

Host

Monica  
Sanchezová

Rob  
Dunn

EVOLUCE  
LIDSKÝCH  
CHUTÍ

# LA HO DA



**BRNO 2022**

Monica  
Sanchezová

Rob  
Dunn

PŘELOŽIL JAN ŠINDELKA

# LA HO DA

evoluce  
lidských  
chutí

Delicious

Copyright © 2021 by Rob Dunn

All rights reserved

No part of this book may be reproduced  
or transmitted in any form or by any  
means, electronic or mechanical, including  
photocopying, recording or by any information  
storage and retrieval system, without  
permission in writing from the Publisher

Translation © Jan Šindelka, 2022

Czech edition © Host — vydavatelství, s. r. o., 2022

(elektronické vydání)

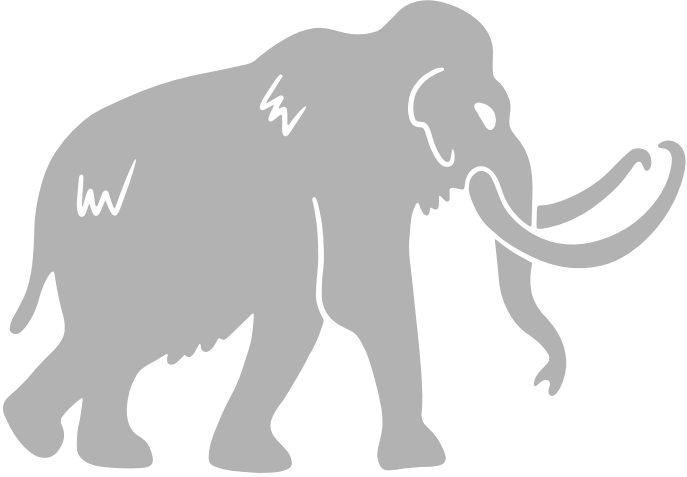
ISBN 978-80-275-1468-7 (PDF)

ISBN 978-80-275-1469-4 (ePUB)

ISBN 978-80-275-1470-0 (MobiPocket)

Proč jíme?  
Abychom vnímali chuť věcí.

HSIANG JU LINOVÁ A TSUIFENG LINOVÁ<sup>[1]</sup>



# OBSAH

PŘEDMLUVA:	UMĚNÍ SÝRŮ	231	
EKO-EVOLUČNÍ			
GASTRONOMIE	11	VEČEŘE Z NÁS DĚLÁ LIDI	253
S JAZYKEM ZA ZUBY	23	POZNÁMKY	265
LOVCI CHUTÍ	51	POUŽITÁ LITERATURA	315
ČUCH NA CHUŤ	83	SEZNAM VYOBRAZENÍ	343
KULINÁRNÍ VYMÍRÁNÍ	113	REJSTRÍK	347
ZAKÁZANÉ OVOCE	151	POZNÁMKA	
O PŮVODU KOŘENÍ	169	PŘEKLADATELE	357
JE LIBO KYSELÉ PIVO			
A KOŇSKÝ UTOPENEC?	199		





# Eko-evoluční gastronomie

*Lidská touha po chuti je v dějinách do značné míry nepřiznanou a neprozkoumanou silou.*

— ERIC SCHLOSSER, FAST FOOD NATION

Před několika lety jsme na stezce na vrcholek našeho oblíbeného chorvatského ostrova narazili na řadu opuštěných staveb. Později se ukázalo, že šlo o kamenné ohrady, ve kterých kdysi lidé chovali ovce. Stavby byly kruhové a mohutné a mezi nimi jsme našli také zbytky něčeho, co vypadalo jako dům, kdysi obývaný rodinou. Ruiny mohly být staré tisíce let. Ostrov býval obýván ilyrskými pastevci. Tvrdí se, že se tito pastevci stali inspirací pro kyklopy z Homérovy *Odysseje*. Spávali v kamenných domech nebo jeskyních a jejich životy byly závislé na ovcích, na jejich mléku, mase, a dokonce i na ovčí vlně. Na-lezené stavby mohly být ilyrské. Nebo mnohem mladší.

Na ostrově se snadno prolínají starobylé stavby s novějšími, a to způsobem, který není vždy čitelný. K těmto stavbám jsme dorazili poté, co jsme předtím navštívili níže položenou jeskyni na ostrově, v níž asi před dvanácti tisíci lety žili lovci a sběrači. A tam jsme zamířili potom, co jsme si prohlédli jeskyni na pevnině, v níž kdysi žili společně neandertálci a pravěcí lidé (bylo to několik velice pěkných dní). Na každém z těchto míst jsme se s našimi dvěma dětmi zastavili, abychom se podívali na krajinu, kterou tito lidé kdysi obývali. A přitom všem jsme také jedli. Například v kyklopské krajině jsme okusili kousek chleba s čerstvou fíkovou zavařeninou a popíjeli domácí víno *plavac mali* od kamaráda. V těchto chvílích jsme přemýšleli, co si asi tehdejší lidé mysleli při pohledu na krajinu, na kterou jsme nyní hleděli my. Není obtížné si představit, že některé věci, jež nám připadají krásné, mohly připadat krásné i jim. Začali jsme ale také přemýšlet o něčem jiném. Jak jsme tak vychutnávali své jídlo, hloubali jsme nad tím, co asi těm dávným lidem chutnalo. Měli například kyklopští pastevci nějaký oblíbený sýr? Měli paleolitičtí lovci a sběrači oblíbené bobulové ovoce? Jak daleko byl asi tak neandertálec ochoten jít, aby našel tu nejchutnější kořist? Otázky to byly zábavné. Bylo snadné se v nich na konci krásného dne plného objevování ztratit.

Později jsme se dočetli více o stravování lidí z doby paleolitu i lidí pozdějších, o jejich jídelníčku a o tom, z čeho měli potěšení. Došlo nám, že ačkoli se o stravování dávných lidí velmi často mluví a diskutuje, téměř nikdy se to nečiní tak, jak bychom my mluvili o svém vlastním jídle. Když máme dobrý den, je pro nás jídlo především potěšením. Zatímco v dávných dobách šlo

především o otázku života a smrti – jak také jinak. Vědci a další učenci při střetu s minulostí z jídla úplně vytěsnili otázku potěšení a lahodnosti.<sup>1</sup>

Jeden z nás (Rob) je ekolog a evoluční biolog a druhá (Monica) je antropoložka. Představovali jsme si, že aspoň v jednom z našich oborů se někdy někdo přece musel zabývat tím, jakou úlohu sehrála v rozhodování našich předků lahodnost. Na nic jsme však nepřišli. Evoluční biologové mluví o optimálních rozhodnutích, která živočichové dělají, už ale neřeší to, jak ta rozhodnutí dělají. Tradičně mají sklon předpokládat, že zvířata jsou něco jako roboti, schopní dokonale se zorientovat ve svém prostředí a odpovídajícím způsobem na ně reagovat. Podobný přístup má i část vědců, kteří se zabývají lidskými lovci a sběrači. Vyhledejte si v odborných člancích sousloví „optimální shánění potravy a lovci a sběrači“ a najdete hromadu materiálu ke čtení na celé hodiny. Ale vyhledejte si tři termíny „optimální potrava“, „lovci a sběrači“ a „chut“. Výsledek hledání bude chabý a poněkud neobvyklý. Kulturní antropologové se zase zaměřují spíše na nepředvídatelnou sílu kultury. „Pod vlivem kultury může člověk fermentovat žraloka nebo pojídat mravence. Nesnažte se to vysvětlit.“ Takhle nějak nám to sugeruje příslušná literatura. Přesto jsme se za našich cest po světě setkávali s lidmi z různých kultur a zjišťovali, že téměř všichni mluví o jídle a o chuti a také o tom, co je a co není lahodné. Platí to rovnou měrou v chatrči z rákosí v bolivijské Amazonii jako v paláci někde v Portugalsku.

Stále více v nás klíčil pocit, že jsme mimoděk narazili na radikální myšlenku – a sice že lidé i ostatní živočišné druhy, mají-li na výběr, raději jedí věci lahodné. Už

když píšeme tato slova, nepřestává nás zarážet, že taková myšlenka může být nová, natož radikální. Přesto byla opomíjena. Většinou.

Vedle ekologie, evoluční biologie a antropologie existuje obor zvaný gastronomie. Na počátku gastronomie stála kniha s názvem *Fyziologie chuti* (Physiologie du goût), kterou v roce 1825 nechal vydat francouzský gastronom Jean Anthelme Brillat-Savarin.<sup>[2]</sup> Brillat-Savarin působil jako právník, starosta a později rada Nejvyššího odvolacího soudu, ale historie si ho pamatuje pro jeho schopnost přemýšlet a psát o jídle a stravování. Název knihy se nejprve překládal jako „Fyziologie chuti“, ale kniha se nezabývala výhradně fyziologií, ani se nezaměřuje jen na chuť. Anglický výraz „taste“ (chuť) se dnes používá k popisu vjemů, které vycházejí z chuťových pohárků na jazyku. Brillat-Savarin neměl na mysli chuť v tomto smyslu. Spíše něco, čemu dnes také říkáme chuť, ale jedná se o souhrn smyslových vjemů z jídla zahrnující chuť, vůni, pocit v ústech a mnoho dalšího. Kniha by se tedy mohla přesněji jmenovat „Historie, filozofie a biologie chuti a požitku z jídla“.<sup>2</sup>

Pokrmu, které je radost jíst, jsou lahodné; být lahodný znamená mít mimořádně dobrou chuť, příjemnou chuť, smyslům lichotící chuť, dokonce smyslnou chuť.<sup>3</sup> V době, kdy Brillat-Savarin vydal svou knihu, bylo studium lahodnosti hájemstvím pekařů, pivovarníků, vinařů, sýrařů, kuchařů, šéfkuchařů, gurmetů a labužníků. Pro filozofy a vědce představovala ústa něco jako stojaté vody, něco až přespříliš obyčejného a vulgárního – samé zuby, sliny a jazyk –, než aby je brali vážně. Brillat-Savarin ústa vážně bral. Před deseti lety byl sesazen Napoleon. Francie znovu objevovala samu sebe. Byla to doba

rozmáchlých světonázorových prohlášení. Brillat-Savarin jako gurmán činil tato prohlášení z hlediska slasti obecně a z hlediska lahodnosti zvláště. Propojoval to, co se už vědělo mezi kuchaři a čeho se začínali dopátrávat vědci, se svými vlastními, někdy až jasnozřivými postřehy. Kniha to byla krásná a zásadní. A také vtipná a svěrázná (včetně například seznamu Brillat-Savarinových oblíbených výroků typu: „Zákusky bez sýra jsou jako jednooká kráska.“). Navzdory svým zvláštnostem, nebo možná právě díky nim, kniha nabídla hypotézy a otázky, které nakonec uspíšily vznik tisíců objevů a poznatků. Stala se jedním ze semínek, z nichž postupně vyklíčily zárodky gastronomie jako vědy.

V knihách o gastronomii, které se dlouho držely ve stopách Brillata-Savarina, se braly v potaz poznatky z oblasti chemie, fyziky, psychologie a v poslední době rovněž z neurobiologie. Richard Stevenson napsal knihu *The Psychology of Flavour*, pojednání o setkávání podvědomí, vědomí a jídla.<sup>[3]</sup> Gordon Shepherd sepsal knihu *Neurogastronomy* (která by se také mohla jmenovat „Neurobiologie chuti“) a později *Neuroenology* (neurobiologie chuti vína).<sup>[4]</sup> Charles Spence přišel s titulem *Gastrophysics* (fyzika chuti) a Ole Mouritsen a Klavs Styrbæk vytvořili *Mouthfeel* (komplexnější úvahy o fyzice chuti).<sup>[5]</sup> Neexistovala však žádná kniha, která by se přímo zabývala vývojem gastronomie nebo lahodnosti z hlediska evoluce člověka, ekologie a historie. My se toto opomenutí rozhodli napravit. A doufáme, že naše kniha onu mezeru zaplní.

Na následujících stránkách se opíráme o poznatky z oborů ekologie člověka, antropologie, ekologie a evoluce ve spojení s fyzikou, chemií, neurobiologií a psychologií,

abychom pochopili chuť, její vývoj a důsledky. Propojujeme to, co dnes kuchaři vědí o zkušenostech s jídlem, co ekologové vědí o potřebách živočichů (zejména člověka) a co evoluční biologové vědí o tom, jak se vyvíjely naše smysly. V některých případech přicházíme s hypotézami novými, ale mnohem častěji pouze propojujeme myšlenky, které dosud nebyly vhodně propojeny. Vyprávíme tak příběh evoluce a historie, který staví požitek a jídlo na místo, na němž si v našem dramatu zaslouží být: do středu pozornosti. Doufáme, že vás touto knihou poučíme, ale také vám předložíme praktické poznatky, díky kterým získáte lepší smysl pro všechno jídlo ve své kuchyni a pro to, proč je (a proč někdy není) lahodné.

Naše kniha je řazena převážně chronologicky. V první kapitole rozvíjíme úvahy o úloze, kterou za posledních několik stovek milionů let hrály chuťové receptory při naplňování potřeb živočichů, a jak jim pomáhaly vyhýbat se hrozbám. Zabýváme se také evolucí rozdílů v chuťových receptorech mezi jednotlivými druhy obratlovců. Kolibřík ochutnává jiný svět než delfin nebo pes. Evoluce chuťových receptorů vede živočichy prostřednictvím chuti k jejich proměňujícím se potřebám.

Po většinu dějin evoluce měli naši předkové jen pramalý vliv na to, jak dostupné budou potraviny v jejich prostředí. Jakmile však začali zhruba před šesti miliony let vynalézat nástroje, situace se změnila. Náš pohled na toto období evoluční prehistorie se ztrácí v mlhách, určitý obrázek, jak to asi mohlo vypadat, nám však nabízí moderní šimpanzi. Šimpanzi používají nástroje, aby se dostali k potravě, která by jim jinak byla nedostupná;

tak si sestavují jídelníček. Různé šimpanzí tlupy mají různé kuchyně a obecněji řečeno kulinární tradice. Jejich kuchyně jsou však jednotné v tom, že obsahují potraviny, které jsou sladší, slanější nebo jinak příjemnější ke konzumaci než ty, které jsou dostupné nejsnáze. Někdy jsou tyto potraviny nedílnou součástí přežití. Stejně často se jeví jako vcelku nedůležité, jako pouhé pochutiny. S největší pravděpodobností se podobně žilo i našim vlastním předkům před šesti miliony let, předkům, pro něž chuť a kulinární tradice mohly sehrát klíčovou úlohu při vzniku nástrojů, které urychlily zásadní evoluční změny. Ve druhé kapitole přicházíme s tvrzením, že bezprostředním hybatelem několika významných evolučních změn u našich předků se mohla stát skutečnost, že pomocí nástrojů našli způsob, jak vyhledávat, nalézat a pojídat chutnější potraviny. Živiny a energie, které tyto potraviny poskytovaly, nakonec změnily evoluční trajektorii našich předků, ale především se tento přechod týkal chuti a dalších jejích složek. Ve třetí kapitole pak rozebíráme způsoby, jakými evoluční změny v hlavách primátů obecně a v hlavách lidí zvláště vedly k tomu, že vůně vnímané v ústech (jako součást příchuti) začaly hrát důležitější úlohu než dřív.

Spolu s tím, jak naši předkové, vědomi si jednotlivých příchutí, vyráběli nové nástroje, se jim utvářely větší mozky a oni následně rozvíjeli složitější kultury. A také začali více lovit. Některé živočišné druhy dokonce nadměrně. Neandertálci a poté zástupci druhu *Homo sapiens* v Evropě a *Homo sapiens* v Americe i v Austrálii a na téměř každém ostrově naší planety přispěli k vyhynutí stovek největších a nejneobvyklejších zvířat na Zemi. Půldruhého metru vysoké sovy, trpasličí sloni,

obří lenochodi, draví klokani... Stovky dalších druhů prostě zmizely. Na téma, jak velký význam měl pro tato vymírání lidský lov (spor se vede o to, zda sehrál výhradní, hlavní, nebo vedlejší roli), už vznikla celá knihovna děl. V podstatě žádná studie se však nezabývá tím, zda příchuf ovlivňovala to, které živočišné druhy si naši předkové vybírali k jídlu. V kapitole čtvrté na příkladu lovců a sběračů z cloviské kultury v Americe tvrdíme, že příchuf hrála roli při výběru zvířat k lovu. Většina preferovaných živočišných druhů sloužících za kořist lovcům z cloviské kultury je dnes již vyhynulá a zdá se, že mnohé z nich byly pravděpodobně lahodné.

Jedním z důsledků zmizení mnoha druhů, které dávní lovci a sběrači nejraději konzumovali, je to, že tyto druhy už nemůžeme ochutnat. Obzvláště chutná byla podle všeho mamutí chodidla, a vy už přitom nikdy nebudete mít příležitost je ochutnat. Možná vás však překvapí, že další důsledek se týká ovoce (kapitola pátá). Ovoce vzniklo proto, aby chutnalo zvířatům. Ale druhy ovoce, které nejvíce chutnají nám, v každém případě mnohé z nich, se nevyvinuly proto, aby lahodily našim ústům, ale aby chutnaly dnes již vyhynulým živočišným druhům. Od ovoce se přesuneme k úvahám o způsobech, jakými příchuf pomáhala našim předkům, když začali používat koření (kapitola šestá), a poté k fermentaci masa, ovoce a obilovin (kapitola sedmá). Představujeme si, že se řídíme svým zrakem a sluchem, a přece jsme v případě koření i kvašení volili nosem a ústy. Byly to naše nosy a ústa, kterým vděčíme za obchod s kořením. Stejně tak nám naše nosy a ústa umožnily pochopit, jak vařit (a mít v oblíbě) pivo, vyrábět víno i smradlavé, fermentované ryby.



V určitých historických i prehistorických údobích dějin se lidé rozhodli chystat pokrmy, které působily především na chuťové pohárky. V jiných případech vytvářeli pokrmy, které se zaměřovaly na chuť samotnou, ale také na její další složky, včetně pocitu v ústech, vůni a jiné. K takovým potravinám patří smradlavé tofu, které se vyskytuje ve velké části Asie, indické kari a sýry s mytou kůrou z Evropy. V osmé kapitole se pokusíme pochopit, proč se lidé v určitých chvílích rozhodnou vyrábět složité a pracné pokrmy, když by jiné typy pokrmů byly snazší (a stejně tak výživné). Tvrdíme, že součástí odpovědi je chuť. Máme přitom na mysli velice konkrétní dobu a místo – skupinu mnichů, jejichž dílo (a požitky) proměnilo jídelníček Evropy. Konečně v deváté kapitole knihu uzavíráme úvahami o situacích, při nichž se scházíme, abychom se společně soustředili na jídlo, užívali si jídlo i jeden druhého, ať už jde o setkání u ohňů, nebo při oslavách. Představujeme si přitom novou budoucnost bádání o chuti: k tabuli tehdy zasedne každý – vědec, kuchař, zemědělec, spisovatel i pastevec – a společně budou lámat chléb nebo porcovat smradlavé tofu, podle toho, co bude zrovna na programu.

Stručně řečeno, příběh evoluce člověka je příběhem chuti a lahodnosti a příběh chuti a lahodnosti je příběhem fyziky, chemie, neurovědy, psychologie, zemědělství, umění, ekologie a evoluce. Z vyprávění příběhů o chuti a o její evoluci a z toho plynoucích důsledcích vzházejí nové poznatky o našem každodenním jídle.

V jádru lze říci, že tyto příběhy vyprávíme my dva společně. Za posledních dvacet let jsme spolu sdíleli

mnoho zážitků a vedli mnoho rozhovorů o jídle. Někdy se však stalo, že u určitého jídla nebo nějaké události byl přítomen pouze Rob. V takovém případě o něm mluvíme ve třetí osobě (Rob...). Většinou jsme v tom však byli společně. Naše děti jsme u toho nudili (a někdy je to i zajímalo – obě přečetly celou knihu). Chodili jsme na jeden trh za druhým a na jednu schůzku za druhou a ochutnávali jeden pokrm a jeden nápoj za druhým. A tak jsme tuto knihu napsali oba, Rob Dunn a Monica Sanchezová. Tu a tam můžete slyšet jeden z našich hlasů o něco více než ten druhý. (Pokud je text vtipný, je to Monikou. Pokud se zdá, že by mohl být vtipný, ale pak není, je to Robem).

K myšlenkám v této knize jsme nedospěli sami. Když jsme začali popisovat složky chuti, rychle jsme si uvědomili, že to neděláme tak sofistikovaně jako gastronom typů Brillata-Savarina. Navíc jsme si při rozhovorech o této knize uvědomili, že součástí velké radosti z přemýšlení o jídle tímto novým způsobem je sdílení myšlenek, rozhovorů a jídla s lidmi, kteří mají na věc jiný náhled. Zvláště zábavné to bylo při těch příležitostech, kdy jsme měli možnost trávit čas s lidmi, kteří se prací s jídlem živí. Rob spolupracoval s Anne Maddenovou, odbornicí na biologii kvasinek, a s desítkou pekařů v Belgii, aby pochopil, jak život pekařů ovlivňuje chuť jejich chleba. Oba jsme sledovali pěstitele lanýžů a jeho psa při hledání lanýžů. Vydali jsme se do zákulisí lihovaru v Dánsku, kde jsme se setkali se sládkem, který chtěl strávit poledne povídáním o přírodopisu včel a o způsobech, jakými včely využívají kvašení. Vydali jsme se do tisíce let starého vinného sklepa ve východním Maďarsku, abychom natočili dokument, a pohltil



**Obrázek P.1.** Vrcholky některých „kyklopských“ stěn ohrady a v pozadí další starobylé stavby na ostrově v chorvatské Dalmácii.

nás přitom rozhovor o houbách rostoucích ve sklepech. Při těchto a dalších zážitcích nám bohatství rozhovorů protříbilo myšlenky, vylepšilo jídlo, o které jsme se dělili, a upřímně řečeno, zanechalo v nás pocit štěstí a naplnění.

Do knihy jsme zařadili jména mnoha lidí, kteří s tímto projektem pomáhali. Na některých místech v hlavním textu jmenovitě uvádíme naše spolustolovníky při večeři. Tam, kde je neuvádíme, jsou však uvedeni v závěrečné poznámce na konci každé kapitoly. Tito lidé byli naší ozvučnou deskou. Zas a znovu se ozývali, aby řekli: „Ale vy nevíte, že ořechy, které šimpanzi jedí,

chutnají jako vlašské ořechy, ale s nádechem tymiánu?“  
Nebo: „Vůně daši je vůně mořských řas, které jsou cítit po moři.“ Nebo někdy, když se naše představy příliš vzdálily od toho, co jsme mohli představit skutečně do hloubky, zaznělo prostě jen: „Kecy.“ Výsledkem je, že tato kniha připomíná daleko spíše hostinu, při níž jsme my hostiteli, než ojedinělý výtvar vědce v lese nebo sochaře tváří v tvář hlíně. Hlas v této knize je náš, ale myšlenky jsou prodchnuty myšlenkami našich společníků, s nimiž jsme mohli sdílet rozkoš z nápadů i z jídla, a za to jsme také nesmírně vděční.

# S jazykem za zuby

*Pověz mi, co jíš, a já ti povím, kdo jsi.*

*Zdá se, že chuť má dvě hlavní určení:*

*1. Vyzývá pomocí požitku k nahrazení ztrát,  
vzniklých životní činností.*

*2. Pomáhá nám vybrat si z různých substancí  
podávaných nám přírodou ony, jež se nám hodí  
za potravu.*

— JEAN ANTHELME BRILLAT-SAVARIN, O LABUŽNICTVÍ

Povaha slasti a nelibosti zaměstnává mysl člověka od dob, kdy první paleolitičtí mudrci usedali okolo ohně, opékali si maso a povídali si. Jaképak otázky mohly být zásadnější než: „Proč zakoušíme slast, či nelibost?“ Anebo: „Kdy a proč bychom si měli dovolit užívat si slasti, nebo se naopak nechat vystavit nelibosti?“ V prvním století

před naším letopočtem nabídl odpověď římský básník Lucretius.<sup>[6]</sup> Prohlásil, že svět je hmota a skládá se z atomů, a to výlučně z atomů. Z atomů je tvořen měsíc, plot i kočka na plotě. Je z nich také myš, na kterou se kočka chystá vrhnout. Po jejím skonu se sice atomy myši přeskupí do těla kočky, trvat ale budou dál.<sup>1</sup> V takovém světě bude slast mechanismem, pomocí něhož tělo uspokojuje své materiální potřeby. Slast přilákala kočku k myši. Slast je něco přirozeného a nelibost taktéž. Přirozená povaha slasti a nelibosti nebyla pro Lucretia výzvou k hédonismu, ale spíše náповědí, že dobrý život může vypadat tak, že člověk užívá jeho požitků a vyhýbá se nelibosti. Lucretius své myšlenky zachytil v působivé básni nazvané *De rerum natura*, což se obvykle překládá jako *O přírodě*. Báseň přiblížila Lucretiovy myšlenky širokému čtenářstvu. Nebyly to však myšlenky nové, tedy ne tak docela. Lucretius částečně opakoval a parafrázoval ideje řeckého filozofa Epikura. V jeho podání přesto nabyly nové jasnosti a krásy. Když se zhroutil západorímská říše, Lucretiova slova se začala z povědomí lidí zvolna vytrácet. Do konce středověku se už o Lucretiově existenci vědělo jen zprostředkovaně, skrz nepřímé důkazy. Bylo na něj možné narazit jen ve spisech jiných učenců, těch, kteří se o něm zmínili nebo z jeho knihy *O přírodě* citovali vyzývavě strohé úryvky.

Po pádu západorímské říše zmizelo ze světa mnoho velkých literárních a vědeckých děl starých Římanů a Řeků. Skončila v plamenech či podlehla jiné zkáze. Anebo – a to častěji – se na ně zkrátka zapomnělo. O některá díla jsme nenávratně přišli. O všechna ale přece ne. Mnohá z nich opisovali a studovali muslimští učenci v Byzanci, další se dochovala v kláštorech. Lucretiova báseň našťástí patřila k oněm rukopisům, které se zachránily. V roce

1417 nalezl spis *O přírodě* v jednom německém klášteře<sup>2</sup> neposedný a zvědavý mnich Poggio Bracciolini.

Poggio byl oslnivou krásou Lucretiova díla uchvácen. Časem mu začalo docházet, že svět, který Lucretius líčí – svět plný přirozených slastí a požitků –, jako by byl v rozporu se vším, co on jako středověký křesťan přijal za své. Nakonec k básni zaujal kritický postoj, ale ještě předtím nakázal písaři, aby pořídil její opis, a tento opis pak šířil ve svém okolí (a nechal pořizovat opisy další). V následujících desetiletích dospěli někteří vzdělanci k tomu, že názory představené v Lucretiově básni lze považovat za určující vzor pro budoucnost, který má oporu v minulosti. Pro jiné byly Lucretiovy ideje hrozbou pro západní civilizaci. Naše postoje ke slasti a materialismu světa zůstávají dodnes stejně protichůdné, jako byly tehdy. Takové rozpory často vyplavou na povrch při mnoha našich nejzpolitizovanějších diskusích. My je zde nevyřešíme, ale můžeme představit onu chybějící část – odpověď na otázku, proč slast a nelibost vůbec existují. Pocit slasti má na svědomí zvláštní směsice chemických látek v našem mozku. Stejně tak když něco považujeme za lahodné, tedy konkrétní požitek spojený s chutí jídla. Živočišný organismus produkuje tyto chemické látky odměnou za to, že tento živočich činí právě to, co mu pomáhá přežít. Díky tomu si také vytváří příležitost pro další reprodukci. Lucretius si uvědomoval, že totéž platí pro myši či ryby, jakož i pro člověka.<sup>3</sup> Nelibost představuje pravý opak. Je to trest za to, že se živočichové chovají tak, že to snižuje pravděpodobnost jejich přežití a reprodukce. Slast a nelibost dohromady představují jednoduchý prostředek, jímž si příroda pomáhá zajistit, aby se živočichové udrželi při životě a měli dost času se rozmnožit a předat dál své geny.

Každý živočich potřebuje kromě jiného vhodnou potravu. A právě to, jakou potravu ten který živočišný druh vyžaduje, nám říká vědní obor zvaný ekologická (či biologická) stechiometrie. *Ekologická stechiometrie* – jen těžko si představit nudnější název pro obor, jehož bádání tak hluboce proniká ke kořenům fungování světa. Je to obor téměř neznámý. Pokud se ekologickou stechiometrií nezabýváte, pravděpodobně jste o ní nikdy neslyšeli.

Úkolem ekologické stechiometrie je vyvažování různých variant jediné rovnice. V nejjednodušší variantě tvoří levou stranu rovnice těla organismů, které byly pozřeny (kořist). Vzpomeňte si na všechny živočichy, rostliny, houby a bakterie, jež jste za svůj život zkonsumovali. Na pravé straně rovnice se nachází tělo organismu, který pozřel (predátor), spolu se vším odpadem, jež vyprodukoval, a veškerou energií, kterou kdy spotřeboval. Jak řekl Lucretius, zvířata si „navzájem půjčují život“.<sup>4</sup> Jsou to štafetoví běžci, kteří si předávají život „jako pochoďen“. Ekologická stechiometrie se zabývá pravidlem, podle kterého se tato štafeta předává.

Pravidlo stechiometrie spočívá v tom, že rovnice musí být v rovnováze; živiny přítomné v potravě a živiny v konzumentovi (plus jeho odpadní látky a spotřebovaná energie) se ve finále musí shodovat. Na tomto místě se vše začíná komplikovat a problém začíná připomínat domácí úlohu ze základní školy, kde na jednom břehu řeky stojí muž a dva psi a na druhém se nachází žena a kánoe. Pokud je například v organismu predátora vysoká koncentrace dusíku, musí ji obsahovat i jeho kořist. Zdá se to být tak samozřejmé, že to snad ani není hodno záznamu. Brillat-Savarin nám řekl následující: Jste tím, co jíte, a musíte jíst to, co jste. Zrada však tkví ve faktu,



že rovnice spojující predátora a kořist se netýká třeba jen dusíku a uhlíku, ale také všech ostatních živin, které si predátor nedokáže vyrobit sám. Výsledkem je, že predátor a kořist musí udržovat rovnováhu nejen v případě dusíku, ale také hořčíku, draslíku, fosforu a vápníku, z nichž každý hraje uvnitř každé živočišné buňky svou roli.

Dokážeme dokonce sepsat poměrný počet molekul každého prvku, který je přítomný v tělech různých druhů živočichů (a tedy na straně predátora nebo obecněji konzumenta). Například průměrného savce lze chemicky popsat pomocí seznamu prvků v jeho těle a jejich relativních poměrů. Zde je seznam jednotlivých chemických prvků potřebných k tomu, aby vznikl savec:

**H**<sub>375 000 000</sub>, **O**<sub>132 000 000</sub>, **C**<sub>85 700 000</sub>, **N**<sub>64 300 000</sub>,  
**Ca**<sub>1 500 000</sub>, **P**<sub>1 020 000</sub>, **S**<sub>206 000</sub>, **Na**<sub>183 000</sub>, **K**<sub>177 000</sub>,  
**Cl**<sub>127 000</sub>, **Mg**<sub>40 000</sub>, **Si**<sub>38 600</sub>, **Fe**<sub>2 680</sub>, **Zn**<sub>2 110</sub>, **Cu**<sub>76</sub>,  
**I**<sub>14</sub>, **Mn**<sub>13</sub>, **F**<sub>13</sub>, **Cr**<sub>7</sub>, **Se**<sub>4</sub>, **Mo**<sub>3</sub>, **Co**<sub>1</sub>

Savci, kupříkladu lidé, mají ve svém těle 375 000 000krát více atomů vodíku (H) než atomů kobaltu (Co). Vědci dnes dokážou s velkou mírou přesnosti sestavit seznamy chemických prvků v těle člověka a dalších savců. Jak si ale volně žijící savci dokážou najít všechny tyto prvky v přírodě, aby dostali to, co si jejich organismus žádá, a vyvážili vlastní stechiometrické rovnice, tedy rovnice, v nichž složky potravy, které konzumují, odpovídají těm, které jejich tělo potřebuje?<sup>5</sup> Jak to ten živočich vůbec ví? A jak to vlastně víte vy?

V případě predátorů, kteří se živí svaly, orgány a kostmi své kořisti, může k vyrovnání rovnice stačit hlad

(a slast, která se aktivuje po jeho ukojení). Delfínům stačí hlad a nějaká mentální představa, jak vypadá potravina ve srovnání s „nepotravinou“ (něco, co jim řekne, aby nesnědli třeba kámen).<sup>6</sup> Vše je převážně v rovnováze.

Mezi živočichy, jejichž jídelníček poskytuje širší výběr, je situace složitější. Živočichové, kteří se živí rostlinami (býložravci) nebo jinými živočichy a rostlinami (všežravci), mají život obzvlášť těžký. Jak vidíme na nákresu 1.1, mnoho chemických prvků se mezi živočichy vyskytuje v mnohem vyšších koncentracích než u rostlin. Pokud všežravec náhodně zkonzumuje některé rostliny a živočichy, snadno skončí u stravy, která je chudá na sodík, fosfor, dusík a vápník. Stejně ošemetné je to i pro býložravce. Jak býložravci a všežravci vědí, jak vyrovnat své stechiometrické rovnice? Do značné míry se rozhodují na základě chuti. Chuť v širším slova smyslu je souhrnem všech smyslových vjemů, které vznikají v ústech živočichů. Taková chuť zahrnuje vůni, „pocit na jazyku“ a také chuť v užším slova smyslu.<sup>[7]</sup> Každá z těchto složek chuti v širším slova smyslu je důležitá, aby přivedla živočichy k tomu, co potřebují. Chuť zde ale sehrává úlohu zcela specifickou.

Anglické slovo *taste* pochází z lidové latiny ze slova *tastare*. To je podle některých slovníků obměnou latinského slova *taxtare*, „nakládat [s něčím] či uchopit“. Tato změna může být způsobena vlivem latinského slova *gustāre*, jež znamená „ochutnávat“. Když něco ochutnáváme, uchopujeme to jazykem. Jazyk je pokryt papilami (hrbolky či „bradavkami“, které můžete vidět v zrcadle) a z nich vybíhajícími chuťovými pohárky, z nichž každý obsahuje chuťové buňky s chuťovými receptory, které jsou na sobě navrstveny jako okvětní lístky.<sup>7</sup> Buňky se

každých devět až patnáct dní obnovují. I když obratlovci stárnou, jejich jazyk se stále znovu obnovuje. Z každé chuťové buňky vystupují tykadlovité vlásky. Na konci těchto vlásků se nacházejí vlastní chuťové receptory, které se vlní v rozbouřeném moři dutiny ústní.

Každý typ receptoru je jako zámek, který lze otevřít pouze určitým klíčem. Otevřete zámek správným klíčem a z chuťového receptoru se vyšle signál po okolních neuronech. Odtud se signál rozdělí a putuje samostatnými nervy do každé z několika částí mozku. Jedna z cest signálu se dostane do primitivní, prastaré „rybí“ části mozku, která řídí dýchání, srdeční pulz a další nevědomé, ale nezbytné složky fungování těla. U chutí spojených s důležitými prvky – jako je sůl nebo cukr – je jedním z účinků příchodu signálu do této primitivní části mozku uvolnění dopaminu. Dopamin vyvolává příval endorfinů, který člověk prožívá jako nejasně zakoušený pocit slasti; je to slast, které odměňuje zvířata za to, že našla, co potřebují. Vyvolává také touhu po jídle: „Tohle mi chutná, chci víc.“ Další z cest signálu se dostává do vědomé části mozku, do mozkové kůry. Jakmile se tam dostane, vyvolá specifický pocit spojený s tím, co bylo ochutnáno, například „slané“ nebo „sladké“.<sup>8</sup>

Tento systém chutí funguje, protože prvky, které konkrétní živočich potřebuje, jsou poměrně předvídatelné. Jsou předvídatelné na základě minulosti: to, co potřebovali předkové živočicha, bude pravděpodobně potřebovat i tento jedinec. Chuťové preference tedy mohou být pevně vštípené. Vezměme si sodík (Na). V tělech suchozemských obratlovců, včetně savců, bývá koncentrace sodíku téměř padesátkrát vyšší než u primárních producentů na souši – u rostlin (obrázek 1.1). Částečně

proto, že obratlovci vznikli v moři, a tak se u nich vyvinuly buňky závislé na složkách, které byly v moři běžné, včetně sodíku. Aby býložravci vyrovnali rozdíl mezi svou potřebou sodíku a jeho dostupností v rostlinách, mohou zkonsumovat až padesátkrát více rostlinného materiálu, než jinak potřebují (a přebytek vyloučí). Nebo mohou vyhledávat jiné zdroje sodíku. Receptor chuti soli odměňuje živočichy za to, že se rozhodnou pro druhou možnost a vyhledávají sůl, aby sladili svou silnou potřebu a vyrovnali svou životní stechiometrickou rovnici.

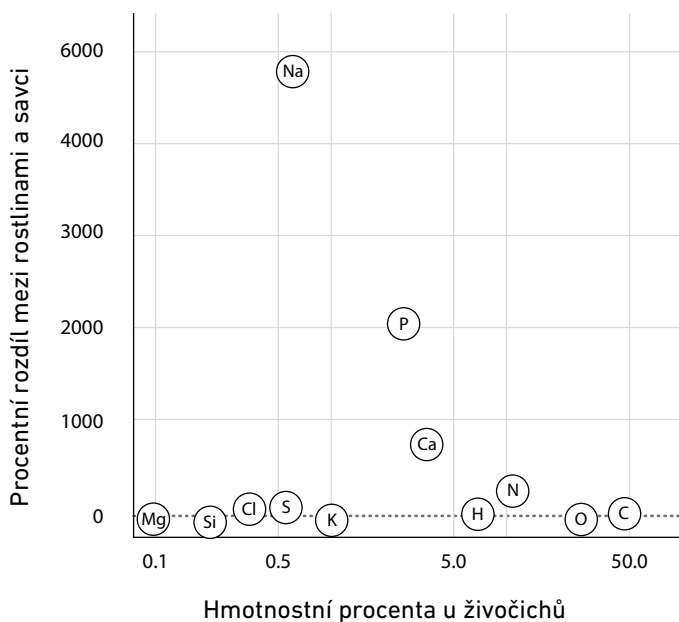
Většina savců má podle všeho dva druhy receptorů, které reagují na sodík (Na) v soli (NaCl). Jeden z chuťových receptorů reaguje na sodík nad určitou minimální prahovou koncentrací. Pokud je sodík přítomen nad touto koncentrací, vyšle do mozku signál. Následuje pocit slasti a vědomé vnímání „slanosti“. Představte si, že se zakousnete do velkého měkkého *Laugenbrezeli* v malém obchůdku mezi letištěm a nádražím v Berlíně (alespoň na to jsme mysleli při psaní tohoto odstavce). Tento první receptor přivede savce k soli. Například sloni chodí stovky kilometrů k bahnitým místům se slanou půdou. Přitom hluboko v zemi za sebou nechávají otisky svých chodidel, otisky, které sledují geografii jejich potřeb.

Jako je chybná nedostatečná konzumace soli (a tedy i sodíku), stejně tak může být chybná i přílišná spotřeba soli. U savců, kteří žijí v blízkosti moře, může snadno dojít k požití příliš velkého množství soli, pokud svou žízeň hasí slanou mořskou vodou. Aby se savci s tímto potenciálním problémem vypořádali, mají druhý chuťový receptor pro sůl, který detekuje vysokou koncentraci sodíku. Když se tak stane, receptor vyšle do mozku

signál nelibosti a vzniká vědomý pocit „příliš mnoho!“. Pokud se zakousnete do obzvlášť slané kusu *Laugenbrezely* a pocítíte nutkání zbytek soli z něj setřít, jedná se o onen druhý receptor, který se právě aktivoval. Receptory slanosti navádějí suchozemské savce, ať už jde o myši, veverky, nebo o lidi, k takové koncentraci soli, kterou v průměru oni i ostatní suchozemští obratlovci za posledních několik desítek milionů let nejčastěji potřebovali. Vedou je právě k těmto koncentracím a současně je odvracejí od přílišné koncentrace.

Lucretius si představoval, že tučná jídla jsou nejspíš tvořena hladkými atomy a hořká či kyselá jídla atomy křivými, drsnými a ostrými. Není tomu tak. Místo toho zkušenost, kterou má jakýkoli živočich s určitou potravinou, odráží to, jak jsou jeho chuťové receptory propojeny s mozkiem. Vjem, který zažíváme v souvislosti se solí, vjem „slanosti“, je zcela libovolný. Možná že víme, že jiní živočichové mají chuťové receptory pro sůl stejné jako my, a víme, že tyto receptory vyvolávají chuť a slast (na základě podrobných výzkumů myši a potkanů), a dokonce v jakých koncentracích, ale nemůžeme vědět, jak tyto odlišné živočišné druhy pocíťují „slanost“. Nevíme přesně, jaký je požitek ze setkání s takovou chutí u těchto jiných druhů. Ani nevíme nic o prožitku chuti či slasti u jiných lidí, než jsme my sami. Jen předpokládáme, že jsou vždy tytéž.

Jak vidíte na obrázku 1.1, sodík (Na) není jediným prvkem, který se v tělech obratlovců, například savců, vyskytuje častěji než v rostlinách. Stejně je tomu tak i u dusíku (N). U rostlin a živočichů se dusík nachází spíše v aminokyselinách a v nukleotidech. Aminokyseliny



**Obrázek 1.1** Hmotnostní procento, které prvky jsou nejhojněji zastoupeny a biologicky „nezbytné“ u živočichů (vodorovná osa), a jejich srovnání s jejich zastoupením u rostlin (svislá osa). Prvky s kladnými hodnotami jsou koncentrovanější v živočišných než rostlinných tkáních. Například sodík (Na) je v tělech savců téměř padesátkrát (neboli o 5000 %) koncentrovanější než v tkáních rostlin. Naopak oxid křemičitý (Si) je o něco koncentrovanější v rostlinách než v živočiších.

jsou jako dílky Lega, z nichž se tvoří bílkoviny, a nukleotidy dílky, z nichž se staví DNA a RNA.

Živočichové, kteří se živí určitými rostlinami, ať jsou to prasata, lidé, nebo medvědi, mohou snadno skončit

s jídelníčkem chudým na dusík. V průměru mají živočišné v poměru k tělesné hmotnosti asi dvakrát více dusíku než rostliny. Jak se s tímto nedostatkem vyrovnávají všežravci a býložravci? Některé druhy prostě zkonsumují dvakrát (nebo ještě víckrát) tolik potravy, než potřebují, a přebytek vyloučí. Jako například mšice nebo červci, kteří sají sacharózu (cukr) proudící v žilnatém systému floémů rostlin. Přitom z toho, co nasáli, shromáždí menší množství dusíku a tolik cukru, co potřebují, a zbytek vyloučí v podobě cukernaté vodičky. Přebytky, které vyloučí, následně sbírají mravenci a někteří lidé jako pochoutku. (Předpokládá se, že biblická mana mohla být přebytkem padajícím z červců manových, *Trabutina mannipara*, kteří se živí tamaryškou.) Pro savce však tato metoda vyvažování živin není dobrým řešením. Jako lepší přístup se jeví chuťový receptor pro dusík nebo pro tu či onu sloučeninu, která indikuje potraviny s dusíkem. Ale až do roku 1907 nebyla u lidí známa žádná chuť, která by odpovídala přítomnosti dusíku nebo aminokyselin a bílkovin v potravinách, v nichž se dusík nachází.

V roce 1907 si Kikunae Ikeda, profesor chemie na císařské Tokijské univerzitě, pochutnával na misce s vývarem, který měl změnit jeho život. Byl to vývar daši. Ikeda už daši jedl dříve, ale při této příležitosti ho ohromila jeho lahodnost. Byl slaný, trochu sladký a byl v něm i náznak něčeho jiného, něčeho velmi dobrého. Ikeda se rozhodl, že chce zjistit původ této zvláštní chuti, velmi lahodné chuti, kterou později nazval „umami“. Slovo „umami“ má kořeny v japonských slovech pro chutný, delikátní (*umai*) a esenci (*mi*). Znamená ale také „lahodnou chuť a její míru“ a rovněž „umnou věc, kterou si lze vychutnat, zejména ve vztahu k technikám v umění“.

Recept na daši je na první pohled jednoduchý. Obsahuje fermentované rybí vločky (*kacuobuši*),<sup>9</sup> vodu a v některých případech speciální řasy (*kombu*). Ikeda věděl, že chuť nepochází z vody. Musela tedy pocházet buď z rybích vloček, nebo z kombu. Ikeda musel pouze určit, která sloučenina v rybích vločkách nebo v kombu vyvolala onu chuť, o níž se domníval, že ji cítí – chuť umami. To se snáze řeklo, než udělalo. „Jednoduchý“ vývar daši může obsahovat tisíce chemických sloučenin, které mohou potenciálně vyvolávat chutě nebo vůně. Ikeda musel tyto sloučeniny identifikovat a jednu po druhé otestovat. Podle výčtu Jonathana Silvertowna v jeho knize *Dinner with Darwin*<sup>[8]</sup> je zapotřebí třiceti osmi samostatných kroků, aby se nakonec z řasy kombu ve vývaru podařilo extrahovat několik zrnitých krystalů, které se budou jevit jako poměrně čisté (jednoduchá sloučenina) a budou mít chuť umami. Ty krystalky byly kyselina glutamová. Kyselina glutamová je aminokyselina; je stavebním kamenem bílkovin, a tedy spolehlivým ukazatelem přítomnosti dusíku v potravíně. Chuť umami je chuť, která nás odměňuje za to, že jsme našli dusík. Chuť umami vyvolaná kyselinou glutamovou nás přivádí k potřebným aminokyselinám. Umami však nevyvolává pouze kyselina glutamová.

Následné výzkumy dalších japonských vědců ukázaly, že kromě kyseliny glutamové mohou chuť umami navodit také dva ribonukleotidy – inosinát a guanylát. Tyto dva ribonukleotidy se nenacházejí v kombu vývaru daši, ale v rybích vločkách. Když se inosinát nebo guanylát a kyselina glutamová vyskytnou společně, vytvoří jakousi superumami. Kyselina glutamová a inosinát se v daši vyskytují společně. Daši je bohaté na superumami, což



je chuť, která je nesmírně příjemná a zároveň vypovídá o přítomnosti dusíku.

Po celá desetiletí jen málo vědců za hranicemi Japonska Ikedovým závěrům věřilo (a stejně tak následným závěrům týkajícím se inosinátu a guanylátu). Nijak zvlášť však Ikedu nelitujte; metodu výroby glutamátu sodného si nechal patentovat už v roce 1908. Glutamát sodný vzniká kombinací kyseliny glutamové a sodíku. Tímto patentem si Ikeda zařídil spokojený život.<sup>[9]</sup> Lidé byli ochotni zaplatit za chuť umami ještě předtím, než uvěřili, že existuje. A proč byla Ikedova práce za hranicemi Japonska opomíjena? Částečně proto, že první stať byla psána v japonštině, a tak ji vědci v Evropě a ve Spojených státech příliš nečetli. Nešlo však jen o jazyk, ale také o problém mechanismu. Ikeda sice dokázal, že když se jeho krystalky kyseliny glutamové přidají do jídla, zlepší jeho chuť, ale neurčil, jakým způsobem v ústech dotyčná chuť vzniká. Chuťový receptor pro umami měl být objeven až devadesát let poté. Potrvá ještě déle, než se přijde na samostatný receptor, který reaguje na inosinát a guanylát. Teprve po jejich objevu zavládne v řadách vědců zabývajících se smyslovými vjemy široký konsenzus ohledně umami jako chuti, již může člověk vnímat.

Když se ještě vrátíme k obrázku 1.1, přijdeme na to, že dalším prvkem, který je u živočichů mnohem častější než u rostlin, je fosfor (P). Fosfor je v tělech živočichů více než dvacetkrát koncentrovanější než v rostlinných tkáních. Nedostatek fosforu je klíčovým problémem, se kterým se potýká mnoho živočišných druhů.<sup>[10]</sup> Proč tedy neexistuje chuťový receptor, který by detekoval fosfor v potravě a odměňoval zvířata za jeho nalezení?

Jednou z možností je, že potraviny, zejména v podobě celých živočichů s velkým obsahem dusíku, obvykle obsahují také dostatečné množství fosforu. Možná by stačilo mít receptor pro jednu z těchto dvou živin. Příroda často poskytuje dusík a fosfor v „jednom balení“. Přesto to nevysvětluje, jak býložravci, nebo dokonce většina všežravců nachází fosfor. Další možností je, že někteří živočichové mají receptor pro chuť fosforu.

Michael Tordoff je vědec působící v Monellově středisku chemického smyslového vnímání (ve světě chutí vedou všechny cesty do Monella). Specializuje se na laboratorní výzkumy špatně zmapovaných chutí, včetně chuti fosforu. Od sedmdesátých let 20. století výzkumy ukazují, že myši jsou schopny nějakým způsobem vnímat chuť solí fosforu. Nedávno se Tordoffovi podařilo prokázat, že myši jsou zřejmě schopny rozlišovat mezi nízkými koncentracemi těchto solí (které jim vyhovují) a vysokými koncentracemi (které jim nevyhovují).<sup>[11]</sup> Tordoff předpokládá, že většina savců, včetně lidí, má schopnost cítit chuť fosforečných solí a rozlišovat příjemné koncentrace těchto solí od nepříjemných.<sup>[12]</sup> S objevem umami – když se dospělo k širokému konsenzu, že umami je chuť – bylo nutné objevit chuťový receptor pro umami a způsob, jakým funguje. Tordoff je na cestě k tomuto kroku s fosforem. Nedávno dokonce zřejmě objevil receptor, který myši upozorňuje na to, že se v jejich těle nachází příliš vysoká koncentrace fosforu (ve formě fosfátů).<sup>[13]</sup> Nikdo zatím neobjevil receptor, který jim říká, že už našly jeho správné množství. Je možné, že jednoho dne bude fosfor přijat mezi ostatní lidské chutě.

Možná si představujete, že objev nové chuti, chuti, kterou třeba zažíváte při každém jídle, způsobí vznik stovek

následných výzkumů. Že přinese nějaká ta ocenění. Pozvání do televize. Nic z toho se však dosud nestalo. Svět je plný záhad. I ústa jsou plná záhad. A tak se o Tordoffových výzkumech chuti fosforu zmiňuje jen hrstka dalších odborných prací. Jedna z těchto prací dokazuje, že kočky, stejně jako myši, dávají přednost potravinám, které obsahují větší množství fosforu. Fosfor se v současnosti (ve formě fosforečnanů) přidává do většiny kočičího krmiva, čímž podněcuje jeho konzumaci. Vypadá to, že kočky pro to, aby zažívaly potěšení z chuti fosforu, nepotřebují závěrům Tordoffových výzkumů věřit, ani je zpochybňovat.

Dalším prvkem, kterého je ve stravě zvířat vzhledem k jejich organismům málo, je vápník. Tordoff se domnívá, že objevil také důkaz o existenci receptoru pro chuť vápníku.

Většina prvků a sloučenin, které musíme přijímat ve stravě, je nezbytná pro budování nových buněk a dalších složek našeho organismu. Proto je potřebujeme v poměru k jejich relativní vzácnosti nebo hojnosti v našem těle (zase ta rovnice). Kromě toho však tělo vyžaduje energii pro každodenní činnost; i když už budova stojí, musíte v ní pořád ještě svítit. Čím aktivnější příslušný živočišný druh je, tím více této energie potřebuje. To platí jak pro hmyz, tak pro savce. Například ti nejaktivnější, nejagresivnější mravenci potřebují tu nejkaloričtější stravu.<sup>[14]</sup> Většina energie z kalorií, ať se to týká mravenců, nebo slonů, pochází z rozkladu uhlíkatých sloučenin. Jednoduché cukry, které jsou všechny malými uhlíkatými sloučeninami, živočichové snadno přeměňují na energii. Mezi jednoduché cukry patří glukóza, fruktóza a výsledek jejich biochemického spojení – sacharóza.