú jedlá z nášho stola. Aspoň obmedziť, keď už nie úplne vylúčiť požívanie alkoholických destilátov, kávy, dráždivého korenia. Piť čistú vodu a uprednostňovať ovocie a zeleninu, neošetrenú chemickými prípravkami či nadmerným hnojením. Ješ' pestrú stravu. Viete si napríklad predstaviť, koľko rôznych, i menej známych druhov zeleniny sa dá u nás pestovať? Koľkými rozličnými spôsobmi sa dajú pripraviť šaláty, prílohy, prívarky, koľko rôznych chuťových a estetických zážitkov nám môžu poskytnúť?

Nemáme v úmysle zakazovať niekomu pod hrozbou straty zdravia jesť mäso či používať korenie. Opäť však - a už naposledy - pripomíname, že striedmosť je najdôležitejšou zárukou zdravej výživy. Všetci už dávno vieme, že máme jesť primerane teplú stravu, v pravidelnom čase, že si máme pravidelne a často vyprázdňovať črevný trakt, že máme jesť v dobrej pohode a v primeraných hygienických podmienkach. Ale ozaj, koľkí z nás sa skutočne stravujú podľa zásad zdravej výživy, ktoré nám vstepovali od malička?

Úprava stravovacích návykov, zloženia stravy, obohatenie jedálneho lístka o rôzne zeleninové jedlá a striedmosť v stravovaní však samo osebe ešte nieje zárukou zachovania zdravia. Dnešné preventívne opatrenia, ochrana človeka a jeho zdravia pred zhubnou chorobou predpokladá vlastne zmenu jeho celého socio-ekonomického spôsobu života.

Predovšetkým by sme sa mali usilovať žiť a pracovať v čistom prostredí. Vieme, že v niektorých mestských aglomeráciách vyvolá táto požiadavka iba útrpný a nemohúci úsmev, ale usilujme sa i my, každý podľa svojich možností prispieť k ozdraveniu nášho prostredia. Postarajme sa napríklad, aby motor nášho auta nevypúšťal zbytočne veľa nedokonale spáleného paliva, rôzne ...cídy v našej záhradke používajme len v obmedzenej miere a iba vtedy, ak je to skutočne nevyhnutné. Zainteresujme rodinu na pravidelných vychádzkach do lesa aspoň raz za týždeň. Prirodzene, leví podiel zodpovednosti za naše životné prostredie patrí podnikom - preto by ich vedúci mali klásť na prvé miesto ochranu ovzdušia, vôd či pôdy, ktoré nepatria len „ich“ podniku, ale na ktoré má právo každý člen našej spoločnosti.

A čo ešte? Doprajme si dostatok spánku, toľko, koľko ho naše telo potrebuje. Vyvarujme sa stresov, nervozity, rozčuľovania a ustavičného strachu! Naplňme svoj život užitočnou, Činorodou aktivitou, nestrácajme živý záujem o dianie doma i vo svete, a čo je nesmierne dôležité - zachovajme si zmysel pre humor.

Nezabúdajme na to, že zachovávanie pravidiel zdravého stravovania a správnej životosprávy nás chráni pred všetkými chorobami a predlžuje náš život, ba čo viac, predlžuje aktívnu časť nášho života, mladosť. Okrídlený výrok: nežijeme preto, aby sme jedli, doplňme: jedzme tak, aby sme dlho, aktívne a mlado žili.

## DOSLOV

*Nebýva zvykom zdôvodňovať na konci knižky, prečo ju autor vlastne napísal. Skôr v úvode autor okrášli rukopis mašličkami a popráši cukrom, aby navnadil čitateľa, vzbudil jeho záujem a prinútil ho prečítať nasledujúce stránky. Napriek tomu by som sa chcel na záver kajúčne priznať k tomu, prečo som túto knižku napísal.*

*Nikdy som sa vážnejšie nezaoberal problematikou stravy a vplyvom výživy na karcinogenézu. Nech sa mi to zaráta ako poľahčujúca okolnosť. Viac-menej náhodou som sa však v septembri roku 1980 ocitol na jednotyždennom seminári, ktorý zorganizovala Svetová zdravotnícka organizácia v Lodži- Seminár sa zaoberal širokou tematikou - hodnotením zdravotného rizika rôznych škodlivých látok a vplyvov životného a pracovného prostredia na človeka.*

*No a na tom seminári som mal možnosť vypočuť si prednášku anglického výskumného pracovníka Dr. Richarda Peto z Oxfordu. Hovoril o vplyve stravy na vznik rakovinových ochorení u človeka.*

*Prednáška však vyvolala u poslucháčov prejavy nevôle. Ne-spôsobilu ju iba kategorické vystupovanie prednášateľa, ale aj téma jeho prednášky. Predsa my všetci, účastníci seminára Svetovej zdravotníckej organizácie, ktorí sme sa zišli do Lodže zo všetkých kútov Európy, dobre vieme, že rakovinu vyvolávajú toxické chemické látky, vyskytujúce sa v pracovnom prostredí, v znečistenom ovzduší, v chemickom priemysle. Čo nám tu ten prišelec, ktorý sa na seminár dostavil navyše oneskorene, rozpráva o strave? Hádam nás len nechce presvedčiť o tom, že rakovinu môžu vyvolať naše chutné jedlá?*

*Poslucháči reagovali rozpačito aj odmietavo. Uznáme, fajčenie môže vyvolať túto chorobu. Súhlasíme, že aj nestriedme pitie alkoholu môže škodiť. Ale strava? To teda nie, to sa nám uveriť nechcelo.*

*Seminár sa slávnostne skončil, dostali sme diplomy. Úsmevy,*

stisky rúk. Rozlúčka. Priznám sa, vtedy som si ani poriadne neprečítal text prednášky Dr. Peto, ktorý sme mali k dispozícii. Jednoducho, neveril som, žeby strava, potraviny, mohli v človeku vyvolať rakovinu. Dodatočne sa priznávam: bol som zaujatý, jednostranný, opantaný predsudkami, čo je pre výskumného pracovníka neodpušiteľným hriechom.

Ale predsa len mi ten chlap z Oxfordu nedal pokoja. Čo ak mal pravdu? Kúsoček pravdy? Čo ak naozaj pri vzniku rakoviny zohrávajú istú úlohu stravovacie návyky človeka?

Siahol som po literatúre, začal som sa zaoberať týmto problémom. Moje odmietavé stanovisko sa začalo postupne meniť. Čoraz hlbšie som sa vnáral do celej problematiky, zaujímalo ma čoraz viacej faktov, nachádzal som čoraz viacej súvislostí. Napokon sa zo Šavla stal Pavol a ja som sa presvedčil: Dr. Peto mal pravdu, strava človeka môže hrať skutočne významnú úlohu pri vzniku rakoviny - v kladnom i v zápornom zmysle.

Priznám sa, ani ja sa nezriekam rád svojich názorov. Ved'som sa mohol do konca života zaoberať karcinogénmi v životnom a pracovnom prostredí. Ved'tam naozaj sú, pôsobia. Mohol som zabudnúť na Dr. Peto, na seminár, na celú problematiku, ktorá mi bola napokon cudzia.

Ale neurobil som to a dnes ma to teší. Verím totiž, že pomôžem ľuďom viac, keď ich upozorním na nebezpečenstvo, ktoré im hrozí z taniera, ako keď budem ustavične zdôrazňovať, že v ovzduší sú karcinogénne uhl'ovodíky z koksovni, že výfukové plyny áut sú škodlivé, že... že...

Mohol som mať pohodlný život a nenarušené predsudky. Mohol som mať svoju pravdu a aureolu dôležitosti. Ale mohol som sa i poctivo priznať ku svojej úzkoprsosti a zaujatosti. Mohol som sa pokúsiť napraviť svoju chybu. A urobil som to druhé.

Tak vznikla táto knižka. Ako odčinené pokánie za to, že som mal z pohodlnosti uzavretú, zaujatú, jednostrannú myseľ. Nech je pre vás môj prípad varovaním i poučením.

# OBSAH

## Namiesto úvodu 7

1. *Stravujeme sa nebezpečne?* 9
2. *Tie naše kilojouly* 13
3. *Nebezpečenstvo číha - tuky na **obzore!*** 19
4. *Na chvíľu odbočme . . .* 23
5. *Pomôžu nám vitamíny?* 28
6. *Nádejný vitamín A* 32
7. *Stopujeme stopové prvky* 38
8. *Selén -prísľub, či hrozba?* 43
9. *Načo nám je nestráviteľná strava?* 50
10. *A opäť malé odbočenie* 54
11. *Antioxidanty za . . .* 60
12. *. . . a proti* 64
13. *Pražené, údené . . .* 67
14. *Úprava na škodu veci* 71
15. *Čo nám chutí, aj nám slúži?* 77
16. *Škodlivé ozaj škodí* 85
17. *Vznikajú karcinogény v našom organizme?* 87
18. *Pijeme iba vodu?* 93
19. *Je zelenina len potrava?* 97
20. *Môže škodiť nedostatok?* 102
21. *Nevídané, neslýchané.* 105
22. *Ako sa teda stravovať a žiť?* 110

Doslov 112



**Gabriel  
Hocman**

**STRAVOU  
PROTI  
RAKOVINE**

Vydala Smena vydavateľstvo SUV SZM v Bratislave ako svoju 3633 publikáciu Rok vydania 1989 Vydanie prvé Edícia Križovatky Obálku a vstupne strany navrhol Jan Krížik Zodpovední redaktori Naďa Huščova a dr Jan Barica Výtvarná redaktorka Ľubica Štuková Technická redaktorka Magdarena Rejková Jazyková redaktorka Lucia Fašková AH 6 86 (text 6 56 ilustr 0 30) VH7 04 Náklad 20 000 výtlačkov SUKKč 121/I 88 Vytlačila Pravda tlačový kombinát KSS - TZP závod 03 Žilina Hviezdoslavova 18

073-017-89 SPR

02 Kčs 13 -

V edícii  
K R I Ž O V A T K Y  
od roku 1983 vyšlo:

- V. Levi* / Umenie byť samým sebou, 2. vyd.  
*E. Buda a kol.* / O sexualite  
*A. Gusejnov* / Zlaté pravidlo mravnosti  
*V. Levi* / Umenie byť iným  
*Š. Ol'ha* / Drsný diktát drogy  
*F. Pávek a kol.* / Manželská čítanka  
*V. Sagatovskij* / Súd svedomia  
*M. Zelina - E. Jaššová* / Tvorivosť - **piata dimenzia**  
*A. Nikiforov* / Etudy o rozume  
*E. Syřišťová* / Imaginárny svet  
*V. Levi* / Formula osobnosti  
*J. Kapr* / Nastávajúci otec  
*Š. Minárik - H. Stiffel* / Vina a trest  
*J. Boroš* / Psychológia pre mladých, 2. vyd.  
*F. Kassay* / Aj učiť sa treba učiť  
*O. Drobná* / Mám manžela, čo s ním  
*E. Czeizel* / Nepokojné svedomie  
*V. Brožík* / Estetika všedného dňa  
*A. Suchotin* / Rytmy a algoritmy  
*J. Alexandrovskij* / Očami psychiatra  
*J. Mellibruda* / Hľadanie samého seba  
*V. Kajdoš* / Kovom a ohňom (**O akupunktúre**)  
*J. Mistrík* / Variácie reči  
*J. Boroš* / Citový svet mladého človeka  
*A. Lichanov* / Dramatická pedagogika  
*M. Musil* / Talenty cez palubu?  
*W. Zielke* / Ako si zlepšiť pamäť?

Pripravujeme:

- J. Mellibruda* / Ja - ty - my  
*E. Czeizel* / Hodnota je v nás

188 592



SMENA 1989

073-017-89 SPR  
02 Kčs 13,-

Univerzita Mateja Bela  
Univerzitná knižnica

285000060494