



# DUCH A SVĚT

SPISY POPULÁRNĚ POUČNÉ  
POŘÁDÁ JAN EMLER.

32.

PROF. DR. EDV. BABÁK:  
**ŽIVOT A TEPLO**

F. TOPIČ, PRAHA

# ŽIVOT A TEPLLO

*F. 240*

*v Praze 12/8 1944*

NAPSAL

PROF. DR. EDV. BABÁK

*Prostějov*

*č. 8/3 45*

F. TOPIČ, PRAHA



**Veškerá práva vyhrazena.**



*Sp 201*

**Tiskem „Unie“ v Praze 1918.**



## ÚVOD.

Živé bytosti srovnáváme velmi často se stroji, jež si upravuje člověk ku proměňování energií v určitém směru dle svých praktických cílů; a skutečně toto podobenství vystihuje velmi názorně mnohé stránky projevů pozorovatelných na živých bytostech. Jmenovitě bývá v oblibě srovnání zvířecího těla s parním strojem: potrava živočichem přijímaná je takřka palivem životního stroje, v němž povstává z chemického, energetického náboje složitých ústrojných látek potravních jejich rozkladem (převážně okysličovacím) teplo; živočich se mnohým jeví býti tepelným strojem, jako by tepelná energie, z potravních látek v jeho těle se vyvíjející, se proměňovala v jiné tvary energie, zvláště v energii pohybovou. Především pak svaly, pohybové stroje složitěji rozlišených zvířat, připodobňovány bývají k thermodynamickým strojům.

Pojednali jsme o těchto otázkách všeobecné energetiky organického světa nedávno ve stručném

spisku. \*) Tam jsme uvedli zároveň řadu všeobecných dat o projevech tepelné energie u živých těl. V tomto dílku chceme věnovati tepelným úkazům u živých bytostí pozornost podrobnější; náležejít k nejvýznamnějším vlastnostem života, majíce těsný vztah k výživě organismů a vystupující zvláště nápadně především u člověka, ssavců a ptáků.

Vedle tepelných jevů, vznikajících v živých tělech, jež se tu jeví býti takřka tepelně aktivními, všimneme si zároveň passivních tepelných vlastností živých těl, pokud totiž živé bytosti vnímají tepelné vlivy vnějšího světa (po případě zvláštními tepelnými smysly) a na ně reagují, pokud životní dění se teplem a chladem ve své intenzitě mění, a pokud je život vůbec na teplotě závislý; ovšem i v těchto passivních vlastnostech shledáme se s mnohými charaktery, nasvědčujícími životní aktivitě.



---

\*) O proměnách energií u živých těl. (Za vzděláním sv. 85.) 1917.



## I.

# Aktivní tepelné vlastnosti organismů (biothermika).

### 1. *Vznik tepla při dění životním vůbec.*

Život, podložený složitými chemickými ději výměny látkové, vybavuje asi všeobecně teplo, třebaže nelze pochybovati o tom, že vedle chemických dějů teplotvorných v živých tělech se vyskytují chemické pochody, při nichž se teplo zabavuje (tedy tělo se ochlazuje). Pokud vidíme po tu dobu, převládají v živých tělech a zvláště zřejmě u zvířat děje *exothermické* (teplo vybavující) nad *endothermními* (teplo zabavujícími); zvláště pak děje okysličovací vedou ke značné výrobě tepla.

Nejzřejměji vystupuje vznik tepla u živočichů *stálou*, poměrně *vysokou tělovou teplotou*: u člověka, ssavců a ptáků, jichž těla bývají značně teplejší než prostředí, ve kterém žijí; tak na př. u polární lišky, žijící často po měsíce při teplotě 20 ba i přes 40° pod nulou, vzniká tepla tolik, že se jím tělo *vytápí*, přehřívá značně nad teplotu prostředí, takže rozdíl teplot činí 60° C i více; uvidíme v dalším, že neméně podstatným momentem je tu i omezení

výdeje tepla z těla. Prudká svalová činnost tuňáků při plavání podmíní, že se hřbetní svalstvo přehřeje až i přes  $10^{\circ}\text{C}$  nad teplotu prostředí, takže se při čtvrcení lapených ryb na palubě lodní z nich kouří (při  $27^{\circ}$  byla ve svalech naměřena teplota  $37^{\circ}\text{C}$ !).

Ale i u rostlin známy jsou mnohé případy vydatné výroby tepla: tak na př. v mohutných květenstvích palem, při klíčení semen, bujení jistých bakterií a plisní (v. odd. 5.).

Ovšem u veliké většiny rostlinstva a u t. zv. „studenokrevných“ zvířat za obvyklých životních podmínek nepostřehujeme výroby tepla; jejich těla mají teplotu více méně shodnou s teplotou prostředí.

Záleží tu mnoho nejen na poměrech vzniku tepla v těle, nýbrž i vydávání jeho z těla. Organism, jenž hojně tepla vyrábí a příliš rychle ho neztrácí, objeví se snadno býti tvůrcem tepla, neboť hromadícím se vlastním teplem se ohřeje nad teplotu prostředí. Organism, jenž vyrábí tepla málo a rychle ho do okolí pozbývá, na první pohled nezdá se býti teplotvorným; jestliže se však ztíží vydávání tepla, v jeho těle pomalu se tvořícího, ohřeje se znatelně hromadícím se teplem: tak na př. listy, jež za obvyklých poměrů nezdaří se vyráběti teplo, když jich větší množství pečlivě uzavřeme a špatnými vodiči tepla obklopíme, mohou se svým teplem ohřáti (v. odd. 5.). Hustý chumel včel mívá teplotu i o  $12^{\circ}$  vyšší než prostředí (A n d r i a š e v); R e g n a u l t zjistil v pytli s chrousty teplotu vyšší o  $2^{\circ}\text{R}$ ; a už R é a u m u r naměřil v úlu při  $-3^{\circ}\text{R}$  teplotu  $10^{\circ}\text{R}$ , Z i e s i e l s k i i v klidu o  $10^{\circ}$ , po vybouření i o  $25^{\circ}\text{R}$  vyšší teplotu.

Zvláště se daří zjistiti vývoj tepla na př. u žab a p., cho-  
váme-li je v tepelně izolovaných nádobách („thermos“ a p.),  
v nové době běžně užívaných.

Zárodek ssavčí, uzavřený v těle matky, přehřívá se vlastní teplotvornou činností na př. u člověka i o  $0\cdot3^{\circ}\text{C}$  nad teplotu matčiných útroh.

Stromek, jenž povrchem listů odpařuje značná množství vody přijaté z půdy, zastírá svoji teplotvornou činnost (ostatně ne valnou) tímto mocným ochlazovacím pochodem; jeho tělo se dokonce ani na slunci neohřeje na teplotu neživých předmětů jeho sousedství. A podobně žába, u níž bychom obezřetně měřili teplotu tělovou za suchého teplého dne, bývá dokonce o nějakou desítinu stupně chladnější než okolí: neboť odpařováním vody se stále vlhkého povrchu kůže ztrácí se více tepla, než se ho v ní tvoří a než ho tělo z teplého prostředí okolního přijímá. Naopak ještěrka na slunci bývá i přes  $40^{\circ}$  teplá, ačkoli v ní vznikajícího tepla je málo: jde tu o hromadění tepla sálajícího ze slunce. Menší ryby a j. vodní zvířata odevzdávají neveliká množství tepla, v jich tělech vznikajícího, bezprostředně vodě, jež pro svoji velikou tepelnou kapacitu teplo takřka ssaje.

**Množství tepla** vznikající v živých tělech určuje se přímým zachycováním jeho v přístrojích, zvaných kalorimetry, a měří se jednotkou zv. *kalorií*.\*) Vedle toho dá se výroba tepla v mnohých ústrojencích přibližně vypočítati ze spotřebovaného dýcháním kyslíku anebo z množství vydechnutého kyslíčnicku uhličitého (v. odd. 2.).

Tak na př. 1 kg žabích těl za 24 h. vydá (za normální pokojové teploty) 7 až 20 Kal., ještěrčích asi 16, rybích 5 až 20, hlemýžďích kolem 18, chroustů asi 90, dešťovek asi 9 atd. Celkem se pozoruje, že malá zvířata jeví prudčí vznik tepla

---

\*) Kalorie (velká, „Kal.“) je množství tepla, jímž se ohřeje (zhruba) 1 g vody o  $1^{\circ}\text{C}$ . Malá kalorie je tisícina velké („kal.“). — Teploměrem (thermometrem) se měří pouze intensita tepla čili teplota. Údaje teplot v tomto spisku skoro veskrz jsou ve stupních Celsiových.



(tak na př. motýli přes 100, štěnice přes 170 atd.) naproti velikým (mladí hnědí skokani přes 100, dorostlí asi 30 a p.). U ptáků a ssavců je vznik tepla ještě závislejší na velikosti těla (v. odd. 4.), tak na př. připadá na 1 kg váhy za 24 hod. u člověka (dospělého) 24 Kal., u králíka 52, morčete asi 140, myši i přes 600, u kurovitých kolem 80, drobných ptáků 750 až 1100 atd. Tržba tu ovšem uvážiti, že jsou těla ptáků a ssavců vytopena na vysokou teplotu, takže se tím jejich teplotvorné děje rozhárají (v. odd. 6. a 11.); avšak těla obojživelníků, plazů a j. i po umělém ohřátí na teplotu těl ptačích a ssavčích vyrábějí tepla méně, na př. ještěrky nejvýše ke 40 a p.

Vznik tepla v živých tělech je v podstatě dán zvláštní organizací různých ústrojenců, která určuje i jakost i mnohost biochemického dění životního. Vedle nepopíratelného vztahu k velikosti jedinců, právě zmíněného (resp. k poměrné velikosti povrchů tělových) možno ze zvláštních případů po tu dobu lépe zkoumaných vytknouti též vztah výroby tepla k věku.

Na př. u člověka je výroba tepla v mládí, i když odpočítáme vliv malosti těla, silnější než v dospělosti (nebo dokonce ve stáří): na 1 m<sup>2</sup> povrchu připadá v dospělosti (ve dvacátých až do padesátých let) za 1 min. produkce tepla 0·62 až 0·53 Kal., naproti tomu od druhého do desátého roku 0·83—0·74 Kal. (Magnus-Levy.) Nelze říci, uplatňují-li se tu různé poměry tonisujícího vlivu ústředního nervstva, anebo různé vlastnosti kůže a ústrojí thermoregulačního, anebo jde-li o různou životnost a p.

## 2. Teplotvorné děje životní.

V ý m ě n a l á t k o v á v živých tělech\*) je podkladem teplotvorných dějů životních. Zvláště zřetelný jsou tyto zdroje ústrojného tepla u zvířat, která přijímají v potravě složité ústrojné látky

---

\*) Viz autorovu Tělovědu; ve stručném přehledu též sv. 21. této sbírky (Výživa rostlinami).

živné — bílkoviny, tuky, uhlohydráty a j. — chovající značný náboj energie, a vydávají ze svých těl látky jednoduché, energií chudé, ba i bez energie (jako vodu, kysličník uhličitý a j.): energie potravy vybaví se v živočišném těle a buď se tu zachytí, anebo, jak většinou se děje, vydává se zase hned na ven ve způsobě tepla, pohybu, světla a j. Tento rozklad složitých ústrojných látek děje se převážně na podkladě vdechovaného kyslíku, záleží tedy v dějích okysličovacích: ústrojné živiny, potravou přijímané, jsou kyslíkem poměrně chudé, kdežto látky ze zvířecího těla vydávané jsou kyslíkem bohaté; mluví se tudíž o životním „spalování“, fyziologické „oxydaci“, tak jako by se v živočišném těle (podobně jako v kamnech) živiny přímo okysličovaly. Srovnání okysličovacích dějů v těle s hořením jest však jen podobenství, a hodně povrchní; nicméně energetický výsledek složitého biochemického dějství v živočišném těle je na konec shodný s jednoduchými ději spalovacími, pokud v obou případech východiskové látky a látky konečné se shodují. Když se na př. v živočišném těle postupnými ději promění cukr na konec ve vodu a kysličník uhličitý, povstane z 1 g stejné množství tepla (přibližně 4 Kal.), jako když by se cukr prostě a rychle v tyto látky uměle spálil.

Takovýmto způsobem odhaduje se nepřímě množství tepla vznikající v živočišném těle: jestliže tělo dospělého člověka spotřebuje za den 80 g bílkovin, 50 g tuků a 400 g uhlohydrátů potravou dodaných, vzniká v jeho těle 2300—2400 (velkých) kalorií tepla; číslo toto obdržíme, násobíme-li uvedené váhy živin

príslušným „spalným teplem fyziologickým“, jež jest u tuků (9 Kal.) a uhlohydrátů (4 Kal.) téměř rovno jich „spalnému teplu fyzikálnímu“, any v těle z nich vznikají tytéž látky jako při hoření (totiž voda a kysličník uhličitý), kdežto u bílkovin, jež se v těle „spalují“ neúplně, je spalné teplo fyziologické (4 Kal.) menší fyzikálního (6 Kal.); tedy:  $80 \times 4 + 50 \times 9 + 400 \times 4$ . To je princip tak zvané „nepřímé kalorimetrie“, t. j. odhaduje se produkce tepelná podle spotřebované potravy, po případě dle množství kyslíku k jejímu okysličení vdechnutého (resp. dle látek z těla vydaných, vyměšovaných) naproti přímému měření tepla z těla vydávaného (vlastní kalorimetrii, kde se přímo teplo ústrojencem vyzařované zachycuje a určuje).

Různé ústrojné živiny, jak zřejmo, mají různou energetickou, zvláště termickou hodnotu v hospodářství zvířecího těla: v těle povstává různé množství tepla dle toho, které z živin jsou převážně podkladem látkových přeměn, jež se v nepřetržitém proudu v živém těle odehrávají, poskytující zdroj pro energie z těla vydávané (teplo, pohyb a j.).

Nezřídka byla kladena otázka po zvláštních teplotvorných dějích, po případě po zvláštních teplotvorných látkách v živém těle, podobně jako se pokusili někteří lišiti látky pohybotvorné a p. Nezdá se sice, že by byly u živých těl odlišeny zvláštní látkové proměny jen za účelem výroby tepla, a že by jisté potraviny sloužily jen vybavení tepla, leč je jasno, že na př. dokonalým okysličením tuku povstává v těle daleko více tepla než při rozkladu cukru a j., a poznáme, že u „teplokrevných“ živočichů povstává převážná většina tepla v jistých ústrojích

(svalech), jímž zajisté jsou vlastní (aspoň po jistou míru) specifické děje životní naproti ústrojům ostatním. Celkem však lze mítí za to, že teplo povstává více méně při veškerých činnostech životních, a že s prudkostí životních pochodů vývoj jeho kolísá.

Energetický obsah ústrojných živin, zřejmý z právě uvedených rozdílů spalného tepla bílkovin, uhlohydrátů a tuků, vedl k přehánění energetické stránky potravy zvířecí, jmenovitě při stanovení t. zv. „z á k o n a o i s o d y n a m i i“ živných látek (R u b n e r): živné látky prý se dají v potravě plně zastoupiti dle svých „dynamických“ (thermických, energetických) hodnot, takže na př. 1 g tuku se přibližně rovná 2 g uhlohydrátů nebo bílkovin. Leč ústrojné živiny mají vedle energetického svého významu ještě podstatně jiné hodnoty, takže se v základě jakostně liší svojí cenou pro látkové dějství v živém těle, i nedají se navzájem beze všeho zastupovati podle mnohosti svého energetického náboje.

Vedle vlastního energetického obsahu potravin sluší mítí také zřetel k jejich podnětovému působení na průběh látkového dění v živém těle.

Příjem potravy celkem zesiluje životní dění ve tkáních tělových. Tu vynikají jmenovitě bílkoviny jako rozněcovači (na př. převážná masitá strava zvyšuje až luxusně intensitu životních pochodů v těle). Podobně i jiné látky byly poznány jako podněcující činitelé (též teplotvorných) dějů životních, na př. tuky, uhlohydráty, j. cukr hroznový, ovocný a j. Některá strava vede ke značné, nadměrné produkci tepla, která nemá prospěchu pro život, ba jest i ke škodě. Zdá se pak zase naopak, že zimomřivost v chladných ročních obdobích za těchto válečných let se projevující pochází (mimo jiné) z nedostatku bílkovin a tuků v potravě.

Teplo vzniká v živém těle, jak uvedeno, netoliko při dějích o k y s l i č o v a c í c h, nýbrž, třebaže

v míře menší, i při látkových proměnách bezespotřeby kyslíku se odehrávajících. Ovšem jest uznati, že tyto „bezokyslíkové“ děje zůstávají mnohdy daleko za oxydačními; to si lze znázorniti příkladem rozkladu cukru: když se 1 g cukru (hroznového) úplně „zdýchá“, t. j. okyslíčí až na vodu a kysličník uhličitý, vybaví se ke 4 Kal. tepla; ale když se 1 g cukru zkvásí na kysličník uhličitý a líh (ještě spalitelný za vývoje značného množství tepla), povstane jen asi petadvacetina tohoto tepla (asi 0.14 Kal.).\*) Je tedy pro živou bytost nepoměrně hospodárnější úplné okysličení živých látek než pouhé rozštěpení kvašením. Skutečně vidíme, že u organismů, vyrábějících spousty tepla (člověka, ssavců a ptáků), naprosto převládají děje okysličovací nad kvasnými.

Uvedli jsme si, že asi při převážné většině životních chemických pochodů vzniká teplo vůbec takřka jako energetický „odpadek“. Teplo může také povstávat oklikou z jiných tvarů energie, v těle se objevivších: tak na př. při veškerém dění chemickém vznikají elektrické náboje, jež se v těle obyčejně hned vyrovnávají a mění tudíž v teplo; také osmotické a j. děje v těle měnívali svoji energii na konec v teplo, jež povstává i při bobtnání, rozpouštění a j. fysikálních nebo fysikálně chemických pochodech v těle. Také pohybová energie měnívala se leckdy v teplo: na př. srdeční pohybová činnost, vedoucí k napětí stěn cévních a proudění krve, na konec se promění v teplo, právě tak práce svalů dýchacích; ba i kosterní svalstvo, nevydává-li mechanické energie na ven, vydá pohybovou energii ve způsobě tepla (na př. držíme-li břemeno, tlačíme-li na nepodajnou překážku a p.).

---

\*) Žába chovaná v ovzduší bez kyslíku kryje potřeby chemismu životního ději štěpicími, a tuž je výroba tepla (vzatažená na jednotku vydávaného kysličníku uhličitého) asi třikrát slabší než při dění okysličovacím, životě ve vzduchu.



### 3. Zvláštní zařízení ke tvorbě tepla.

Teplo vzniká sice dle vši pravděpodobnosti ve všech živých buňkách, tkáních, ústrojích a u všech organismů, ale vyskytují se tu značné různosti, jak u různých organismů, tak u téhož organismu v různých orgánech, ba i v témže orgánu dle míry jeho životní činnosti.

Zvláště však vyniká moment diferenciace. V řadě ústrojenců některé úkony dalekosáhle se rozlišují (diferencují), specialisují a zdokonalují: tak na př. projev elektřiny, zajisté všeobecný, dochází u elektrických ryb podivuhodného vývoje v t. zv. elektrických orgánech, schopných vyráběti veliká napětí a dávatí mocné výboje. Podobně je tomu s projevy tepla: teplo sice vzniká všeobecně, i u „teplokrevných“ živočichů ve všech tkáních, ale hlavní jeho zdroj dlužno tu hledati ve svalech. Svaly („maso“), takto pohybové ústroje, možno označiti zároveň jako specifické orgány teplotvorné, řízené nervstvem.

Svaly mají už svou massou význam jako vyrábitele tepla: u člověka na př. asi 40% celé váhy tělové je tvořeno svalstvem; svalová vlákna jsou k tomu velmi bohatá protoplasmou, vlastním nosičem životních projevů, u srovnání na př. s mnohými oddíly nervstva nebo dokonce s kostrou, kde je „živé hmoty“ poměrně málo. Dále padá na váhu, že i při (pohybovém) klidu svaly stále vyrábějí teplo, tím více ovšem při pohybové činnosti a to převážně při ději smršťovací; jen část energie při pohybové činnosti mění se v pohyb, v nejlepším případě 60%, ostatek se vybavuje ve způsobě tepla; ba za jistých okolností může se veškerá

vybavená energie jejich projevití jako teplo (když je zamezeno smrštění svalovému).

Už počátkem 19. století bylo poznáno, že žilná krev tekoucí ze svalů končetiny je teplejší než tepenná krev do nich přiváděná, zvláště jestliže se na chvíli odtok z nich zarazí, takže se krev ve svalech déle zdrží a více ohřeje; to platí zvláště o svalech se smršťujících (na př. elektricky k činnosti povzbuzovaných); ale i na vyříznutém svalu na př. žabím lze vznik tepla při pohybování zjistiti. Prudké, křečovitě smršťování rozsáhlých oblastí svalstva vede ke značnému zvýšení tělové teploty, jak bylo poznáno na př. při křečích z otravy strychninem nebo bakteriovými jedy (bacillů tetanových). Přesná měření shledala, že (pohybově) klidný sval je stále tepelně činný, ale že při pohybové činnosti vzrůstá tvorba tepla velmi mocně, takže může dokonce býti (v t. zv. tetanu) až stonásobně větší než v klidu (pohybovém). Člověk, jenž se nepohybuje (poloha leže) a jenž úmyslně též napětí všech svalů zmenší, vyrábí daleko méně tepla než sedě, stojí nebo v chůzi; rovněž ve spánku klesá výroba tepla značně; dospělý člověk může jevití v naprostém klidu a nejméně činnosti až téměř desetinásobné rozdíly produkce tepelné (v klidu leže až i jen kolem 1500 Kal. za 24 hodin, běžec o závod i přes 11000). Již hra na klavír dle jistých měření zvýší výrobu tepla o 12<sup>0</sup>/<sub>10</sub> naproti klidné poloze sedě; normální život, za mírné činnosti svalové je spojen s výrobou asi 1600—2000 Kal., těžší práce zvyšuje ji na 3000 i 4000 Kal. a výše.

Zmínili jsme se (str. 14), že činnost některých svalů vůbec se mění v teplo: uvádí se, že za klidného života práce srdeční u dospělého člověka dává za den (ovšem jen přibližně) asi 70, práce svalů dýchacích asi 170

Kal. (Z u n t z). Celkem se páčí teplo vznikající ve svalstvu vůbec asi na tři čtvrtiny všeho v těle vyba-veného tepla (na svalstvo kosterní samo za klidu u dospělého člověka připadá za 24 hod. výroba asi 1000 Kal.).

Z ostatních ústrojů těla dlužno vytknouti, že zvláště j á t r a, největší žláza našeho těla, jsou nepochybným zdrojem tepla, jak zřejmo již z pouhého měření teploty krve z jater vytékající, která je z nejteplejších z celého těla (bývá až i o půl stupně a více teplejší než krev do jater tekoucí); dle Z u n t z e lze páčiti přibližně denní výrobu tepla v játrech dospělého člověka asi 370 Kal.; mnohem méně se uplatňují ledviny (asi 70 Kal.), ještě méně ostatní malé žlázy tělové.

Dostí tepla povstává zajisté i ve stěnách zaživací roury, svalstvo a žlázy chovajících; za to v kostech, ba i v nervstvu je výroba tepla v celkovém tepelném hospodářství těla zajisté významu naprosto podřízeného.

Dle B a r c r o f t o v ý c h výzkumů, v nichž se pokusil odhadnouti výrobu tepla u jednotlivých žijících ústrojů psích podle p o m ě r n é spotřeby kyslíku, byl by poměr takový: svaly 15, játra 8, zaživací roura 7, ledviny 1·6, všechny ostatní ústroje asi 8.

Duševní činnost nemá význačného vlivu na výrobu tepla, leda prostřednictvím změn ve výkonnosti nervové (takže dochází na př. k řízení teploty tělové na vyšší úrovni, tedy k ohřátí těla — po případě při napiaté pozornosti, a tak zvýšené činnosti svalstva, by mohlo jíti i o zvýšenou výrobu tepla).

Činnost teplotvorná ve svalstvu je řízena n e r v s t v e m, ovládajícím pohybovou činnost ústrojí tohoto; ovšem teplo povstává ve svalstvu, byť v malé míře, i bez pohybování: tu jest asi vznik tepla podmíněn trvalým napětím, t o n u s e m svalovým, udržovaným stálou innervací z ústředí nervového.

Pro některých nových nálezů je tonus svalový (a tedy byla by i teplotvorná činnost nepohybujících se, „klidných“ svalů) řízena jinými nervovými drahami než činnost pohybová, totiž nervstvem sympatickým. Protěti nervových drah do svalu míšních má za následek nejen hybnou obrnu, nýbrž i zmizení teplotvorné činnosti (v. též u kurare v odd. 7.).

Mimo to však podléhá intensita životního chemismu a s ním výroba tepla i jiným vlivům než nervovým: tak zvláště ústroje s vnitřním vyměšováním (endokrinní), jako žláza štítná, hypofýsa mozková, endokrinní ústroj ve varlatech a vaječnících obsažený a j. účastní se v tepelném hospodářství těla (po odstranění žlázy štítné sklesne výroba tepla až i přes polovici, při mocné sekreci její — v nemoci Basedowové — stoupá i téměř dvojnásobně atd.). Jde tu jednak o přímý vliv na teplotvorné děje ve svalectech a j., ale i o nepřímý, skrze změny v nervstvu. Alkohol snižuje výrobu tepla, rovněž „protoplasmové“ jedy, jako cyanovodík, fosfor, též menší dávky chininu a j. „Horečkové“ jedy (v. odd. 10.), bakteriemi choroboplodnými vylučované, kyselina salicylová a j. podněcují tvorbu tepla.

#### 4. Výdej tepla ze živých těl.

Přechod tepla vznikajícího v tělech ústrojenců do okolního prostředí děje se jednak s vnějším hraničným povrchem tělového (kůže), jednak z vnitřních ploch, pokud se na venek otvírají (na př. s povrchem plic a cest dýchacích, ohříváním vdechovaného vzduchu a odpařováním; anebo z ledvin vyměšováním moče a p.). U homoiothermů (v. str. 25) se uvádí, že ztráty tepla kůže činí asi  $\frac{4}{5}$  veškerých ztrát tepelných.

Rozlišujeme ztráty tepelné v *vedení*, t. j. bezprostředním ohříváním vrstev prostředí se živým tělem sousedících, dále *zářením* (sáláním<sup>\*)</sup> a

---

<sup>\*)</sup> V novější době se ve fyzice sálavé a vedené teplo podstatně neodlišuje.

konečně odpařováním vody na plochách hraničních.

Atwater a Benedict (na př.) uvádějí, že tělo dospělého člověka ztrácí za den v klidu vedením a zářením asi 1600 Kal., odpařováním přes 500; při větší svalové činnosti přes 3300 resp. k 900 (k tomu by bylo ještě připočísti malý poměrně výdej tepla ohříváním vdechovaného vzduchu\*) a přijímané potravy, resp. vyměšováním moče, vylučováním výkalů a j. podmíněný).

Ztráty tepla očividně závisejí na rozvoji hraničních povrchů mezi ústrojencem a prostředím, dále na jakosti těchto povrchů, na spádu teplotového mezi povrchem a prostředím, na povaze a vyměňování hraničních vrstev v prostředí a j. U různých organismů vyskytují se po všech těchto stránkách veliké rozdíly, a týž organism ovládá často mnohonásobné prostředky, jimiž může všechny anebo některé z těchto činitelů měniti a tím ztráty tepelné řídit.

Velmi těsná závislost ztrát tepelných od velikosti povrchu\*\*) je zvláště zřejma u různých ssavců, po případě u téhož druhu u různě velikých ras anebo u téže rasy u mladých (malých) a dorostlých jedinců („povrchový zákon“ dle Rubnera). U psa vážícího kol 31 kg připadá na 1 kg váhy za 24

---

\*) Vzduch vydechovaný z úst má asi  $34^{\circ}\text{C}$ , z nosu  $32\cdot2^{\circ}\text{C}$ ; v plicích  $35\cdot4^{\circ}\text{C}$ .

\*\*) Ptáci vesměs mají příznivější stavbu těla pro umenšení ztrát tepelných než ssavci: v křídla změněné přední končetiny přiléhají těsně k tělu a jsou kryty peřím, nohy jsou tenké, jen kostmi a šlachami tvořené, takže přítok krve je poměrně slabý, na hlavě není bolců atd. — Arktičtí ssavci někteří mají tělo sraženější (buvol mošusový a j.), tropičtí naopak o velikém povrchu (žirafa, gazely a j.).



hod. ztráta okrouhle 36 Kal., u psa 18 kg 46 Kal., u psa 10 kg 66 Kal., u psa 3 kg dokonce 88 Kal. Hlavně tu jde o poměrně větší povrch u malých zvířat, ano s rostoucí massou těla velikosti hraničných ploch (zvl. kožních) poměrně ubývá.\*) Vypočítali se však u různých velikých ras psích ztráta tepelná na jednotku povrchu, neliší se valně (až na případy s příliš různou srstí). Podobně mladá zvířata mají poměrně rozvinutější povrch než zrostlá, a jejich prudcí výdej tepla resp. výměna látková a výroba tepla po jistou aspoň míru souvisí s tímto momentem.

Jestliže živočich v teple údy od těla oddaluje a vůbec se roztahuje, anebo naopak v chladu se choulí, svinuje, jde tu o zvětšování nebo zmenšování povrchu, s něhož teplo do okolí se vydává.

Významna je dále jako s t hraničných povrchů: hladký, drsný, suchý, vlhký atd. povrch liší se značně co do ztrát tepelných; zvláště pak rozvoj rohových útvarů, jako je peří a srst, podstatně padají na váhu pro výdej tepla, jak lze prokázat pokusy na zvířatech oholených.\*\*)

V první řadě jde tu o zadržování špatného vodiče v prostůrkách mezi chlupy nebo peřím, takže povstává teplý vzdušný obal kolem těla, těžko se vyměňující, čímž se i ztráty tepla vedením i zářením zmenšují, a též ztráty odpařováním (páry vodní, hromadící se v zadrženém vzduchu, zmenšují také zase ztráty sáláním); u vodních ptáků je k tomu peří nesmačitelno, jsouc natíráno tukem; třením srstí a peří se tyto

\*) Koule o průměru 2 cm má povrch 4krát, ale obsah 8krát menší než koule o průměru 4 cm: u malé připadá na 1 cm<sup>3</sup> obsahu povrch 3 cm<sup>2</sup>, u velké jen 1.5 cm<sup>2</sup>. — Vedle vztahu velikosti těla resp. poměrného rozvoje plochy kožní k výrobě tepla třeba ovšem míti zřetel i k vnitřním, organizačním činitelům tvorby tepla, v. odd. 1.

\*\*) Králíci zcela ostříhaní při 20° nesvedou zabrániti mírnému poklesnutí tělové teploty, ač jich kůže je bledá a ač více jedí, po příp. hubnou (W a l b a u m, v. dále).

elektricky nabíjejí, takže se rohové útvary hroty k sobě sbližují, dole od sebe oddalují, a tím hojně vzduchu mezi sebou zadržují. Rasy ovčí různí se srstí dle podnebí, v nichž žijí; arktičtí ptáci a ssavci mají mohutné obaly z peří a srsti, kdežto tropičtí bývají i holí; mnozí ptáci a ssavci na zimu pelichají a zimním důkladným rouchem se opatřují; ba u psů zdařilo se u příbuzných jedinců, dle toho, v jakých poměrech vyrostli, vyvolati různosti srsti (v. odd. 15.).

Člověk nahraňuje si nedostatek přírodního roucha šatem, mezi nímž a povrchem těla, jakož i (na př. v sukně) mezi vláknny tkaniva se udržuje hojnost těžko vyměnitelného teplého vzduchu. Ve všech těchto případech jde o zmenšení spádu teplotového, any mezi teplý povrch živočichův a chladné prostředí vloženy jsou vzduchové vrstvy teploty přechodní. Ztráty tepla u ostříhaného králíka, morčete a j., nebo u obnaženého ramene lidského se zvyšují asi o 30%<sup>\*)</sup>

Zmenšení spádu teplotového dosahuje se ostatně i jinými způsoby aktivního úsilí: zvířata vyhledávají si úkryty, zalézají do děr, stavějí si hnízda atd.; člověk si buduje obydlí; je to snaha vedoucí k udržení teplejších vrstev vzduchových kol těla, než je teplota vnějšího volného ovzduší, jehož výměna (na př. větrem) úžasně zvyšuje ztráty tepelné, zvláště vedením a vypařováním (člověk snese v arktických krajích bez těžkostí mráz i přes 40° za klidného ovzduší, avšak velice trpí za větru, byť byla teplota nemnoho pod nulou). — Mnohá zvířata (zvl. ptáci, ale i sobi a j.) se stěhují na zimu do krajin teplejších, a zvěř v horách žijící stoupá na zimu do výšin až i ke 2000 m, kde i za značného chladu v údolích udržuje se nad mraky příjemná slunečná pohoda. Člověk konečně uměle snižuje teplotový spád ve svých přibytcích vytápěním.

Ztráty tepla odpařováním<sup>\*\*)</sup> jsou zvláště důležitým prostředkem, jehož mnozí ústrojenci užívají k obrarě proti přehřátí z vnějšku (ev. i teplem

---

<sup>\*)</sup> Promočení srsti a peří nebo šatů má za následek odstranění vzduchového chránícího obalu a tudíž značné zesílení ztrát tepelných. — Šat, byť z tenkých látek, ale ve více vrstvách je lepší ochranou než jediný šat z tlusté látky.

<sup>\*\*)</sup> Odpaření 1 g vody 37° C teplé vyžaduje 0·58 Kal. tepla.

vnitřním). U řady ssavců a jmenovitě u člověka vy-  
lívá se na povrch kůže z potních žláz p o t, jehož  
odpařováním se odnímá kůži hojnost tepla, takže až  
i celková teplota tělová klesá. U člověka jsou potní  
žlázy rozšířeny po veliké většině povrchu těla, ovšem  
v nestejně hustotě a velikosti, podobně i u opic, koně  
a ovce vyskytují se téměř po celém povrchu těla;  
za to scházejí na př. kozám, králíkům, myším, anebo  
jsou pouze na omezených oblastech těla vyvinuty:  
u skotu a vepře na čenichu, u psa, kočky a ježka na  
tlapkách a j. Ovšem i bez žláz potních může kůže  
ztráceti odpařováním hojnost vody, jak bylo poznáno  
na př. u lidí, kteří nemají potních žláz (následkem  
anomalie vývojové). Pes odpařuje velmi mnoho vody  
s povrchu jazyku a dutiny ústní vůbec; víme, kterák  
v teple anebo po prudkém pohybu, kde v těle vznikly  
spousty tepla, otvírá tlamu a vysunuje i oplošťuje  
vlhký jazyk a úžasně rychle dýchá (v. odd. 7.).

Velicí ssavci tropičtí zvlhčují lázněmi vodními svoji kůži,  
obyčejně holou (slon pomocí chobotu postříkuje svůj povrch  
vodou). U některých plazů jsou ztráty tepla odpařováním  
vody s kůže dle všeho zcela nepatrné (ještěrky, želvy), ba  
u pouštních plazů (Uromastix a j.) dle Krehla a Soet-  
heera ani plíce nevydávají vodních par; krokodiloviti  
však a hadi vydávají dosti vody, krokodiloviti dokonce  
i z tlusté a zdánlivě neprostupné pancéřované kůže: odtud  
pochází znamenitá ochrana těchto zvířat proti přehřátí. —

Jako ochranné zařízení proti ztrátám tepla vedením a zá-  
řením mohli bychom uvést také v ý v o j t u k o v é t k á n ě  
podkožní, jakožto vrstvy špatného vodiče; jmenovitě u vod-  
ních ssavců polárních vyskytují se pod kůží mohutné vrstvy  
tuku, jimiž je nitro těla znamenitě kryto; naproti tomu tro-  
pičtí ssavci bývají „hubení“. U člověka jsou podstatně  
úchylné poměry potud, že tu právě kůže nad vrstvami tuko-  
vými, velmi krevnatá, je hlavním regulátorem ztrát tepel-  
ných; nicméně jest asi i u tlustých lidí v teple ztrácení vnitř-  
ního tepla dosti ztíženo; rovněž vykrmení vepří, psi a j. jeví-  
vají v teple nevolnost.

## 5. Z biothermiky rostlin.

M o e n á v ý r o b a t e p l a, spojená s prudkými  
okysličovacími ději biochemickými, vyskytuje se mezi  
rostlinami zvláště u některých bakterií a plísní.  
Někteří badatelé nacházejí tu třikrát i víc než čtyři-  
krát (Pfeffer), ba dokonce snad i dvěstěkrát  
(Vignal) prudší spotřebu kyslíku na jednotku  
váhy tělové, než u člověka. Jestliže bují spousta bak-  
terií nebo vláken plísňových v jistém prostoru, z něhož  
teplo příliš rychle neuniká, ohřeje se tento prostor  
velmi zřetelně: tak na př. plíseň *Aspergillus*, jež mo-  
hutně bují na př. na klíčících semenech, může při-  
váditi zvýšení teploty i o 60° C. Je zřejmo, že je tím  
ohrožen i život těchto „thermofilních“ (v. odd. 14.)  
organismů; skutečně, když se vlhké seno mocným  
vývojem tepla z činnosti *Bacillus calfactor* zahřeje  
až na 70° C, může se (snad i prudkým zavanutím  
větru do kupy) přivoditi i „samozapálení“ sena, a  
tudiž zahubení těchto bakterií.

Prudké životní pochody, podmiňující vývoj množ-  
ství tepla, vyznačují též, jak uvedeno, květenství,  
v nichž bývá hojně květů nahloučeno, na př. u arono-  
vitých (v jejichž okvětním toulci stoupá teplota i o 15° C  
nad teplotu prostředí), u cykadeí a palem, anebo  
ohromné květy leknínovité rostliny *Victoria regia*;  
někteří badatelé (Kraus, Delpino, Leick)  
mají za to, že tímto teplem se láká hmyz, zprostřed-  
kující opylení — neboť považovati úžasnou tuto vý-  
robu tepla (kde v několika hodinách květy až tři  
čtvrtiny své suché váhy stráví, t. j. ústrojně látky  
prudce „zdýchají“) za vedlejší nahodilý zjev, zdá se  
jím býti protismyslným.

Ale i klíčící semena a vůbec prudce se vyvíjející mladé části vyšších rostlin vyrábějí hojně tepla; chováme-li klíčící hrách, hořčici atd. v nádobě, pečlivě před ztrácením tepla chráněné, můžeme teploměrem zasazeným do massy klíčících semen zjistiti až i o nějaký stupeň vyšší teplotu než v nádobě kontrolní.\*) Také poraněné části (na př. hlízy a j.) zřetelně se ohřívají (zesílením životních dějů na blízku rány).

Že však i ústroje rostlinné, normálně příliš prudce nežijící a jen málo tepla produkující, mohou ukázati význačné zjevy tepelné, prokazují lehce opakovatelné pokusy *M o l i s c h o v y*: mladé habrové (ale i březové a j.) listy (v jistém pokuse 3 kg váhy) byly v koši uzavřeny do bedny, vystlané dřevitou vlnou, a chráněné rovněž zevně velmi dobře před vydáváním tepla: za 9 hodin stoupla teplota listů z 22° na 44° C, za 15 hodin na 51·5° C — čímž nastalo usmrcení listů, načež teplota klesala, ale za 37 hod. ještě činila 33·7°, ba stoupla pak až na 47·2° C: tu šlo o teplotovornou činnost zbujelých bakterií; a konečně massa mrtvého listoví vychládala.

## 6. Živočichové s měnivou a stálou teplotou tělovou.

Odlišení dvojí skupiny živočichů v „studeno-krevné“, k nimž bychom čítali také rostlinstvo vůbec, a v „teplokrevné“ bylo ode dávna nasnadě; ačkoli podstata rozdílu obou skupin tvorstva neleží v „studenosti“ a „teplotě“, a ač „krev“ tu nehraje rozhodující úlohy, užívá se populárně těchto názvů i podnes.

Vědecky vytýkáme rozdíl obou skupin ústrojenstva *m ě n i v o s t í a n e b o s t á l o s t í t ě l o v é t e p -*

---

\*) *B o n n i e r* uvádí, že klíčící semena vyvíjejí na 1 kg váhy za 1 hodinu 20 až 100 kal. tepla.



l o t y. Ústrojenci, jichž teplota tělová se mění se změnami teploty prostředí, jsou „poikilothermní“, „měnivotepelní“ \*): v chladu vychládají, v teple se ohřívají. Naproti tomu člověk, ssavci a ptáci udržují si svá těla o teplotě více méně stálé, mnohdy ku podivu přesně stálé a obvykle o mnoho stupňů vyšší než je teplota poměrně chladného prostředí: mluvíme o nich jako o „homoiothermích“, „stálotepelných“. Poikilothermii odpovídá někdejší označení „studenokrevnosti“, homoiothermii „teplokrevnosti“, neboť při poměrně nízké teplotě prostředí (kolem 15°) jeví se býti poikilothermové pro náš dotyk chladnými až studenými, kdežto ssavci a ptáci, mezi 36—43° C temperovaní, teplými.

Teplota krve je podřízený moment, ana krev není, jak se kdysi za to mělo, vyrábětelkou tepla, nýbrž naopak přejímá teplo ze tkání, jimiž proudí, a jichž naproti krvi daleko prudčí látkové dějství je vlastním zdrojem tepla; ostatně mnozí z bezobratlých živočichů nemají krve vůbec anebo jich krev je mnohem méně významným „vnitřním“ prostředím než u obratlovců.

P o i k i l o t h e r m v chladu je chladný, až i studený, ba při teplotě k nule se blížící zkrhlý a ztuhlý, dokonce pak může leckdy i „zmrznouti“, aby zase při stoupající teplotě vnějšího prostředí se probouzel k životu; na žhavém slunci pak stane se až i „teplokrevným“, jako známe u plazů, kteří po vyhřátí jsou teplí a v ničem bystrostí a čilostí nezadají homoiothermům. Schopnost měnění tělové teploty bez ohrožení života bývá u poikilothermů úžasná: tak na př. ryby, žáby, hlemýždi a j. snesou i po delší doby teploty značně pod nulou a rovněž ohřátí až i přes 40° C nad nulou. (V. též odd. 11.)

---

\*) Po případě „heterothermní“, různotepelní.

Přesné měření u poikilothermů zjistila, že teplota jejich těla velmi často se jen nepatrně liší od teploty prostředí: zvláště menší zvířata mívají skoro úplně teplotu vody (leda o nějakou desítinu stupně více). Ba menší zvířata poikilothermní, t. žába, s vlhkým povrchem těla mohou býti na vzduchu (zvláště suchém) dokonce chladnější než prostředí, následkem značného odnímání tepla odpařováním.<sup>\*)</sup> Naproti tomu ve vlhkém ovzduší, kde je odpařování ztíženo, jeví nitro žabího těla o  $0.3^{\circ}\text{C}$  (i více) teplotu vyšší, ohřívající se vlastní mírnou produkcí tepelnou.

Uzavřeme-li těsně do nádoby větší počet žab, takže tepla vzniká víc a nemůže z nádoby, chráněné špatným vodičem, rychle prchat, stoupne teplota vody teplem žabích těl o nějakou desítinu, ba i o nějaký stupeň: záleží tu na vydatnosti produkce tepelné, jež jest odvislá v první řadě zase od teploty — kdežto při  $1-2^{\circ}\text{C}$  sotva jaké ohřátí vody těly žabími dá se zjistiti, činilo v jistém pokuse při  $4-5^{\circ}\text{C} + 0.1$  až  $0.2^{\circ}\text{C}$ , při  $15-25^{\circ}\text{C} + 0.5$  až  $0.8^{\circ}\text{C}$ , při  $35^{\circ}\text{C}$  dokonce  $3.3^{\circ}\text{C}$ . U ryb (kaprů, okounů), z jara velmi čilých a hojně se živících, uvádí K n a u t h e ohřátí těla nad teplotu vody o několik desítin, ba dokonce i o  $2^{\circ}\text{C}$ . Rozhoduje hlavně živost, t. j. pohyblivost organismů, spojená, jak jsme uvedli v odd. 2., se vznikem tepla; živost ta roste s teplotou, teplota urychluje pak vůbec veškerou životní dění, tedy i teplotvorné děje.

Pro menší poikilothermy pozemní zajímavý jsou údaje B a e h m e t t e v o v y: motýlové jsou za klidu téměř téže teploty jako vzduch, ale po prudkém létání bývají znatelně teplejší, na př. babočka chme-

---

<sup>\*)</sup> Voda v průlinčité nádobě se stane ehladnou, čehož už ode dávna se užívalo ke ehlazení pitné vody a potraviny.

lová (*Vanessa io*) až o  $1.8^{\circ}$  C, veliký martináč (*Saturnia pyri*) až o  $8^{\circ}$  C. Kterak větší nahromadění včel a jiného hmyzu, zvláště v prostorách omezených a před ztrátami tepla chráněných (úlech a p.) může podmíniti velmi nápadné ohřátí, jsme uvedli (odd. 1.).

Plazi, i velicí, nejsou znatelně teplejší nežli prostředí vodní nebo vzdušné o stálé teplotě, pokud měření konána byla obezřetně a na zvířatech děle v příslušném prostředí pobývších (*Soetbeer*). Ovšem plazi na slunci se vyhřívající mohou dosáhnouti vysokých teplot. Tak bylo shledáno také u hadů v kleci ze spoda vyhřívané: pod velikým hadem závitovitě svinutým může se toto přiváděné teplo nahromaditi až do značných teplot (tak povstal klam, že samice hadí na vejcích svinutá je ohřívá).

*Homoiothermové* vyvíjejí ve svém těle značná množství tepla (v. odd. 1. a 5.) a zároveň mají znamenitá zařízení, bránící rychlému jeho vydávání do prostředí, takže se toto teplo v těle hromadí, čímž se tělo vytápí na teplotu obvykle zřetelně vyšší teploty okolí. Zároveň ohřátí těla vlastní teplotivornou činností má za následek větší prudkost životního dění a tudíž další zesílený vznik tepla; snad právě proto zadržování, hromadění tepla v těle je hlavním prostředkem *homoiothermie*, a tím podmíněná zesílená výroba je druhotným důsledkem.

Teplo vzniká v *homoiothermovi* převážně ve svalstvu (odd. 3.). avšak krev, jako vnitřní prostředí všemi tkáněmi a ústroji proudící a je spojující, rozvádí teplo po všech částech těla, i do oblastí, jež samy jen málo tepla produkují a za to ho mnoho ztrácejí: do povrchových ústrojů, kůže. Skutečně při přesném měření shledáme, že její *topografie* teploty

t o v á na př. u lidského těla velikou pestrost; dle B e n e d i c t o v a měření jevíly se v jistém případě při 20° C tyto teploty: na lalůčcích boltců mezi 23 a 29°, hřbetu ruky 32·8°, kůži obličej 32 až 35°, v podpaží 36·7, v řiti 37·1°, v žaludku 37·2° C. V nitru těla uvádějí se ještě vyšší teploty než v řiti nebo v žaludku: na př. v játrech i o 0·6° C (odtud pochodí, že krev pravého srdce, shromažďující se ze žil, jichž krev odnáší teplo z teplotorných ústrojů, zvl. svalů a jater, je teplejší než krev levého srdce, jež k tomu přitéká z plic, kde se ochladila odpařováním vody na dýchacích plochách atd.); v měchýři močovém však už zase bývá teplota nižší než v řiti, asi o 0·3° C atd. Jest ovšem jasno, že žíly vedou z kůže krev znatelně chladnější než je v tepnách kůži zalévajících atd. Mimo to mohou i souměrné části těla ukazovati různosti teplot, a j.

Při této složitosti tepelných poměrů, kolísajících nad to při různých vlivech z vnějšku a ještě více při různých změnách vnitřního původu, je těžko udati pro určité tělo anebo pro určitý živočišný druh jedno číslo jako „t ě l o v o u t e p l o t u“. Podpaží, kde ponecháme teploměr dobře krytý záhyby kožními (a svalstvem) po delší dobu, je nejpohodlnějším místem pro měření tělové teploty; teplota řitní (resp. konečnicková) je však mnohem stálejší, a tudíž se bere za základ při srovnávání různých ssavců a ptáků.

U č l o v ě k a našeho podnebí je p r ů m ě r n á tělová teplota mezi 36·7 a 37·5° C u různých jedinců (tedy kolem 37·2° C). Každý člověk má svoji zvláštní tělesnou teplotu, i mohou se různí lidé lišiti i víc než o 1° C. Avšak i u téhož jedince tělová teplota v p r ů b ě h u 24 h o d i n mírně kolísá, v mezích

rovněž asi  $1^{\circ}\text{C}$ ; nehledě k následkům různých prudkých vnějších nebo vnitřních\*) vlivů, dají se zjistiti velice pravidelná kolísání za stejnoměrného normálního života, a to toho způsobu, že mezi 1. a 6. hodinou ranní bývá teplota i jen  $36\cdot7$  (ba i pod), potom volně stoupá až asi do 5. hod. odpolední, kdy dosahuje asi  $37\cdot5$ , na kterémžto vrcholu asi 2 hodiny stojí a konečně volně klesá k rannímu minimu. Teplota  $37\cdot5^{\circ}\text{C}$  je tudíž v časných ranních hodinách už horečkou. Podobnou křivku teplotovou, ale ovšem na vyšší úrovni, jevívají i některé stále horečnaté stavy.

Ve stáří se oscillace teploty oslabují. U žen jsou oscillace před dospělostí podobné jako u mužů, s nižším ranním minimem; před menstruací a zvláště po ní se zmenšují (v těhotenství mizejí).

Také u některých ssavců byly obdobné oscillace tělové teploty zjištěny, na př. u opic, u koně, částečně i u psa a j. (u psa činí rozsah kolísání asi  $1^{\circ}$ , u opic 2 ba i  $4^{\circ}$ , u velblouda dokonce  $5^{\circ}$ ; u holubů, racků, špačků, drozdů a j. 1 až i  $4^{\circ}$ ; u králíka a j. jsou kolísání značně nepravidelná).

Bylo nasnadě, uváděti tato pravidelná kolísání ve vztah s pravidelnou činností periodickou a bdění a ve spánku, nebo aspoň ve dne a v noci; rozhodně různí činitelé, jako přijímání potravy, vliv vnější teploty a p. mají ke kolísáním těm vztah podřízený, zato však denní kolísání vydechovaného kysličníku uhličitého probíhají zcela podobným způsobem. Zdá se, že hlavně činnost svalová v průběhu 24 hodin se pravidelně měnící je podkladem obojího rytmu; ostatně víme, že svalstvo

---

\*) Při prudké činnosti svalové, na př. u běžců o závod, stoupá teplota pomíjivě i na  $39\cdot5^{\circ}\text{C}$  (Jürgensen). Při stoupání do hor naměřil Lumbe i  $38^{\circ}\text{C}$ ; půlhodinná chůze zvýší teplotu tělovou asi o  $0\cdot5^{\circ}\text{C}$ .



má jak v celkové výměně látkové (a tedy v dýchací výměně plynů), tak ve výrobě tepla převážný význam. Nicméně pozoroval na př. Jürgensen, že ani klidné ležení v posteli kolísání teploty tělové nezmenší, takže právem někteří fyziologové zdůrazňují, že jde o vypěstování automatických oscilací tepelné regulace na vyšší a nižší úrovni, o podnícení a deprese nervové činnosti, změny tonického vlivu ústředního nervstva, obdobně jako kolísá výkonnost nervstva ve bdění a spánku.

Dalo se očekávat, že změna způsobu života — bdění za noci a spaní ve dne — povede k obrácenému rytmu tělové teploty. Avšak mnohá pozorování, na člověku vykonaná, selhala, anebo dostavil se pouze nepořádek v chodu tělové teploty, ev. oslabení normálních oscilací. Nicméně déle trvajícími pokusy a pozorováními podařilo se přece jen kolísání tělové teploty obrátiti. Tak na př. Toulouse a Piéron u 16 ošetřovatelek, po měsíce v noci bdících a ve dne klidně odpočívajících, zjistili obrat rytmu, s maximem tělové teploty mezi 6. a 9. hod. ranní, minimem mezi 6. a 12. hod. več. Velmi názorné bylo sebepozorování Gibsonovo a později Osborneovo na cestě na polovic kolem země: první jel z New Haven na Manilu a zpět — zeměpisný rozdíl obou míst je 11 hodin, a tu, jak loď po 5 týdnů jela tam a 7 zpět, pošinovaly se postupně se změnou způsobu života, ponenáhlu se odehrávající, oscilace tělové teploty asi o čtvrt hodiny denně; stejně bylo v pozorování druhého badatele při cestě z Londýna do Melbourne.

Pokusně byl prokázán vliv obráceného života na opicích, chovaných v místnosti, jež byla za dne za

temněována a v noci osvětlována, takže si zvířata navykla bdít v noci a spát ve dne; úplné zatemnění anebo zase trvalé osvětlení ve dne i v noci vedlo k oslabení resp. znepravidlenění oscilací teplotových.

Přírodní pokus takřka je proveden na nočních hřivkách, kteří za dne spí: u sov na př. je nejvyšší tělová teplota mezi 1. a 4. hod. ranní, nejnižší mezi 1. a 7. hod. večerní, kdežto u denních ptáků je minimum časně ráno, maximum brzy po poledni. Neméně pozoruhodný je vývoj oscilací teplotových u lidských novorozenců: zprvu není u nich typického kolísání, ve vztahu k nepravidelnému bdění a spaní; ale tou měrou, jak si navyknou v noci s matkou spát a ve dne bdít, dostavuje se pravidelná křivka teplotová, obvyčejně v průběhu prvního měsíce.

Tělová teplota různých homoiothermů se dosti liší. Především u ptáků je vesměs vyšší než u ssavců: dosahuje až 43°, ač bývá někde i pod 40°, obvyčejně celkem mezi 41 a 42° C. U ssavců se vyskytuje namnoze vyšší teplota, než u člověka, tak na př. u koně 37·8—38·5°, u skotu a bravu 37·5—39·5 (u mláďat přes 39 ba i přes 40°), u kozy 39·8—40°, u vepře 38—40°, u psů 37·5—39°, u koček 38—39·5°, u morčat 38—39°, u králíků 38·5—39·5°, u krys 37·5—38·5° C. U opic byly naměřeny jednak nízké teploty (i 35·8° C), jednak i vysoké (přes 39° C). Nižší teploty jeví velbloudovití ssavci (35—36·8° C); u velryby se uvádí asi 36·5° C; zvláště níže jsou temperováni vačnatci, a jmenovitě ptakořitní. U vačnatců kolísá tělesná teplota při 36° C, a klesá v chladu značně, i o 3°; z ptakořitných u ptakopyska (*Ornithorhynchus*) a ježury (*Echidna*) pak byly naměřeny teploty i pod 30° C; tak na př. Martinem při 20° v prostředí pouze 30·8°, ale za nižší teploty vnější po případě i jen 25·5° C. Velmi významny jsou oscilace tělové teploty pro posouzení dokonalosti homoiothermie (v. odd. 8.).

## 7. Řízení tělové teploty u homoiothermů (*thermoregulace*).

Homoiothermie podmíněna je složitým řízením jednak výroby, jednak zvláště výdeje tepla. Prostředky, jimiž se tělo homoiotherma přehřívá nad obvyklou nižší teplotu prostředí, a jimiž na druhé straně se brání proti nebezpečnému zvýšení teploty ve vysokých teplotách, život ohrožujících, jsou mnohonásobné, a tam, kde se vyskytují v plném vývoji — na př. u člověka, — jsou zároveň znamenitým příkladem regulačních způsobilostí organismu, spojených v harmonickou jednotu k dosažení cíle, jímž je v tomto případě stav na prvý pohled velmi prostý: zachování stálé, pro daný druh, ba pro daného jedince typické teploty tělové.

Zmínili jsme se již, jednájíce o teplotvorných dějích, že výroba tepla v hlavních teplotvorných orgánech — svalcích — může značně kolísati; v nepohyblivých se a pokud možno ani nenapjatých svalech vzniká tepla poměrně málo, při zvýšeném napětí a mírných smrštěních značně více, při prudkých až křečovitých stazích velice mnoho. Řízení pohybové a zároveň teplotvorné činnosti svalstva může tedy značně měniti produkci tepelnou.

Při trvalých, větších nárocích na zmnoženou výrobu tepla pochopitelně nastává nutnost, aby organism přijímal zvětšené množství živných látek, energií bohatých. Naopak, kde na př. člověk žije v příznivých podmínkách tepelných, omezuje se příjmem „teplotvorného materiálu“ potravního.

Výdávání tepla z těla děje se zevním (po příp. i „vnitřním“) povrchem (v. odd. 4.). Jeho velikost je u daného jedince stálá, i může se jen

částečně zmenšiti nebo zvětšiti, jak pozorujeme při choulení, svíjení se a p. zvířat v chladu, a naopak „roztahování“ v teple. Významnější prostředek měnění ztrát tepelných záležití ve zmenšování nebo zvětšování spádu tepelného, rozdílů teploty mezi kůží a okolním prostředím. Proti přehřátí má jmenovitě lidské tělo znamenitou obranu v odpařování potu, jenž dle potřeby v hojnosti se na povrch kůže vylévá. Z dalších prostředků lze v tomto přehledu vytknouti zvláště zrychlení dechu, jímž se mohou při nebezpečí přehřátí zvětšiti ztráty tepelné.

Tento dvojí způsob řízení tělové teploty, řízení výroby a řízení ztrát tepla, bývá také někdy označován stručně jako regulace „chemická“ a „fyzikální“: výroba tepla skutečně je podložena děním biochemickým, jehož měnící se intensita vede k různě prudkému vývoji tepla, kdežto řízení ztrát tepelných děje se převážně cestami fyzikálními, an se mění spád tepelný mezi organismem a prostředím, po případě se vedle vedení a záření řídí vydávání tepla též odpařováním.

Výrobu tepla může homoiotherm velmi značně zesílit prudkou pohybovou činností svalstva. Myš v ochlazené nádobě počne pobíhati, člověk v chladu (či lépe: člověk, jemuž je chladno) začne přecházeti, tře ruce atd.; při větším chladu dostavuje se napínání svalstva, chvění, třesení, až i křeče, čímž povstává dobrá obrana proti podchlazení. Za to snadno selhává omezování výroby tepla, když je homoiotherm ohrožen přehříváním z vnějšku: nemůže než zdržeti se všech pohybů, líně co nejpassivněji ležeti, ale utlumiti veškero teplotvorné dějství ve tkáních svého těla, zvláště ve svalstvu, mu nelze,

takže v jeho těle stále vzniká něco tepla, jež se sčítá s teplem přecházejícím do těla z horkého prostředí.

Nicméně projeví se omezování teplotvorné činnosti, na př. u Evropana žijícího v t r o p e c h, po delší době znatelným u m e n š e n í m p ř í j m u p o t r a v y vůbec, a zvláště omezením potravy, přinášející mnoho energie (tuky) anebo podněcující intensitu životního chemismu (bílkoviny). Strava tropická je skromná, „slabá“, nevydatná, převážně rostlinná.

Když se E i j k m a n pokusil prokázat, že u člověka není „chemické“ regulace, a pojídal v tropech stejné množství potravy jako v našem podnebí, provedl to sice — avšak za cenu kataru žaludečního a střevního; jeho závěr, že není u člověka regulace chemické, je tudíž zcela nesprávný.

U lidí, kteří jsou nedostatečně živeni nebo zcela lační, pochází „zimomřivost“ právě z nedostatečné výroby tepla. V zimě roste potřeba potravy, jmenovitě bohaté energií: tu sneseme tučné pokrmy, po nichž není v létě touhy a jež by v teple činily tělu obtíž. Eskymáci požívají nadmíru vydatnou potravu: snědí spousty tuku, a maso, hojné bílkovinami, rozdmychuje takřka teplotvornou činnost v jejich těle; i Evropan snadno si v arktickém podnebí zvykne na tuto stravu.

Jako hlavní prostředek řízení ztrát tepelných uvedli jsme m ě n ě n í t e p l o t y k o ž n í, resp. teplotového spádu z těla do prostředí. Kůže je vytápěna teplou krví, protékající (jmenovitě u člověka) složitou a velmi bohatou s o u s t a v o u c e v. Sevření jejich světlosti v chladu, činným smrštěním kruhového svalstva stěn cévních, má za následek zmenšený přítok krve z nitra těla a tudíž zblednutí a zchladnutí kůže, čímž se rozdíl tepelný vzhledem k okolí zmenší, a tudíž vydávání tepla vedením a zářením oslabí; ochlazování krve, jen v malém množství kůži protékající, je zmenšeno.

U různých lidí je toto zblednutí za chladu, podmíněné zúžením řečiště krevního v kůži, značně různé. Statní, otužili

lidé leckdy v chladu dokonce zčervenají zvětšeným přílivem krve, a tu ovšem se musí veliké ztráty tepla hraditi zvýšenou výrobou. Ale od tohoto „zdravého“ zrudnutí kůže v chladu třeba naprosto lišiti zčervenání, až do modra přecházející, u kůže, jež je při tom studená a bolí, jak se to dostavuje při příliš velikém chladu a po delším jeho působení, anebo u choulostivých lidí již při nevalném působení studena; toto zmodrání je podmíněno nahromaděním krve v povrchových cévách, takřka chladem ochrnutých, z nichž krev nemůže odtékatí následkem mocného sevření cévstva vrstev hlubších.

Jasně červenání kůže vlivem tepla vede k jejímu zřetelnému oteplení, a z takto vyhráté kůže přechá pak teplo do prostředí, pokud ovšem toto není teplejší: je pochopitelné, že při teplotě vzduchu (nebo lázně vodní), blížíci se teplotě tělové ( $37^{\circ}\text{C}$ ), zanikají ztráty tepla vedením a zářením, a možny jsou (ovšem v suchém vzduchu pouze) jediné ztráty tepla odpařováním. Mnohý organism jest proti přehřívání z vnějšku špatněji chráněn než proti podchlazování (je známo, že morčata při  $36^{\circ}\text{C}$  snadno hynou; Evropanu bývá ve stále vysoké teplotě vlhkého tropického ovzduší značně nevolno a p.).

Krevní řečiště kožní jeví vedle rozlišení v povrchové a hlubší cévstvo významné vztahy k cévstvu svalstva a vůbec nitra tělového, kde je veliká většina teplé krve shromážděna. Při působení chladu na kůži může niterná teplota těla stoupati, neboť vyprázdnění krve z kůže mívá za následek menší ztráty tepelné, než za obyčejné teploty při kůži vydatnější krvené. A zase naopak: kůže chladnou lázní zbledlá a nedokrevná dodatečně se potom překrví, takže po chladné lázni se dostaví zesílená ztráta tepla a vnitřní teplota klesá. I naopak může vésti silnější změna řečiště cévního v nitru těla k protichůdnému úkazu v cévstvu kožním: napiji-li se, jsa přehřát, studené vody, způsobí se v nitru těla zmenšení řečiště krevního smrštěním cév, a teplá krev se hrne do cév kožních, současně se rozšiřujících, odkud vzniká pocit horka.

Velmi důležitě jest ochlazování přehřívajícího těla z výšným výpařováním vody na povrchu



kůže anebo sliznic. U člověka tu má obzvláštní význam vodnatý p o t, jenž se v nepatrném množství na některých partiích kůže i za obvyklé mírné teploty prostředí stále vylévá, ale při zvýšení tělové teploty o nějakou pouze desítinu nad normu hned prudčeji se vyměšuje, aby při mocné výrobě tepla (na př. při usilovné svalové činnosti) anebo při silném ohřívání z vnějšku ve spoustách vytékal (tu někdy opravdu teče až v „potůčcích“, takže se tím dokonce stává ilusorní jeho pravý úkon, odpařovati se na mírně zvlhčených plochách kožních: na př. u ženů bylo shledáno až 12 l potu za den, při přiměřeně značném příjmu vody pitím). Leč i jinak vydává kůže ustavičně hojně vodních par a zprostředkuje tak ztráty tepla, takže pot je jen prostředek k prudkému jich zvýšení.

Podmínkou odpařování potu jest ovšem poměrná suchost ovzduší; pochopíme, že na př. při 60% relativní vlhkosti už při 26° C se dostavuje nevolnost, následkem ztížených ztrát odpařováním, a při 60° C rychle se tělo přehřívá (samozřejmě je, že, ponoří-li se člověk až na hlavu do lázně nad 40° C teplé, brzy — na př. už při 43—44° C — jeví se nebezpečné přehřívání těla). V takovémto „dusném“ teplu člověk rychle ochabuje a jeho pracovní výkon značně klesá (odtud potřeba ventilace při práci ve vlhkém teplém ovzduší tunelů a j.). Za to v suchém vzduchu snese člověkův organism úžasně vysoké teploty: tak na př. B l a g d e n pobyl 20 minut nahý v teplotě 120° C bez poškození, kdežto vejce, jež s sebou do horkého vzduchu vzal, se uvařila na tvrdo; nahodile bylo pozorováno, že dívka, uzavřená v peci při 135° C, po 5 minutách byla osvobozena bez poruchy a p. S těmito poměry ztíženého odpařování potu souvisí nepříjem-

nost nošení kaučukových pláštů, promočených šatů a pod.

Vedle ztrát tepla odpařováním potu padá na váhu také odpařování vody na sliznici cest dýchacích. Tu se dostávají na př. při přehřívání těla zrychlené dýchací pohyby, a tím se ztráty tepla odpařováním vody v plicích, průduškách, dutině nosní i ústní zvětšují.

Zvláště důležité je toto ztrácení tepla u zvířat, jako jsou psi, kde scházejí potní žlázy na veliké většině těla: pes vyplázne a oploští jazyk, načež rychlé mělké dechy (na př. 170 za minutu) přehánějí vzduch po jeho povrchu. Kdyby se zabránilo psu otevření tlamy a urychlené dýchání (až i 400 dechů za 1 min.!) přes vyplazený jazyk — t. zv. *thermická polypnoë* („mnohodechost“, na př. když leží na slunci), zahynul by přehřátím těla. — U ptáků, zdá se, slouží vzduchové vaky (vakovité to výchlípky průdušek plicních, rozprostraňující se mezi útroby a dokonce i mezi svalstvo, pod kůží atd. pronikající) k ochlazování těla (*Victorow*).

Nemůžeme se zabývatí podrobně *nervovým mechanismem*, jenž řídí tyto veškeré prostředky *thermoregulační*. Stačí, když si uvedeme několik základních bodů.

Nervstvo ovládá jak výrobu tepla, tak i prostředky sloužící ztrátám tepelným. Do velké míry zprostředkováno je zharmonisování a scelení všech příslušných úkonů v mozkou, a tu prodloužená mícha a mozeček, ale i *mezimozek* (ústředí sympatiku!) jsou významny svými vztahy k řízení tělové teploty. Poranění jistých oddílů mozku (na př. *corpus striatum*) může mít za následek zvýšení teploty i na 42° C. Porušení této části mozku a zvláště odloučení mozku řezem (anebo pomíjivě: prochlazením, v. odd. 11.) od míchy, ale také řez mezi mezimozkem a středním mozkiem má za následek, že *homiothermie*

zmizí, a ssavec nebo pták mění teplotu těla s teplotou prostředí, jako poikilothermové.

Že po protětí hrudní míchy živočich ještě nepozbude veškeré tepelné regulace, je pochopitelné, neboť mozek pozbude vlády jen nad částí trupu, innervovanou vzad od řezu míchou.

Velmi zajímavým prostředkem k porušení homeoiothermie je šipový jed indiánský, zv. k u r a r e.

Tímto jedem se otravují především nervová zakončení hybných nervů ve svalectech, takže ústředí nervová přestanou mít hybný vliv na svaly a tudíž živočich ochrne (ochrnutí svalstva dýchacího má ovšem u ssavce a ptáka za následek smrt udušením, takže, má-li se zvíře udržeti na živu, musí se mu uměle plíce ventilovati, dokud se jed z těla nevytloučí a dech se opět nevrátí). Toto ochrnutí svalstva vede pochopitelně nejen k nehybnosti, nýbrž také k oslabení teplotvorného dění ve svalectech, takže živočich vychladne na teplotu prostředí: ta musí tudíž býti udržována vysoko, ke 30° C, nemá-li zvíře zahynouti (v. 11.). Kurarem se tedy zruší nervový vliv na svalstvo, i lze potom odhadnouti podíl nervového účinku teplotvorného naproti vlastním teplotvorným dějům svalovým (i u poikilothermů otrava kurarem oslabí teplotvorné pochody ve svalectech o polovičku). — Nicméně se zdá podle novějších výzkumů (F r e u n d), že i bez hybné innervace zůstává svalstvo svým teplotvorným děním částečně závislým na nervstvu, takže kurarizované zvíře poněkud reguluje svou teplotu a je schopno i horečky (v. odd. 10.).

Řízení výroby i ztráty tepla odehrává se mimo vědomí, hlavně t. zv. reflexem nervovým: a tu jsou hlavním budičem zvratných nervových vlivů thermoregulačních chladová a tepelná čidla kožní (v. odd. 14.). Chlad na př. vzbudí z kůže po dostředivých nervech z mozku ústředí thermoregulačního vyslání nervových vlivů k ústrojům výroby a výdeje tepla: i zesílí se teplotvorná činnost svalstva, vyvolá se smrštění cév zblednutí kůže atd. Naopak teplo na kůži působící vzbudí skrze mozek omezení teplotvorných pochodů, zčervenání a oteplení

kůže, vylévání potu atd. Je pozoruhodno, že i místní ohřátí kůže budí regulaci, byť celková tělová teplota byla nezvýšena, ba (Filehne) dokonce o  $0.2^{\circ}\text{C}$  nižší.

Vedle toho může se též ovšem dráždit mozek teplem přímo; jmenovitě je to prokázáno pro působení teplé krve: mozek, do něhož přitéká krev uměle ohřátá (anebo krev, ohřátá teplem při prudké činnosti svalstva vznikajícím) anebo mozek ohříváný místně diathermicky\*), přímo budí reakci proti stoupání tělové teploty. Ohřívání mezimozku rourkou protékanou teplou vodou vedlo ke klesání tělové teploty, ochlazování však ke stoupání (Barbour).

Přesnost tohoto složitého thermoregulačního ústroje je podivuhodná. Pověděli jsme si, že na př. u člověka tělová teplota v průběhu dne a noci jen nepatrně se mění (a to opět hlavně asi u vztahu k prudkosti výroby tepla v těle), ba že se zachovává stálou i v horku i v mrazu, pokud nejde o přílišné rozdíly teplot anebo příliš dlouhé jich vlivy. Evropan, jenž navštíví arktické kraje a tropy, má tělovou teplotu nejvýše o  $1^{\circ}\text{C}$  úchylnou (jestliže se ovšem přiměřeně živí a šatí.\*\*\*) Člověk snese i po delší

---

\*) Diathermií rozumí se prohřátí nitra těla elektrickými proudy vysokého napětí a veliké frekvence.

\*\*) Tmavé rasy neliší se asi od bělochů tepelnou regulací. Dle Stiglera snáší černoši v horku práci lépe, což jest asi podmíněno hlavně lepším řízením ztrát tepelných (dle Döblera má černoši vyvinutější soustavu cév kožních, jež snad též mocněji reaguje dle poměrů tepelných); ale i běloši navykne si časem vysokým teplotám, takže nestojí za černochem. Pigmentace zdá se býti pro thermoregulaci významu zcela podřízeného. Dle Gibbsa a částečně i Arona stoupá teplota kožní u bělocha na slunci dokonce rychleji než u barevných ras (kde však dosahuje vyššího maxima); při  $32-33.5^{\circ}\text{C}$  počne se vylévat množství potu a teplota kůže padá.

dobu suché teplo nad  $100^{\circ}\text{C}$ , a na druhé straně vydrží nahý v klidném mrazivém ovzduší po delší dobu, beze větší změny tělové teploty: přesnou thermoregulační činností je výtečně chráněn před přehřátím i pochazením. Toliko prudké a dlouho trvající změny tepelné, buď ztíženým výdejem tepla do okolí, nebo ohříváním těla zvenčí, nebo nadměrnou vnitřní produkcí, anebo přílišným chladem prostředí podmíněné, pošinou až i o nějaký stupeň tělovou teplotu\*); při tom lze zjistiti, jako bývá u regulačních zařízení, opozďování se tepelné regulace za účinky tepla nebo chladu.

V studené lázni vodní  $4\cdot4^{\circ}\text{C}$  zjistil *Le f è v r e* u člověka v postupných 12 minutách takováto čísla výroby tepla a tělové teploty: (1.) 101 Kal.,  $37\cdot3^{\circ}\text{C}$ ; (2.)  $44\text{—}37\cdot4$ ; (3.)  $17\text{—}37\cdot42$ ; (4.)  $17\text{—}37\cdot43$ ; (5.)  $17\text{—}37\cdot44$ ; (6.)  $16\text{—}37\cdot45$ ; (7.)  $16\text{—}37\cdot43$ ; (8.)  $16\text{—}37\cdot4$ ; (9.)  $14\text{—}37\cdot3$ ; (10.)  $14\text{—}37\cdot3$ ; (11.)  $13\text{—}37\cdot3$ ; (12.)  $12\text{—}37\cdot2$ . Tedy chladem bezprostředně prudce zvýšená výroba tepla tělo zprvu o něco přehřeje, načež se (hlavně jistě též úpravou fysikální regulace, v. výše) umožní udržení normální teploty bez přílišného zvětšení výroby.

U myši, když klesla teplota prostředí z  $33^{\circ}$  na  $17^{\circ}\text{C}$ , pozoroval *P e m b r e y* v jedné minutě zesílení teplotvorných dějů o 60%, převážně zesílením pohybů; méně nápadný je svalový neklid u psa, morčete a j. — V našich pokusech na králících po ostříhání a natření mazem zesílily se ztráty tepla na 1 kg váhy za 1 hod. z  $4\cdot5$  Kal. až na  $9\cdot9$ , aniž i za měsíc se dostavilo značnější sklesnutí tělové teploty a poškození zvířat (a králik se považuje za choulostivého a nevalnou thermoregulaci nadaného živočicha).

Arktičtí ssavci odolávají znamenitě nízkým teplotám: polární liška měla při  $-35\cdot6^{\circ}$  teplotu  $+38\cdot3^{\circ}\text{C}$ , vlk při  $-32\cdot8^{\circ} + 40\cdot5^{\circ}$ , bílý zajíc při  $-29\cdot4^{\circ} + 38\cdot3^{\circ}$ , sněžná slípka při  $-38\cdot8^{\circ} + 43\cdot3^{\circ}\text{C}$  atd. (*P a r r y*, *L y o n*, *B a c k*).

\*) Denní oscillace tělové teploty v mezích asi  $1^{\circ}\text{C}$  jsou asi podmíněny kolísáním výroby tepla (ne výdeje), neboť souhlasně kolísá i vznik kysličníku uhličitého, hlavně ve svalstvu povstávajícího.

Při té příležitosti je na místě, zmíniti se o otázce t. zv. „nachlazení“, nastuzení a nemocech „z nachlazení“ (ač budeme o vlivu tepla a chladu na organismy jednati ještě v odd. 12.). Uvědomíme-li si podivuhodnou přesnost, s jakou tělo homoiotherma dovede se opíratí oteplujícím i ochlazujícím vlivům vnějšku, je vlastně už zásadně možnost „nastuzení“ odstraněna, takže bychom o nějaké poruše těla chladem mohli leda mluvit, když by thermoregulační ústroj byl porušen, anebo vliv chladu tak mocný, že by došlo k velmi nebezpečnému snížení tělové teploty, u homoiotherma asi kolem 20° C.

Z pokusů, provedených tak, že tělo homoiotherma silným a déle trvajícím chladem bylo podchlazeno hluboko pod stálou normální teplotu, vyplynulo, že nastane velmi často zotavení bez jakéhokoli poškození těla, když se vrátily normální vnější podmínky; pouze ve výstředních případech, zvláště také, když byla zvířata před ledovým ochlazením chována v horku, ostříhána nebo oholena, nebo kde otravami, operacemi na ústředním nervstvu a p. bylo způsobeno sklesnutí tělové teploty, objevily se poruchy. Tyto případy se tedy vlastně nedají upotřebiti pro otázku „nastuzení“, nýbrž „mrznutí“.

Jinak se uvádí, že i bez takto výstředního přehnutí může chlad porušiti lidské tělo přímým poškozením jistých nervů, zvláště vysazených (obrna nervu obličejového, neuralgie nervu trojklanného, sedacího a j.) a podobně jistých svalů (zádových atd.), při čemž se i mírnému vánku přičítá zhoubný vliv, větší dokonce než větru (ač je naprosto nepředstavitelno, jakým fysikálním momentem by mohl slabý proud vzduchu v „průvanu“ působiti nebezpečně naproti vichru, jemuž se přece lidstvo beze škody vy-



stavuje). Sem také náleží jako „nemoc z nastuzení“ uváděný prudký zánět ledvin po ochlazení kůže a p. Dále se tvrdí, že se chladem může vyvolati vzplanutí virulence u mikrobů, po tu dobu bez škodlivého vlivu na sliznicích těla lidského žijících, takže se stanou choroboplodnými; anebo se má za to, že chladem se organism, po tu dobu vzdorný, stane poddajným k působení pathogenních ústrojenců, že se tedy vzbudí dispoice k nákaze (na př. tím, že nastanou přesuny krevnatosti sliznic, změny sekrece na sliznicích a p.).

Kritickým ohledáním literatury a vlastními výzkumy prokázal Chodounský bezpodstatnost uvedených názorů o nemocech z nastuzení, upozorniv jmenovitě na znamenitou výkonnost thermoregulačního ústrojí u člověka, a na přizpůsobenost i přizpůsobivost těla lidského k vlivům tepla a chladu, i výstředním. Jde tu obyčejně o zbytek staré pohodlnosti, která sváděla kde jakou nemoc zvláště na „průvan“ (nebo na promočení obuvi, šatu, ostříhání vlasů, sundání klobouku, sedění ve vlhké trávě atd.), poněvadž proudění vzduchu je něčím zcela obecně se vyskytujícím a bývá spojeno bezprostředně s nepříjemnými pocity (odd. 10.), jež se snadno zapamatují a ve vědomí imponují; vyhledání pravých příčin chorob, na př. infekčních, jen zvolna postupuje, a u neuralgií, obrn nervových, myalgií a p. po tu dobu nemáme dostatečné orientace příčinné. Strach, jenž z jakési pověrečnosti zvláště před proudy vzduchovými a chladnými lázněmi vládne, je značně na překážku hygienickým opatřením (větrání, čistotě těla atd.), nehledě k tomu, že činí trapným soužití ve společnostech (v domácnostech, vlacích atd.), kde lidé, často až posedlí hrůzou před proudem čistého vzduchu, nutí svoje okolí dliti ve zkaženém prostředí. Chod-

domskému jest přičisti i za velikou mravní zásluhu, že se postavil proti tomuto předsudku, ne z nejmenších v dnešní civilisaci.

Za příklad rozporů, do nichž se přivrženci „chorob z nastuzení“ dostávají, můžeme uvést, že na jedné straně i lehoučký, ani jemným lidským smyslem nepostřehnutelný průvan může dle nich tělu těžce ublížiti, ale na druhé straně je jim z nejrozsáhlejších zkušeností známo, že i hodinové ledové náčinky, ba rozsáhlé ledové obaly se nemocným přikládají, aniž kdo viděl vzniknouti odtud katary průdušek, rýmu a p., natož zánět plic, pobřišnice a p. Kloubní rheumatism, zánět plic a j. nemoci, u nichž za „příčinu“ bylo a bývá uváděno „nastuzení“, nevyskytují se nikterak častěji v dobách studených (na podzim, v zimě anebo i v letě při náhlých ochlazeních), ani v krajinách, jež svým zeměpisným položením by k tomu byly příznivé, ani u zaměstnání, kde se lidé prudkým změnám teploty vysazují atd. Jmenovitě také zkušenosti vojenského života, a zvláště zkušenosti v právě se odehrávajících válkách, kde miliony lidí, zvyklých životu v ústraní a pohodlí, násilně byly po dlouhé měsíce ba leta vystaveny největším psotám a „úrazům“ teplotovým, příkrě svědčí proti názorům o „refrigeračních“ nemocech.

Zvláštní pozornosti zasluhuje také obecně známá věc, že v polárních krajích netoliko je méně t. zv. nemoci „z nastuzení“ než v oblastech teplejších, nýbrž dokonce zdravotní stav cestovatelů bývá znamenitý, i když v mírném podnebí své domoviny podléhali různým onemocněním, domněle „z nastuzení“; a přece se hrdinové ti vystavovali útrapám mnohdy úžasným, a trpěli přechasto mrazem až k ohrožení těla zmrznutím. Stejně platí o horolezcích, kteří bez nejmenšího poškození snášejí nejprudčí změny teploty, deštěm a sněhem promočení bez následků uschnou na ledovém větru atd.; nelze se tu dovolávati „otužení“, vždyť ho praví stoupenci „nastuzení“ nemohou vůbec uznávati — ostatně i naprostí začátečníci v polárních výpravách a horských turách zůstávají nepoškozeni.

## 8. *Thermoregulace v řadě tvorstva a vznik homiothermie.*

Zachovávání stálé tělové teploty u homiothermu je zjev naprosto odlišný od poikilothermie: homiotherm jest po jistou míru nezávislý na

kolísání vnější teploty, ba snáší dokonce i výstřední teploty, jež život tlumí anebo i ničí.

Nicméně nezeje propast mezi člověkem, ssavci a ptáky na jedné straně, a ostatním živočištvem (a rostlinstvem) na druhé. Jednak máme aspoň u nižších ssavců očividné přechodní zjevy, u typických poikilothermů některé náběhy k řízení tělové teploty; jednak můžeme při vývoji homoiotherma zjištění postupné vznikání thermoregulace, jmenovitě tam, kde novorozenci se rodí jako poikilothermové. Ostatně též zimní spánek některých ssavců poskytuje nám v tom směru jakési pokyny. A tak lze aspoň přibližně načrtnouti si představu, jak povstali homoiothermové při vývoji tvorstva.

Ani typičtí poikilothermové nejsou bez jakési způsobivosti thermoregulační. Chlad tu vede ke ztuhnutí, až k úplné obrně (v. 11.) veškerého dění životního; avšak řada poikilothermů se brání ztuhnutí, zamrznutí tím, že při jisté nízké teplotě zvýší výrobu tepla čilými pohyby. Bylo to pozorováno u ryb, jichž voda zamrzá (Kochse m), u žab a j.; včely, jakmile teplota v úlu příliš klesá, probouzejí se ze zimního spánku a ohřívají sebe i nitro úlu prudkými pohyby, jmenovitě svalstva křídlového, podobně i brouci dle Kochse se stávají pohyblivými; dokonce i u pijavek bylo pozorováno, že při 0° u nich povstává neklid a tím se oddaluje promrznutí.

V teple bylo pozorováno, že u ryb při stoupání teploty od jisté meze se nezesiluje prudkost životního dění (a tudíž vznik tepla), nýbrž dostavuje se jeho omezení (Montuori).

U krokodilů (Krehl a Soetbeer) v teple vydává se kůže i plicemi daleko víc vody, a tedy zvětsují se ztráty tepla odpařováním (zvl. u srovnání s mrtvým zvířetem).

U ještěrek a želv bylo rovněž shledáno řízení ztrát tepelných odpařováním.

U pouštních ještěrů (na př. *Uromastix*, *Varanus*) dostavuje se, když teplota těla dostoupila  $39^{\circ}\text{C}$ , najednou prudká dýchavičnost, úplně shodná s thermickou polypnoií psa, o níž jsme jednali na str. 37: ze 70 až 80 dechů za minutu stoupne najednou frekvence na 180 až i 360 při otevřené tlamě, s jejíhož povrchu se odpařuje tolik vody, že tělová teplota plazů těch se sníží pod teplotu prostředí. Pozoruhodno je, že podnětem tohoto tepelného urychlení dechu je sálavý vliv slunce, neboť potmě anebo při zahalené hlavě se tato polypnoe neprovalí ani při  $42^{\circ}\text{C}$ , kdy už začíná život býti ohrožen; kápnutí studené vody na hlavu dýchavičného ještěra ihned dýchavičnost odstraní (Langlois).

Pouštní plaz *Uromastix* nejví sice této dýchavičnosti, ale při  $39^{\circ}\text{C}$  vlhne jeho sliznice ústní, takže vznikají odpařováním vody značné ztráty tepelné (snad též z plic; tento moment je tím zajímavější, že za obyčejné teploty tento plaz nejví vydává par vodních).

Zvláštní mechanismus vyznačuje tepelné hospodářství některých plazů a snad i jiných zvířat poikilothermních: výkon ústroje barvoměnného (chromatického). *Uromastix* na slunci temní až zčerná, což je velmi příznivo pohlcování záření slunečního; ale při  $41^{\circ}\text{C}$  náhle zbledne (neboť další přehřívání by ohrožovalo život), až i zbělá, čímž je zabráněno dalšímu hromadění tepla; vyhledává pak chládek, kde zase ztemní a v tomto stavu, vydává jen zvolna nastřádané teplo, po hodiny velmi čile, ba bujně si vede. Jde tu o pohybovou činnost (nervivem řízenou) barvivových buněk kožních (v. ještě odd. 12.).

Pro názor o vzniku homoiothermie mají ovšem větší význam zkušenosti získané na savcích a čnatých a zvláště ptakořitných. Jejich poměrně nízká tělová teplota, jakož i značné její kolísání dle změn teploty prostředí nasvědčuje tomu,

že tu ještě není thermoregulační ústroj, zvláště pak asi ústroj pro řízení ztrát tepelných dokonale vyvinut. Ptakopysk, zdá se, ani výrobu tepla nedovede ještě dobře ovládati. V chladu tito ssavci jsou velmi nízce temperovaní, na př. při  $20^{\circ}$  jen něco nad  $30^{\circ}$ , při klesání teploty prostředí pod  $20^{\circ}$  dokonce až i jen  $25^{\circ}$  C a p. Neméně tu vypovídá službu řízení tělové teploty při stoupání teploty prostředí: kožní cevstvo u ptakořitných jen částečně je ve službách thermoregulace; tepelná dýchavičnost a pocení prý jim rovněž schází (aspoň u ježury) — i pochopíme, že snad už při  $37\text{—}38^{\circ}$  C umírají. Thermoregulační aparát nervový sleduje u těchto ssavců kolísání vnější teploty ještě velmi nedokonale, takže, když teplota prostředí se mění mezi 4 a  $35^{\circ}$  C, kolísá tělová teplota ptakořitných v mezích až  $8^{\circ}$  C. Rovněž u ssavců vačnatých jsou oscilace tělové teploty ještě veliké. Ba dokonce i u některých hlodavců, a snad vůbec u t. zv. zimních spáčů (v. odd. 10.) nacházíme v kolísavé tělové teplotě známku nízkého vývoje o v é h o s t u p n ě t h e r m o r e g u l a c e.

Poněvadž zvl. ptakořitní ssavci ve mnohém tvoří přechod ku plazům (jmenovitě též tím, že snášejí vejce atd.), můžeme v nedokonalosti jejich thermoregulace spatřovati takřka zachovaný vývojový stupeň její. A je pozoruhodno, že také někteří n o v o r o z e n í p t á c i a s s a v c i chovají se podobně.

Mezi novorozenci ptáků a ssavců jsou ovšem značné rozdíly; novorozené kuře nebo morče chová se velice samostatně, živí se velmi snadno, i nevyžaduje tepelné ochrany rodičů. Naproti tomu novorození holubi, myši, králíci, štěňata, koťata atd. jsou tvorové bezmocní, kteří teprve po řadě dní jsou způsobilí k orientaci ve světě, a ještě později teprve i k samo-

statné výživě, jmenovitě však jsou tepelně zcela závislí na rodičích, bez jejichž ohřívání po krátkém neklidu (náběh k obraně: zvýšenou výrobou tepla!) vychládají na teplotu prostředí, aniž však hynou, i když jejich teplota tělová je hodně nízká (15 ba i pod 10° C).

Novorozenci druhé skupiny, vlastně poikilothermní, nabývají způsobilosti udržovati stálou vysokou teplotu tělovou teprve ponenáhlu. Skutečně prokázal P e m b r e y měřením výměny plynů u novorozených krys a myši a j., a naše pokusy nejen u výměny plynů, nýbrž i přímým měřením vydávaného tepla u králíků, že při klesání teploty prostředí nedovedou zesílit nitrotělovou výrobu tepla a omeziti ztráty jeho do okolí, nýbrž že jejich životní dění se oslabuje, jak postupně vychládají. Avšak v několika dnech počnou bojovati proti ochlazení tím, že prudce zesilují výrobu tepla; leč tento prostředek sám plně nestačí zabrániti podchlazení těla.

Lidští novorozenci lišívají se dosti značně co do způsobilosti ovládati tělovou teplotu: někteří se rodí už téměř s tak dokonalou thermoregulací, jako dospělý člověk, ale jiní mají příslušné nervové ústroje ještě nedosti vyvinuté\*) (teprve po narození počnou se jisté oddíly mozku, resp. jisté jeho dráhy nervové rychleji vyvíjeti), a tu jsme jmenovitě shledali, že mnohdy sice již mají dobrou regulaci „chemickou“, ale ještě nedokonalou „fysikální“: tomu odpovídá značná kolísavost tělové teploty a nezpůsobilost v lehkém obalu zameziti podchlazování těla. (Odtud potřeba chrániti novorozence před ztrátami tepla.) Lec-

---

\*) Ostatně bývá i svalstvo — hlavní vyrabitel tepla — u novorozenců nedostatečně vyvinuto, dále je často pod kůží málo tuku atd.



kdy pozoruje se mezi 2. (3.) a 4. (7.) dnem (zvl. u silných dětí) horečnaté zvýšení teploty, asi labilností thermoregulace podmíněné. Teprve v dalších dnech se zdokonalí „fysikální“ regulace, a tu pak se stane postupně „chemická“ regulace (aspoň za mírných vlivů chladu) i zbytečnou, ano řízení ztratí vystačí udržovati teplotu těla stálou. Celkem se zdá, že lepší jest u nich obrana proti přehřátí (dechem, potem) než proti podchlazení.

U novorozenců předčasně zrozených (v 8. měsíci) je nedokonalost thermoregulace pravidlem (ruku v ruce s neúplným vyvinutím nervstva), takže musí býti chováni ve skříních („couveusách“) uměle ohříváných přes  $30^{\circ}\text{C}$ ; nicméně, jak jsme zjistili pokusy dýchacími i teploměrnými (kalorimetrickými), lze sledovati u nich značné urychlení vývoje thermoregulace, patrně cvikem, ježž předčasné zrození má v zápětí.

Ostatně i u starších dětí jsou známy úchyvky v činnosti thermoregulačního ústroje: na různé vlivy reagují snadno stoupáním teploty, až horečnatým, při pohybech se přehřívají i nad  $38^{\circ}\text{C}$  a p.

U zárodků kuřat schází vůbec thermoregulace: až do konce 3. týdne chová se embryo jako poikilotherm, t. j. intensita životních pochodů klesá a stoupá s klesáním a stoupáním vnější teploty (P e m b r e y). Kuře se však líhne už s dokonalou chemickou a zvláště fysikální tepelnou regulací. U štěňat byla naměřena teplota  $22$  až  $27.5^{\circ}\text{C}$ , ale v 9 hodinách stoupla až i o  $10^{\circ}$ , 2. dne byla  $33$ — $35^{\circ}$ , 36. až  $42^{\circ}\text{C}$ , s kolísáními nepatrnými (C a v a z z a n i). — Mláďata vačnatých ssavců nacházejí ve vaku matčině mimo jiné též vhodně teplé prostředí, jež je chrání, nevyvinutá, před skřehnutím.

Na podkladě toho, co právě uvedeno, můžeme si představití vývoj homoiothermů z poikilothermů (předvěkých plazů) asi takto: zprvu šlo při klesající teplotě prostředí o zesilování výroby tepla, tak jak to pozpo-

rujeme už u některých dnešních poikilothermů a zvláště u poikilothermních novorozenců živočichů homoiothermních; ale teprve omezování ztráty tepla — podmíněné po jistou míru rozvojem peří a srsti, hlavně však dle nastalých potřeb pomocí vyličených prostředků, zmenšujících spád teplotový mezi kůží a vnějším prostředím — přineslo podstatný pokrok, jímž se zdařilo tělovou teplotu zvýšiti a zvýšenou udržovati. Současně se odehrál vývoj prostředků řídicích obranu těla proti přehřátí z vnějšku, jmenovitě odpařováním vody z hraničných ploch tělových (jak tomu jest i u některých dnešních poikilothermů): leč viděli jsme, že jen někteří ssavci, a i ti v míře poměrně omezené, jsou opatřeni tímto zařízením.

Zdá se podle novějších našich srovnávacích výzkumů, že vývoj poikilothermů v homoiothermy, předpokládající vznik zvláštních regulačních úkonů nervových, dál se ruku v ruce s jinými výkonnými převraty v ústředích nervových, zvláště s řízením pohybů dýchacích obsahem kyslíčnicku uhličitého v krvi. Organismy, jež se takto staly po velkou míru nezávislými na extrémních vlivech vnější teploty, ovládly v přírodě naší planety, a člověk vznikl z jejich kmene.

### 9. Zimní spánek ssavců.

Když se přiblíží zima, upadají jistí ssavci ve zvláštní stav ztuhlosti, kdy jejich těla vychládají téměř na teplotu prostředí, životní projevy úžasně se oslabují, dech a tep srdce zleňují a stávají sotva postřehnutelnými; výměna látková jest u nich nepatrná, takže na př. u sysla sklesne potřeba kyslíku i na osmdesátinu proti bdělému stavu (Mareš), i jest pochopitelné, že už Spallanzani viděl, kterak spící svišť žil 4 ho-

díny v ovzduší bez kyslíku a p.; výroba tepla činí u spícího sviště sotva 3 Kal. na 1 kg váhy za 24 hod. (N a g a i); cevstvo obvodové jest skoro bez krve, tlak krevní je nízký. Tělová teplota klesá u nich s teplotou prostředí mnohdy až blízko k 0°, avšak proti dalšímu ochlazení chrání tyto živočichy, jinak bezmocné, „probouzení“, jež se tu dostaví, jsouc podmíněno prudkým vývojem tepla, jak o tom ještě dále promluvíme; se stoupající teplotou teplota tělová stoupá, avšak přivodí se obyčejně záhy „probuzení“ ze spánku. Chovají se tedy „zimní spáči“ jako poikilothermové, a skutečně i jinak na tyto upomínají: tak na př. jich srdce vyňaté z těla tepe delší dobu, svaly trupové z těla vyříznuté jeví živost reakcemi pohybovými rovněž po delší dobu, podobně jako je tomu u orgánů zvířat poikilothermních; v zimním spánku snese zvíře dávky jedové mnohem vyšší než po probuzení atd.

K ssavcům, upadajícím v zimní spánek, náležejí ze zvířeny evropské netopýři, sysli, svišť, křeček, ježek, plch a j. Někteří jeví spánek zimní mělký a nevytrvalý, na př. ježek a ještě více křeček, kdežto sysel a netopýr spávají mnohdy i po měsíce v nejhlubším torporu (na př. svišť i 6—7 měsíců). Uvádí se, že též medvěd a j. ssavci usínají na zimu, leč nejde tu o pravý zimní spánek, nýbrž jen o periody omezených pohybů a takřka o prodloužení period obyčejného spánku. Ostatně jsou i u téhož druhu značné individuální rozdíly co do způsobilosti k zimnímu spánku; takže na př. někdy křeček nebo sysel usne už v září při 16° C, jiný však ani v zimě ne. Četní jedinci se ze zimního spánku vůbec neprobouzejí, hynou.

Nelze po tu dobu říci, zdali ssavci, upadající do zimního spánku, mají zvláštní charaktery thermoregulač-

ního ústroje, již za bdění patrné; někteří uvádějí, že tito ssavci vůbec mají nestálější tělovou teplotu, značněji kolísající za změn teploty prostředí, než tomu jest u jiných (Quincke; dle Merzbachera u netopýra i v obyčejném spánku je teplota těla zřetelně nižší, a p.). Objevení se spánku jest ovšem nepochybným důsledkem vrátkosti thermoregulačního ústroje, saisonou přivoděné.

Hlavní podmínky pro zimní spánek leží ve zvláštní celkové a zvláště nervové konstituci příslušných ssavců, kdežto zevní vlivy jsou spíše jen jeho budiči, a i po té stránce dosti problematickými. Na př. chlad je pouze jednou ze zevních podmínek, ale ani ne nezbytnou, neboť zimní spánek se dostavuje i za poměrně vyšších teplot, jestliže v organismu se vyvinou příslušné vnitřní momenty, a tak může zvíře „usnouti“ spánkem „zimním“ po případě i v letě (u madagaskarského tanreka (Centetes) a u afrických ježků vůbec se vyskytuje za období dešťů stav zimnímu spánku zcela podobný). Ztížený příjem potravy je též jen z okolností podřízených (nicméně Simpsonovi svišťové hojně v přírodě krmení neusnuli ani koncem prosince).

Pokud jde o vlastní mechanism, jímž se přivozuje zimní spánek, zdá se, že hromadění kysličníku uhličitého v těle (spolu za nedostatku kyslíku) je jeho článkem, ba Dubois prohlásil zimní spánek za autonarkosu kysličníkem uhličitým; leč vlastní příčiny nám posud unikají; spočívají asi ve zvláštních změnách životních pochodů vůbec, odvislých od poměrů ročních období, periodicky se opakujících. Hromadění tuku v těle (vykrmování na zimu), z něhož se pak kryjí potřeby životní ve spánku, náleží asi rovněž k zjevům této saisonně změněné výživy. Snad

i psychické momenty se uplatňují; aspoň procitnutí jistých instinktů (na př. hromadění zásob, z nichž při občasném probouzení zvíře se živí) je toho dokladem (ba někteří prohlásili zimní spánek za *autohypnózu*).

Klesání tělové teploty při *upadání* ve spánek je podmíněno jednak neomezováním ztrát tepelných, jednak omezením výroby tepla; tělová teplota klesá mnohdy i něco pod teplotu prostředí, následkem podchlazování těla odpařováním vody. *Probouzení* děje se zprvu hlavně zesílenou výrobou tepla, dále pak i omezováním ztrát. O mocné výrobě tepla svědčí zvláště napínání, až i křečovitě svalstva kosterního, chvění, třesení (v. odd. 3.); tělová teplota někdy velmi rychle stoupá: tak na př. byla v jistém pokuse *Horváthově* u sysla  $3^{\circ}\text{C}$  při  $2\cdot75^{\circ}$ , při  $10^{\circ}$  rychle stoupala na  $6\cdot1$ ,  $8\cdot3$ ,  $8\cdot9$ , při  $16^{\circ}$  už zvíře uleklo, majíc teplotu  $36^{\circ}$  v 10 minutách; stoupání tělové teploty o  $1^{\circ}$  trvalo při ohřívání z  $12$  na  $13^{\circ}$  11 minut, z  $13$  na  $16$  jen 7 minut, z  $16$  na  $24^{\circ}$  jen  $1\cdot8$  minuty,  $24$  na  $33^{\circ}$   $5\cdot3$  minuty.

Probouzení ze zimního spánku dostavuje se u normálního zvířete také přílišným chladem (ač je jinak, jak shledal *Simpson* u svišťů, na teplotě velmi nezávislé): zvíře nedá tělové teplotě klesnouti na  $0^{\circ}$ , nýbrž počne prudce vyráběti teplo a budí se. Tu vidíme velmi důležité regulační zařízení i v hlubokém zimním spánku. Ústřední nervstvo je stále pohotově, aby v nebezpečí zjednalo tělu nezbytné podmínky životní.

*Ekologický význam zimního spánku* leží na bílé dni: ve ztuhlém stavu po měsíce je výměna látek a tudíž i potřeba potravy u zimního spáče velice nepatrná, takže se zásobou tuku, v těle nastřádanou,

a po případě se zásobami, jež si v doupěti nahromadilo a z nichž se při občasném procitnutí živí, vystačí zvíře přes období nouze o potravu až do dob příznivějších.

## 10. *Horečka a jiné poruchy thermoregulace.*

Tělová teplota homoiotherma zachovává se velmi přesně na jisté, druhově, ba individuálně stálé výši; proti přehřátí z vnějšku i podchlazení bojuje tělo složitými, prostředky. Nicméně za některých podmínek dochází k přehřátí těla teplem v něm samém vyrobeným, i mluvíme o *teplotě horečnaté*, o *horečce*. Ta dostupuje u člověka v nebezpečných případech  $40^{\circ}\text{C}$ , ba i více (až i  $42^{\circ}$ , ba  $44^{\circ}\text{C}$ , kdy ovšem už naděje na uzdravení mizí); u ptáků, přiměřeně k celkově vyšší tělové teplotě, vyskytují se horečky i přes  $45^{\circ}\text{C}$

Zdá se, že horečnaté přehřátí těla může vznikati jak *nadměrnou výrobou* tepla při zesílených (ale ne přiměřeně zesílených) ztrátách, tak i nadměrnou výrobou při zmenšených ztrátách, ba snad i bez nadměrné produkce, ale následkem *příliš omezených ztrát* (tedy takřka horečka jen z „hromadění“ tepla).

Vznik horečnaté teploty ze zesílené výroby tepla bývá zvláště zřejmý při třesavkách (odd. 3. a 7.), kdy prudká činnost svalová vede k uvolnění množství tepla; rovněž horečky na počátku akutních nakažlivých nemocí vyznačují se zesílenou tvorbou tepla. Avšak v nejnápadnějších případech sotva přesahuje tato prudká výroba tepla o 50% výrobu normální, kdežto zdravý člověk bez velikých poruch tělové teploty a celkového zdravotního stavu snese zvýšení



produkce tepla i o 200%: očividně tedy vedle zvýšení výroby tepla účastní se v horečce i jiné momenty. Skutečně bylo shledáno, že zvláště při prudkém vzestupu horečnaté teploty jde o zmenšení výdeje tepla (zvláště vedením a zářením: kůže bledne, ba i chladne, v. odd. 7., takže to nemocný pocituje jako mrazení — a tím podnítí se třesavá činnost svalstva, spojená se zesílenou výrobou tepla). Na vrcholu horečky bývá však výdej tepla zvětšen, kůže rudne a zároveň se dostává pot, jenž po případě teplotu tělovou prudce sráží.

Vlastní podklad horečky leží v porušené thermoregulaci; porucha ta týká se hlavně mozkových ústrojů nervových: ne snad že by scházelo řízení teploty tělové, nýbrž thermoregulace zařídí se takřka na vyšší úroveň, nervstvo provede přehřátí těla a udržuje abnormně vysokou teplotu. Zvláště jisté jedy, vylučované bakteriemi nakažlivých chorob, otravují asi tyto ústřední aparáty thermoregulační. Jde tedy o tepelnou reakci organismu, často dokonce povahy hojivé, pokud teplota nedostupuje přílišné výše a nemá příliš dlouhého trvání (tu se tělo vyčerpává spotřebou „teplotvorných“ látek — leč hlavní moment poškození leží v otravném působení bakteriových jedů). — Horečnaté teploty mohou se vyvolati i vpravením na př. roztoků kuchyňské soli a j. přímo do krve a p.; dále ochuravěním mozku a vůbec nervstva, účastnícího se při řízení tělové teploty. —

„Zážeh“ je těžká porucha thermoregulace, přivolená prudkým působením zářivého tepla buď slunečního, nebo umělých zdrojů tepelných (pecí, hutí

atd.) na tělo a zvláště na hlavu, při čemž ovšem vedle ohřívání těla zvenčí uplatňuje se obvykle i ztížený výdej tepla z těla do okolí. Od zážehu (slunečního a p.) možno lišiti „ú p a l“, poruchu tepelného hospodářství těla, jež se dostavuje při vyšších teplotách vzduchu i bez přímého ozařování zdrojem tepelným, zvláště též následkem zvýšené výroby tepla uvnitř těla, při čemž je vydávání tepla do okolí ztíženo.

Typickým příkladem zážehu je z á ž e h s l u n e č n í, kde záření sluneční mění se v těle v teplo, netoliko na povrchu, nýbrž i uvnitř lebky, takže teplota těla a zvláště mozku prudce stoupá. Úpalem ochuravějí na př. vojáci na pochodů ve sražených řadách v dusném, teplém ovzduší (i bez slunce), v němž jsou ztráty tepla vedením, zářením i odpařováním značně omezeny. V obojím případě dochází k poruchám tepu, dechu atd., závratí i ztrátě vědomí, ba k smrti, při čemž při zážehu převládají příznaky dráždění (neklid až křeče, podrážděnost, úzkosti, halucinace až zuřivost, a smrt v deliriu nebo v apathii — u vyléčených může potrvati zvýšená dráždivost, nervosita a j.), při úpalu ochablost (deprese, zákal vědomí, tupost smyslů, spavost, zkrátka stavy apathické); kde při úpalu jde o smíšení se zážehem, objevují se i některé příznaky tohoto (H e l l p a c h). Poruchy mohou trvati i hodiny, ba dny po odstranění příčin a po návratu výroby tepla a ztrát tepelných k normě, právě následkem poruch v nervstvu vzniklých.\*)

Naproti h y p e r t h e r m i í m vyskytují se h y p o t h e r m i e, kde bývá tělová teplota někdy až nebezpečně snížena: tak zvláště v kollapsech\*\*), dostavujících se v horečnatých nemocech, po rozsáhlých úrazech, velkém krvácení, dlouhé narkose a p.; ale i bez kollapsu může trvati subnormální

---

\*) K obojím úkazům jsou různí jedinci a též jedinec dle svého zdravotního stavu různě disponováni (zvl. rekonvalescenti atd.). Návykem dá se vypěstiti značná vzdornost, zvláště k vlivu sálavého tepla (u topičů a p.)

\*\*) Kollaps = „sklesnutí“ nervových výkonů, zvláště tepu, dechu a j.

teplota na př. po infekčních nemocech, v otravě alkoholové\*) a j.

Silný vliv chladu vede k „mrznutí“, jež se může dostavit u homoiothermů i při tělové teplotě nad  $20^{\circ}\text{C}$  (v. odd. 11.); nezpůsoblost k pohybům, ochablost vůle, spavost, až obrna duševních činností je předzvěstí smrti.

## II.

### Pasivní tepelné vlastnosti organismů.

#### 11. *Vliv tepla a chladu na životní dění.*

Teplotou mění se průběh životních pochodů chemických podobně, jak tomu jest u chemického dění v přírodě neživé. Celkem tu platí pravidlo, že se děje životní při stoupání teploty o  $10^{\circ}\text{C}$  urychlují dvojnásobně až trojnásobně („zákon van t' Hoffův“ o urychlení reakcí teplotou). I lze naopak z toho, že různé složité projevy života, jako dýchání, pohybování, množení buněk, růst, vývoj zárodečný atd. se zrychlují při zvýšení teploty o  $10^{\circ}\text{C}$  dvojnásobně až trojnásobně ( $Q_{10}$  — t. j. kvocient urychlení na  $10^{\circ}\text{C}$  —  $= 2$  až  $3$ ) usuzovati, že jsou převážně podloženy dějstvím chemickým.

V posledních letech byla zjištěna platnost uvedené pravidla u nejrozmanitějších dějů životních, fyziologických v užším smyslu (trávení, dýchání, činnost svalová, zvl. tep srdce u bezobratlých i obrat-

---

\*) Alkohol a j. látky snižují teplotu tělovou, takže otrávený může „zmrznouti“ i v chladné letní noci.

lovců, i činnost nervová, jako rychlost vedení nervem, rytmus dechový a j.), tak u dění rostového a vůbec utvářecího (dělení buněčné, ryhování vajíček, růst na př. kudlanek, růst a vývoj ostnokožců, ryb\*), žab atd., regenerace, zrání a oplozování umělými vlivy a j.).

Míra urychlení různých životních pochodů jest ovšem různá; vždyť i chemické dění neústrojné různě se teplotou zrychluje, a třeba uvážiti, že i životní činnost, na prvý pohled nejjednodušší, je podložena organisovaným komplexem různých chemických pochodů: tu zajisté ten z komplexu, jenž nejvolněji se zrychluje, určuje výsledek celkového urychlení (resp. tlumí urychlení). Třebaže nelze z míry urychlení stoupající teplotou přesně souditi o povaze biochemického dění, lze aspoň všeobecně rozlišiti děje ty jako různé, kteréž se teplotou nestejně urychlují: tak na př. z toho, že urychlení dechu (u larev vážek) je v nedostatku kyslíku větší ( $Q_{10} = 2.2$ ) než v hojnosti kyslíku ( $Q_{10} = 1.8$ ), usoudili jsme, že dění nervové za dostatku kyslíku a bez něho se podstatně liší.

U každého životního děje lze stanovití teplotu, při níž probíhá (byť ne nejrychleji, tedy) nejvýhodněji, jako optimální. Od jisté maximální rychlosti životní dění při klesání teploty a zvláště při stoupání se zleňuje, až i zaráží (lze stanovití minimální teploty; optimum bývá daleko blíže maximu než minimu). Tu lze zvláště při nízkých a vysokých teplotách zjistiti značně úchylné kvocienty než v oblasti středních teplot (při nízkých teplotách bývá kvocient větší, při vysokých někdy nepatrný).

---

\*) Americký losos *Salmo fontinalis* vyklouzne z obalu vaječného při 10° C za 50 dní; vyvíjí-li se při teplotě o 1° vyšší nebo nižší, stane se tak o 10 dní dřív nebo později.

Chroust v jižních oblastech střední Evropy zkracuje svůj vývoj o rok až dva proti středním nebo severním; pulci některých žab v horách a též u nás v chladných letech nepromění se v žáby, nýbrž přezimují do příštího roku; arktičtí motýli žijí jako housenky i několik let; počet generací mšic, perlooček, motýlů a j. jest odvislý od teploty saisons nebo též podnebí; život jedinců různých bezobratlých mořských zvířat arktických je delší než v mírném nebo dokonce tropickém pásmu, takže je počet individuí ve fauně arktické u různých druhů větší (L o e b) a j. I nedlouho (na př. týden) trvající horečnatý stav matky zkrátí urychlením plodového vývoje těhotenství o týden a více.

Optimální teplota pro vývoj hlemýžďe *Limnaeus stagnalis* (plovatky) je dle S e m p e r a  $20^{\circ}\text{C}$ , kdy doroste ve 2 letech; při nižší teplotě zakrňuje, zůstává formou trpasličí, ale dospívá pohlavně, an vývoj pohlavních ústrojů má nižší optimum. I jiné případy nasvědčují různému chování jednotlivých soustav ústrojových. Všeobecně pak asi vývoj jednotlivců i různých druhů nebývá ani tak závislý na jistých s t u p n ě h t e p l o t y, jako snad spíše na celkovém množství t e p l a v průběhu roku i delších období časových v daném okrsku poskytovaného.

Jak nízké teploty, zvláště k  $0^{\circ}$  se blíží, tak i vyšší, zvláště k  $50^{\circ}\text{C}$  stoupající, zleňují, zarážejí, až i zastavují a ruší život, při čemž celkem nižší teploty jsou méně nebezpečné, dovolující po případě při zvýšení teploty návrat životních pochodů k normě, kdežto vysoké vedou mnohem spíše k neodčinitelným poruchám. Ovšem jsou ohromné rozdíly u různých organismů, po tu dobu jen nahodile zkoumané a co do své podstaty neosvětlené; namnoze, ale ne pravidelně, jde o vztah k poměrům teploty, ve kterých organism normálně žije, resp. ke kterým je přizpůsoben (v. odd. 13. a 15.): na př. vývoj pstružích vajíček počíná už něco málo nad  $0^{\circ}$ , vývoj vajíček kudlanek (P r z i b r a m) teprve od  $17^{\circ}\text{C}$ ; teplo-milné ryby z čeledi Cichlid (v akvariích oblíbené) hynou při 10 ba i  $12^{\circ}\text{C}$ . atd.

Meze teplot s projevy životními se snášejících jsou někdy velice úzké, jindy na podiv odlehle: mluví se v prvním případě o organismech stenothermních, ve druhém o eurythermních.

K stenothermním, jež snesou jen teploty v mezích několika málo stupňů kolísající, náleží zvláště mořští ústrojenci planktonoví z tropů (v golfském proudu: když se octne v arktické oblasti, zahyne spousta živočichů, jak pozorováno při pobřeží Špicberků a p.). Naproti nim jsou pobřežní mořské organismy v mírném pásmu (zvl. ústřice, plži a j.) způsobilé žítí, na př. dle výzkumů Pelseenerových, mezi — 2·6 a 31° C.

Zarážení, tlumení životního dění při klesající teplotě je podmíněno hlavně týměž momentem, jako oslabování chemického dění v neživé přírodě. Plazi, obojživelníci, hmyz atd. stávají se při teplotách k nule se blížících nehybnými, „uspávají se“, „tuhnou“, upadají v „lethargii“, v níž bez přijímání potravy i dlouhé měsíce prožijí, aby se při stoupání teploty „probouzeli“. Avšak vlastnosti těchto zkrehlých ústrojenců nelze vyložit pouze bezprostředním fyzikálním působením chladu na průběh životního dění, nýbrž třeba mnohdy, zvláště když jde o vliv dlouho trvajícího studeného období ročního, v pravidelném rytmu od nepaměti se dostavující, uznati i vznik zvláštních změn ve vnitřním ustrojení jejich živé hmoty (odtud také pochopíme na př., že upadají ve ztuhlost i v teplém pokoji, ba i při dostatku potravy, a že se „neprobouzejí“ tak snadno, i když jim vrátíme vyšší teplotu, jak by se mělo státi, když by šlo o pouhé tlumení životního dějství chladem, v. též u zimního spánku ssavčího v odd. 9.).

Chladem lze zarazit nejen na př. vývoj bakterií, a tak konservovati zmrzlé maso na dlouhé časy, chovati v chladírnách po měsíce vejce, zeleninu, brambory atd. neporušeny, nýbrž



lze i vývoj na př. kuřat ve vejcích zleniti, zvláště v časných stadiích: na př. vejce 6 hodin lihnutá mohou bez porušení 7 dní zastaviti vývoj, ba až 16 dní, ale pak bývají zárodky porušeny. — Ke konci lihnutí lze přerušit vývoj chladem asi jen na 24 hodin (K a e s t n e r).

Když teplota klesá pod nulu, začíná hroziti m r z n u t í tekutých součástí těla, krystalisace vody z roztoků atd.; leč právě tím, že šťávy tělové jsou roztoky solí a j., dostavuje se mrznutí až nějakou desítinu stupně nebo nějaký stupeň pod 0° (podobně mrzne na př. voda Atlantického oceánu při — 2·5° C). Velmi důležitě je, že v umělých pokusech, a jistě často i v přírodě, vyskytuje se p o d c h l a z e n í těl (hmyzích, žabích, hadích a j., i rozmanitých rostlin) pod bod mrznutí jejich tělových šťav (i — 10° C a níž, tak na př. žabí sval dá se podchladiti i na — 18° C, aniž zmrzne, zůstáváje tu po jistý čas vláčným, měkkým, průhledným, při mrznutí však ztverdne a stane se neprůhledným, K o d i s); dále bylo zjištěno (B a c h m e t ě v), že u hmyzu uměle podchlazeného částečným zmrznutím tělových šťav se při jistém „kritickém“ bodu vybaví něco tepla a tím se přivodí pojednou prudké stoupání tělové teploty až i o několik stupňů, až na bod mrznutí pro tato zvířata charakteristický, čímž se ovšem zdrží o něco všeobecné zmrznutí.

U rostlin při mrznutí tvoří se ledové krystalky v mezibuněčných prostorách, i rostou, ana voda z buněk se takřka „vytahuje“ ven, čímž buňka se scvrkává: odtud mnozí považují s m r t z m r z n u t í m u rostlin vlastně za podmíněnou „v y s c h n u t í m“; avšak tak tomu asi není všeobecně, nehledě k tomu, že nízké teploty mohou usmrtiti mnohé rostliny bez mrznutí, pravděpodobně rušivým (namnoze neodčinitelným) vlivem na ž i v o u p r o t o-

p l a s m u. Tak na př. hynou některé rostliny už při teplotách nad nulou (Episcia při 1 ba i 3·7° C), a podobně někteří živočichové (v. výše). Mezi různými organismy jsou značné rozdíly co do vzdornosti k mrazu, tak na př. brambory, boby a j. zajdou leckdy přes noc za mrazu — 2 až 3° C, kdežto kopřivy, starček a j. snesou i — 9° C, čemeřice i — 17° C atd. Částečně je vzdornost k mrazu podmíněna množstvím vody (vodnatější rostliny nebo části rostlin snáze mrznou), ale většinou jde o zvláštní povahu protoplasmy.

Avšak Pictetovi a j. podařilo se ochladiti ryby i na — 15° C, takže s ledem, v němž zamrzly, se daly rozbíjeti, a přece při volném roztání se zotavily (— 20° však je usmrtilo); žáby snesly i — 28°, vajíčka žabí i — 60° C; had odolal — 25°; hlemýždi se dali vzkřísiti i po několikadenním vlivu — 110 i — 120° C, vířníci a nálevníci po celodenním vystavení — 60°, ba někteří jedinci snesli až i — 90° C; konečně některá semena, jisté bakterie a někteří kořenonožci snesli i — 200° (v tekutém vzduchu), ba Macfayden zjistil i přežití kultur bakteriových po — 252° C.\* Tu jde nepochybně o zvláštní organizační podmínky.

Homoiothermové jsou svojí organizací nadmíru choulostivi k podchlazení těla i jen o nějaký stupeň pod vysokou normální teplotu, již si udržují; bojují proti jejímu snížení vydatnými prostředky (v. odd. 7. a 8.). Ale když přílišným chlazením teplota tělová sklesne asi na 30° C, počínají se stávatí tupými, spavými, při dalším klesání teploty

---

\*) Arrhenius, buduje svojí hypotézu o přenášení zárodků prostorami všehomíra s hvězdné soustavy na jinou (tlakem paprsků světelných atd.), mohl se opřít o tyto nálezy.

jeví porušenou hybnost, spád tlaku krevního, chabost svalstva (nemohou se udržeti na nohou atd.); při 20° C tělové teploty zvíře jen tu a tam jeví trhavý pohyb, tep srdce i dech mizí, a záhy následuje smrt. Očividně trpí především výkonnost ústředního nervstva. Nicméně bylo pozorováno, že se na př. kočka zotavila, neklesla-li její teplota pod 16° C (v konečnicku), opice i po 14° C; u člověka jsou známy případy zotavení až i z 24° C, ale ovšem mnohdy umírají lidé i při značně vyšších teplotách — na druhé straně zase jsou známy případy u duševně nemocných, kde po týdny byly měřeny teploty tělové pod 30° C. U novorozenců a kojenců je vzdornost k ochlazení daleko větší než u dospělých, jmenovitě u nedokonale vyvinuté homoiothermie (v. odd. 8.); tak na př. štěňata snesou ochlazení těla i na 5° C (o zimním spánku v. odd. 9.). Mnohdy třeba ke vzkříšení vychladlého těla zavést umělé dýchání.

V nové době byly vykonány pokusy s částečným prochlazením těla, tak na př. lze užítí chladu ke vzbuzení bezcitnosti (anaesthesie) okrsků kožních, ba i tenčích údů (k účelům místních operací: na př. rychlým odpařováním etheru a p.). Trendelenburg místním prochlazením páteře vyloučil pomíjivě vliv mozku na míchu za místem prochlazení, ba i vůbec vliv mozku, anebo místním chladem vyloučil libovolné části mozku nebo okrsky kůry mozkové, takže se zvířata chovala, jako by jim ony části ústředního nervstva řezem byly odstraněny (ovšem po včasném oteplení zase se jejich výkonnost vrátila); již teplota 14° C vzbuzená v daném oddílu nervstva utlumí u homoiothermů činnost nervovou.

O h ř á t í n a d 40°, z v l á š t ě a ž k 50° C porušuje organizaci živé hmoty velmi nebezpečně. U svalů obojživelníků a ryb na př. dochází už mezi 35 a 45° C ke srážení bílkovin (kdežto bílkoviny jiných útrojů ještě dosti odolávají). Ale i bez pa-

trných fyzikálních změn nastávají poruchy, mnohdy neodčinitelné. Vzdornost k vyšším teplotám roste namnoze s úbytkem vodnatosti: tak na př. vysušené spory bakterií snesou i 120 ba 130° C, vyschlá semena i 80° (zbožtnalá ani 50°), ba i vířníci, tardigradi a j. odolají po vyschnutí i 100° C, dle Lewitha i 120° C. Ale v podstatě jde o zvláštní povahu protoplasmy, odolává-li bacillus tuberkulosity 85°, bacillus senný i tříhodinovému varu, různé rostliny pozemní jen 30—45°, z nich však sukkulenty i 50 až 52°, řasy některé pak v horkých pramenech i 60° C.

Z poikilothermních obratlovců málokterý snese teplotu nad 40° C (pouštní plazi Varanus a Uromastix snesou i 50°, ale ochlazují se na 45° C, v. odd. 8); někteří bičíkovci snesou až 60°, housenka lysaje Deilephyla i 53°, ale mnozí se poškozuji už daleko nižšími teplotami: na př. někteří raci už 26° (Palaemon), ba mladí pstruzi už 10° (až 26°), vůbec většina ryb trpí mezi 30—32° C; obojživelníci ke 30° stávají se velmi neklidnými, ba dráždivost nervová zvyšuje se tak, že na zcela slabé podněty odpovídají prudkými křečovitými pohyby, ale pak následuje nevolnost, tupost, při 36—39° obrna, z níž je leda po krátkém vlivu této teploty možné zotavení. Homoiothermové snesou i 45° C, ba ptáci i víc (v. odd. 6.).

Nežli nastane usmrcení, objevuje se „obrna“ tepelná (mezi 40 a 50° C), z níž je ještě, netrvalí déle, možný návrat k normě.

U svalů dostavuje se „tepelná ztuhlost“, na př. u hnědého skokana mezi 35 a 39°, u zeleného mezi 38 a 42°, u želv mezi 42 a 52°, zlatých rybek mezi 37 a 40° C atd.; včasným návratem k normální teplotě je možné zotavení, jinak přejde stav ten ve

smrt. Někteří považují obrnu při vyšších teplotách se dostavující za druhotně způsobenou — nadměrným zesílením životního dění bez dostatečného zásobení kyslíkem, tedy za zjev dušení; leč ukázali jsme řadou pokusů, že jde o specifický účinek vysoké teploty, odlišitelný od současného dušení.

Vyšší teploty poškozují vývoj organismů, jak zjistili na př. D a r e s t e u zárodků kuřat, K i n g při vývoji ropuch a j.

Diathermii (t. j. vyhřátím těla uvnitř proudy střídavými vysoké frekvence) dá se zesílit o něco výměna látková (i urychlí se tep a poněkud i dech), podobně jako mírným zvýšením teploty jinou cestou.

## 12. Zmocňování se tepla.

Zesílení životních pochodů při stoupající teplotě tělové vede k prudkým, vydatným životním projevům; i lze pochopiti, že mnohé organismy snaží se z m o c n i t i s e t e p l a z e v n ě j š í c h z d r o j ů za tím cílem, aby svoje projevy životní učinily intenzivnějšími.

Zmínili jsme se už svrchu o tom, kterak změnou b a r v y k ů ž e Uromastix reguluje svoji tepelnou ekonomii (str. 45). Barvoměna je zvláště u plazů asi často ve službách hospodářství tepelného; u obojživelníků i jinde teplo budi sesvětlení (jako tma), chlad ztemnění kůže (jako světlo), takže tu je jistý vztah k řízení teploty tělové; ba nedávno F u c h s vyslovil mínění, že snad vůbec, dokonce i u vodních organismů slouží barvoměna řízení příjmu nebo výdaje tepla, avšak to je sotva pravděpodobno, zvláště u vodních zvířat, jež při poměrně velikém povrchu a ohromné tepelné kapacitě vody zajisté rychle vyrovnávají teplotu těla s prostředím (ostatně žijí

většinou v šeru, ba v temnu, mohou přehnouti do oblastí jiné teploty atd., B a u e r).

Ještěrky a vůbec mnozí plazi (ale i žáby, ryby a j.) vyhledávají sluncem ozařovaná místa, aby se vyhřáli, načež teplá jejich těla jsou způsobilá k prudkým pohybům, jež v ničem nezadají pohybům homoiothermů, vytápějících se vlastním teplem. Zabývali jsme se nedávno sluněním se u veliké brazilské ještěrky; ukázalo se tu, že není podnětem k tomu, aby se zvíře na slunci rozprostřelo, ani tak teplo ze slunce vyzařované, jako světlo, resp. postřeh slunce na obloze; ovšem jindy styk s vyhřátou podložkou (ba, jak jsme často viděli u plazů, i styk s bočními teplými předměty) budí zaujetí vyhřívací polohy.

Při tomto pohlcování zářivého tepla je důležitá jakost povrchu (netoliko jeho barva, o níž svrchu jsme se zmínili, nýbrž i hladkost resp. drsnost) a ovšem i velikost jeho, již se zvíře snaží zvětšiti zaujetím přiměřené polohy.

Neobyčejně důležitou podmínkou je teplo pro vývoj zárodku, jmenovitě ptačích: tu zahřívají rodiče vejce vlastním teplem. Rovněž mláďata ptačí, ba i ssavčí, rodící se nedostatečně vyvinutá a jmenovitě bez tepelné regulace (v. odd. 7. a 8.), vyžadují přílivu tepla zvenčí, a to z těla rodičského (po případě tepelné ochrany ve hnízdě, vystlaném peřím, srstí atd.) — U vajec plazích má podstatný význam teplo sluneční, i bývají matkou vejce ukládána tak, aby se využilo co nejvíce tepla sálavého i tepla vedením. Dokonce i žabí a j. vajíčka vyžadují k rychlému vývoji tepla, zvláště záření slunečního; a tu bylo zjištěno, že rosolové obaly jejich zcela zřetelně pomáhají koncentrovati tepelné paprsky, takže se naměří v chuchvalu vajíček až i o nějaký stupeň vyšší teplota než v okolní vodě.



Někteří mají za to, že se též světelná energie (povrchem různě zbarveným) zachycovaná využívá k prospěchu zárodků anebo i vyvinutých organismů, ana se proměňuje v energii tepelnou.

Ale i vnitřního tepla, ve vlastních tělech při životních činnostech povstávajícího, zmocnili se nejvýše organisovaní obratlovci, ptáci a ssavci, jak jsme poznali v oddílech jednavších o homoiothermii (odd. 6., 7.): zadržují teplo ve svých tělech, ohřívají se na teplotu obvykle značně vyšší než je teplota prostředí, udržují ji stálou, a tím rozdmychávají zároveň prudkost životního dění ve svých tělech. Osvojili se po značnou míru od teploty prostředí, jejímiž otroky jsou ústrojenci poikilothermní.

Význam této nezávislosti na teplotě prostředí leží převážně v ochraně proti chladu až i mrazu, jímž by byl život buď ohrožen anebo aspoň utlumen ve stav úplné tuposti, nehybnosti. Člověk, ssavci a ptáci zachovávají si stálou pohotovost k reakcím na vlivy vnějšího světa, a zároveň jsou jejich reakce přesné a rychlé, jak je to právě jen možno při prudkém životním dějství celkovém, a jak to postřehujeme mezi poikilothermy leda u vyhřátých plazů a hmyzů.

Zároveň, jak je zřejmo, umožňuje se tím, že homoiothermové i v zimě jeví nezmenšenou životnost, nepřetržitá souvislost duševního života: i můžeme s Rubnerem uznati, že rozvoj ústrojenstva ve tvary nejvyšší, svět ovládající, udáti se mohl právě jen na podkladě homoiothermie.

Ovšem je tento prospěch — odolávání ochrnujícím nízkým teplotám, a plné životnosti vůči vnějšímu světu — vykoupen značnými obětmi. Jen luxu s ní

výměnou látkovou umožní se tu stálá vyšší teplota; ale marnotratnost energetických proměn je tu zase právě touto stálou vysokou teplotou umožněna, neboť živočich, schopný v každém okamžiku prudkých a přesných pohybů, zmocní se potravy v dostatku, i za poměrů jinak nepříznivých.

**O b r a n a p r o t i v y s o k ý m t e p l o t á m**  
tělo ohrožujícím dosahuje u některých homoiothermů rovněž míry pozoruhodné, třebaže celkem zůstává za způsobilostí k boji proti chladu. Člověk, jehož organismus je nadán zvláště přesně pracující thermoregulací, mohl se tedy rozšířiti po celé planetě, od horkých tropů až do ledových plání arktických, a ovládnouti neživou, ba i ostatní živou přírodu.

### 13. *Přizpůsobenost k výstředním teplotám.*

Jistá vyšší teplota nad nulou, zvláště mezi  $20^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  C ( $10^{\circ}$  a  $35^{\circ}$ ) je pro velikou většinu životních pochodů u převážné většiny organismů nejpríznivější, kdežto s klesáním jejím, zvláště k nule, se životní dějství oslabuje i zaráží, při stoupání nad  $40^{\circ}$  C pak většinou rychle a neodčinitelně se porušuje.

Avšak schopnost vzdorovati jednak nízkým, jednak i vysokým teplotám jeví v řadě ústrojenstva ohromné různosti, jmenovitě u vztahu k p ř i z p ů s o b e n í, tak, že organismy uvyklé životu v nízkých teplotách odolávají velmi značnému chladu, naopak organismy žijící v teple snášejí i extrémně vysoké teploty, kdežto jsou ony k teplu, tyto k chladu málo vzdorny\*); nicméně shledáváme pozoruhodné výjimky (viz odd. 11.).

---

\*) Illemýžď v horkých pramenech abanských při  $44^{\circ}$  žijící (*Hydrobia aponensis*) jeví obrnu pod  $7.5^{\circ}$  a nad  $52.5^{\circ}$ , hyne při  $-1$  a  $60^{\circ}$  C (v. M a r t e n s).

Organismy, přizpůsobené k životu v chladu, označujeme jako „psychrofilní“.

Sem náleží zvláště rostliny a zvířata arktických moří, jakož i ústrojenstvo hlubokomořské vůbec (neboť ve velikých hloubkách všech moří blíží se teplota nule), zvláště koryši (raci, krabi a j.), hlavonožci, ryby žralokovité i kostnaté (při vyndávání z hlubin trpí do veliké míry následkem ohřátí na nezvyklou teplotu). Ale i náš rak nesnáší teploty nad 23° C, rovněž pstruzi (15° C, ba vajíčka až jen 7° C) a jiní obyvatelé rychle tekoucích vod, zvláště horských bystřin, pramenů a p. (různé ploštěnky, larvy hmyzu, hlemýždi a j. — horní tok řek mívá značně rozdílné obyvatelstvo od dolního), dále obyvatelé podzemních jeskyň. Z pozemního živočišstva žije některý hmyz i na sněžích a ledovcích („sněžná blecha“ *Degeeria nivalis*, ledovcová *Desaria glacialis*; moucha *Chionea araneoides*; larvy páteříčka *Telephorus fuscus* se objevují někdy ve spoustách na sněhu horském jako „sněhoví červi“, komár *Trichocera* a j. létají v zimě); i ptactvo a ssavectvo má četné arktické představitele.

Naproti tomu jsou „thermofilní“ ústrojenci zařízení na poměrně vysoké teploty prostředí.

Tak korály jsou omezeny na tropy a subtropické oblasti, vůbec nesnášejíce teplot pod 25° C, a nescupují do hloubek pod 100 m (na západních březích pevnin, kde narážejí chladné proudy, se nevyskytují); na tropická moře jsou omezeni slimyši, žebrnatky, někteří pláštěnci a měkkýši; ze sladkovodních jsou *Ampullarie* mezi měkkýši, *Cichlidy* mezi rybami typicky teplomilné, z pozemních různí plazi, žáby, krabi, sklipkani a j., jakož i někteří ptáci a ssavci. Zvláště vynikají ústrojenci teplých zřidel (termální flora a fauna), od řas, prvoků, vírníků a j. až k rybám. \*) Bakterie termofilní vyrábějí si samy (v. odd. 5.) vysokou teplotu prostředí, jež je podmínkou jejich vegetace, která při 30° ba již i při 50° C se zaráží. Anebo (jako *Bacillus tuberkulosus*) vyhledávají si homoiothermní živočichy, v jejichž teplých tělech cizopasí.

\*) Někteří prvoci žijí až při 54° (*Pelomyxa*), vírníci (*Philodina*) 46°, ba i brouci (na př. *Bidessus*, *Laccobius*) 40°, larva mouchy *Stratiomys* v Coloradu 69° (*Griffith*), hlemýždi (*Bythinia thermalis*) až i 53°, z ryb *Leuciscus atrarius* 30° a j.; řasy i při 60° C (ba *Oscillarie* i při 98° C dle *Hookera* na Islandě).

Přizpůsobenost homoiothermů a zvláště různých ras lidských k různým podnebím resp. teplotám klimatickým jest obecně známá skutečnost, jež je však vědecky málo prozkoumána; ba neznáme ani fyziologického významu na př. různých anthropologických charakterů ras lidských. Pokud jde o podstatné složky thermoregulačního ústroje, nebyly po tu dobu mezi bělochem a černochem (i ostatními rasami) shledány význačné rozdíly. Způsobilst, udržovati stálou teplotu tělovou (u člověka zvláště znamenitá), je jaksi štítem proti uplatnění se bezprostředních vlivů tepla a chladu v jeho organismu. Bylo by tedy vlastní činitele přizpůsobenosti ras lidských k různým teplotám klimatickým hledati jmenovitě ve výživě, jíž je podloženo teplotvorné dějství těla, snad i v úchylné organisaci nervstva a vůbec v celkové konstituci. (Viz ještě v odd. 15.)

#### 14. *Vnímání tepla a chladu; smysly tepelné.*

Organismy jsou asi vesměs čivy k vlivům tepla a chladu, třebaže jen některé nápadněji vnímavost tu projevují zřetelnými reakcemi, jmenovitě pohybem nebo růstem směrem ke vlivu nebo od vlivu teploty úchylné od teploty těla, resp. jeho povrchu. Pojednáme podrobněji o tomto vnímání podnětů tepelných, výslovně odlišující úkazy ty od prostého urychlování životních pochodů teplem a zleňování chladem, kteréžto zjevy jsou i neústrojným dějům chemickým vlastní. Vněmy tepla, chladu (podobně i světla, tmy, tlaku atd.) projevují se reakcemi živých těl na akce vnějšího světa, a to jednak reakcemi o b j e k t i v n í m i (pohybováním a j.), jednak reakcemi s u b j e k t i v n í m i, pocity, při vlivech te-

peelných tedy pocity tepla nebo chladu. Jsouce čivy k různostem vlastní (hlavně povrchové) teploty vůči teplotám prostředí, v němž žijí, tedy k přecházení tepla do těla anebo vycházení tepla z těla, orientují se živé bytosti ve světě dle těchto vnějších podmínek tepelných a dle svých niterných potřeb.

Nejlépe jsme zpraveni o vlastním, lidském vnímání tepelných podnětů, jež je velmi dokonale vyvinuto v t. zv. smyslu tepelném a chladovém. Pocity tepla a chladu jakožto subjektivní reakce budí se obzvláště s ploch kožních, a liší se naprosto od pocitů tlakových a j.; také dutina ústní, nosní, hltanová, částečně i hrtan a jícen (ba i žaludek) jeví citlivost ke změnám teploty. Za normálních podmínek obnažené i šatem kryté oblasti kůže nedávají ani pocitů tepla ani chladu, i když mají navzájem různé teploty: mluvíme o tom, že mají „indiferentní (nebo adekvátní) teploty“. Z daného okresu kožního vzbudí se pocit chladu, když se teplo s jistou rychlostí do okolí vydává, anebo pocit tepla, když teplo z okolí do kůže vchází; tak se děje také, když se vrstva vzduchu s daným okrskem kůže sousedící nahradí na př. vodou, mající daleko větší kapacitu tepelnou, byť voda ta byla stejné teploty jako vzduch. \*)

Pocity chladu a tepla jsou zcela typicky, ovšem nevyličitelně odlišné; uvážíme-li k tomu, jak dále uvedeme, že se budí z odlišných „bodů“ kožních, a že chorobami nebo zraněními nervstva nezávisle na sobě

---

\*) Čím má hmota s koží se stýkající větší kapacitu tepelnou, vodivost a massu, tím význačnější pocity se budí. — Ale i z nitra kůže se mohou čidla tepelná podrážditi, když do kůže před tím ochlazené přilrne se následně rozšířenými cévami teplá krev z nitra těla.

mohou trpěti, lze právem mluvit o dvojím odlišném smyslu, chladovém a tepelném.

Chladově citlivý je zvláště pás ve středu trupu, nejméně pak vlasový okres hlavy a ploska nohy; dolní končetiny a hroty prstů jsou málo tepelně citlivy, trup je citlivější než končetiny, vnitřní povrchy těchto jemněji než zevní; končetiny jsou od prstů k trupu stále citlivější. Na větších okrscích postřehne se už  $1^{\circ}$ , ba i  $0\cdot2^{\circ}$  C nižší teplota, než kožní, jako chlad, o  $0\cdot2$ — $0\cdot25^{\circ}$  C vyšší jako teplo. Chladným hrotem kovovým budí se na př. u hřbetu levé ruky zastuzení jen na jistých bodech, zvaných „b o d y c h l a d o v ý m i“, teplým hrotem zase pocit vlahého tepla (méně „ostrý“) z „b o d ů t e p e l n ý c h“. Vyhledáme-li a označíme-li si barvou tyto body, shledáme je pro vždy stálými: v těch místech leží nervová čidla chladová a tepelná, a to chladová povrchněji, tepelná hlouběji. U dospělého člověka připadá na  $1\text{ cm}^2$  kůže 12 až 13 (6 až 23) bodů chladových (celkem čtvrt až půl milionu), 0 až 3 tepelné (celkem asi 30000); snadno lze nalézt i plochy  $1\text{ om}^2$  bez bodů tepelných i chladových (tepelně a chladově anestetické). Na rohovce a kraji spojivky oční budí se jen pocity chladové.

Mnoho záleží na rozsahu drážděné plochy kožní. Prst ponořený do vody  $17^{\circ}$  dává pocit menšího chladu než celá ruka v  $19^{\circ}$  C, ruka v  $37^{\circ}$  pocit většího tepla než prst v  $40^{\circ}$  C. Chlad působící na větší plochu kožní vzbudí pocit „zamrazení“, nelibý, podmíněný objevením „husí kůže“ (smrštěním svalů kožních, k váčkům vlasovým se upínajících) ze zvratného podráždění nervového. Zvláště se budí pocity tepelné a chladové rychlou změnou teploty, kdežto velmi volná, byť rozsáhlá, může projít bez



postřehnuti. Pobude-li kůže, citící chlad, chvíli ve styku s chladícím předmětem, přestane cítiti chlad; podobně je s teplem: nastává při způsobení, adaptace, v důsledku tepelné rovnováhy mezi kůží a okolím. Vložíme-li prsty obou rukou do vody 30°, pociťuje levá ruka, po chvíli do 25° vložená, chlad, pravá v 35° teplo; na to obě ruce ponenáhlu přestanou cítiti chlad i teplo; vrátíme-li je do nádoby 30°, cítí levá teplo, pravá chlad. Svlečeme-li šaty v prostoru, kde jsme neměli pocitů chladu ani tepla, cítí obnažené tělo nejrozličnější pocity chladu na různých okresech. Způsobilstvo ke přizpůsobení je různá: „šířka“ adaptace dostupuje až i 28°: prst může si zvyknout i na 11° (takže při 12° pociťuje teplo) a na druhé straně i na 39° (takže při 38° pociťuje chlad); stehenní kůže však se přizpůsobuje toliko v mezích 2° (mezi 28 a 30° C).

Tepelné i chladové body dají se podrážditi též i na dek vatními podněty: na př. tlakem mírně tuhé štětiny lze z chladových bodů buditi pocity chladu, z tepelných tepla; podobně elektrickými proudy indukovanými, anebo chemickými (na př. v ústech mentholem a j.). Ba hrotem kovového válce ohřátým na 70—100° lze z chladového bodu vzbuditi („paradoxní“) pocit chladu; tu lze i vodou 45°, ba u kůže ochlazené na 10° už 35° vyvolati zastuzení (a pak teprve pocit tepla, v souhlase s tím, že chladová čidla, povrchněji v kůži uložena, se dříve teplem podráždí než tepelná: po vskočení do horké lázně pocítíme předem zamrazení). Dle Alrutze pocity „horka“ jsou zvláštní pocity, vznikající současným podrážděním tepelných i chladových čidel (na př. kovem 42° při zevním koutku očním). —

Čidla chladová a tepelná v kůži mají velmi těsný, ale po tu dobu podrobněji nezkoumaný vztah k řízení tělové teploty (v. odd. 7.). Jestliže se člověku v hypnóze vsuggeruje necitlivost k chladu, dostavuje se záhy, následkem porušeného vlivu příslušných ústrojů nervových, klesání tělové teploty (Mareš a Hellich). Zajisté i bez vědomých pocitů chladových nebo tepelných řídí tyto čivé smyslové ústroje výkony složitého thermoregulačního aparátu mozkového, jímž se upravuje celková stálost tělové teploty.

Chlad působivá osvěživě, zvl. při lokálním vlivu nebo krátkém celkovém, jmenovitě po pobytu v horku, při únavě, rozmrzelosti atd. Ale silnější nebo déle trvající se nesnáší, působí mrazení (v. výše), nezpůsobilost k duševní činnosti, neklid (a pohyby mířící k zesílené výrobě tepla).

Zářivé teplo budí blahobytné stavy duševní, až i city rozkoše (sluneční lázně!), avšak při silnějším působení druzí se, patrně už přehřátím podmíněné stavy nevolnosti, podráždění, až i úzkosti (o zářehu v. odd. 10.); podobně působí i teplo vedením sdílené, pokud se udržuje rovnováha mezi vznikem tepla a ztrátami: nahý člověk má ve stínu a v bezvětrí asi mezi 32° a 33° C (Rubner, Dalmady) pocit „flegmatické libosti“. Hlava vyžaduje si větší příležitosti ke ztracení tepla než ostatní tělo (římské lázně). Optimum pro duševní činnost je značně níže než pro „dolce far niente“, pro spaní ještě níže, zvláště pro hlavu (Hellpach).

### *15. Reaktivnost organismů k teplu i chladu, a přizpůsobivost.*

Z objektivních reakcí ústrojenců na vlivy tepla i chladu uvedli jsme již mnohé v oddílech o řízení tělové teploty, zvláště u homeiothermů (odd. 7. až 10.). Jde tu převážně o reakce zprostředkované nervstvem, o reflexní (zvratné) děje, kde podráždění, jmenovitě v čidlech kožních (odd. 14.) chladem nebo teplem vzbuzené, vede se dostředivými drahami do ústředí

nervového (mozku), odkud se potom po odstředivých drahách vyvolá pohybová a teplotvorná činnost svalstva, smršťování nebo rozšiřování cévstva, vyměšování potu, zrychlení dechu, choulení těla nebo naopak roztahování atd.

Ale i bez prostředním působením chladu nebo tepla mohou se vzbuditi reakce na př. cév kožních nebo hladkého svalstva kožního, zcela místně, dle omezeného působení vlivů vnějších.

Zvláštní pozornost bývá věnována celkovým pohybům živých bytostí, volně pohyblivých, kde se ústrojenec ubírá buď směrem ke zřídlu tepelnému nebo pryč od něho, z prostředí chladnějšího do oblasti teplejší nebo naopak: u nižších živočichů, ale i u volně pohyblivých rostlin (bakterií a j.) nebo rozmnožovacích útvarů rostlinných (rejdivých výtrusů a j.) mluví se o *thermotaxi* (positivní nebo negativní, dle toho, zda jde o pohyb k místu vyšší anebo nižší teploty). Tak plasmodia myxomycetů (na př. u *Fuligo* a j.) proudí po vlhkém pijavém papíře, jehož jeden konec je ponořen do chladné, druhý do teplé vody, směrem k teplé (až do 33°), jeví tedy pozitivní *thermotaxi* (ale rozdíl teplot musí býti asi 10°), při vyšší teplotě k chladné vodě (negativní *thermotaxe*). Též bičíkovci, amoeby, nálevníci vyhledávají teplo (*Paramecium* do 24°, amoeby i do 35° C, pak se odpuzují); také červi, korýši, hmyz (švábi a j.), ryby, čolci a j. reagují pohybem na teplo.\*) Někteří tu liší

---

\*) Mouchy vyhledávají teplé místnosti; asi i vyhledávání úkrytů hmyzem na zimu sem náleží (samičky vos, čmeláků a j.); po jistou míru je snad i stěhování zvířat do teplejších oblastí vybaveno podněty tepelnými nebo chladovými. — Neklid homoiothermů, buzený chladem (odd. 8.), ba i neklid pijavek a zimních spáčů při 0° (odd. 9.), dokonce i nálevníků (*Stylonychia*) při ochlazování jen letmo vytýkáme.

reakci na sálavé teplo (podobně jako na paprsky světelné) a na teplo vedené.

Z pohybových reakcí zvířat bylo by lze uvést též stavení křídel kolmo k paprskům slunečním u motýlů při mírné intenzitě, sklápění nebo srážení při vysoké (R á d l). Také reakce, mířící k vyhřívání (zvětšení ploch tělových, vystavení jich kolmo k dopadu slunečního svitu a p.) na slunci, ale i ke styku s teplými předměty sem náleží (odd. 12.).

Thermotropismem se označují rostové jevy směrové, na př. růst stonků nebo kořínků klíčících rostlinek k mírnému teplu nebo od chladu. Thermo nastiem i zovou se zakřivovací úkazy vzbuzené teplem na př. u tykadel rosnatky (*Drosera*), úponek, listů (na př. lístky *Phaseolus* a *Robinia* při mírném ohřátí se zdvíhají, lístky *Acacia* a *Mimosa* se prostírají, *Jost*) a květů (zvláště *Crocus* a *Tulipa* otvírají květy při ohřátí, zavírají při ochlazení, odtud rozvírání dopoledne, zavírání k večeru). Pfeffer pozoroval u šafránu po přenesení z místnosti 12° do 22° C už ve 3 minutách plné rozevření květů, jež je rychlejší po déle trvajícím uzavření, tupější krátce po zavření (ba květy šťavelu a složnokvětých brzo po uzavření na teplo nereagují). Reakce květů na teplo budí se už rozdíltem teploty 0.5° C; silné ohřátí (o 10°) přivodí rozevření přes míru, načež se květ zvolna o něco vrátí zpět.

Avšak i mnohé jako stně utvářecí reakce, vedoucí k tvarové změně organismů, ba dokonce i ke změnám postupných generací a tudíž ke změně v nové odrůdy nebo rasy atd., dají se pokusně zjistiti, a tak lze také potom vykládati si i vznik úchylně staveného tvorstva v podnebí teplém a chladném (kde ovšem vedle teploty uplatňují se i jiní činitelé, jako vlhkost, světlo a j.).

Zvláště nápadné jsou změny barev. Celkem vznikají v teple barvy jasnější, zářivější, skvělejší, u motýlů jmenovitě červené, žluté, kdežto modré a černé ustupují; u baboček přibývá chladem tmavého barviva a zářivost barev se tím kalí, černé pruhy a skvrny i vůbec kresba stává se určitější; naše Vanessa levana má v jarní a letní generaci tak různý šat, že byly oba tvary popsány jako různé druhy, až pokusně byly uměle vyvolány. Podobně u tropických motýlů lišívají se nadmíru tvary období suchého a dešťového; také tvary rovinné a horské podobně se odlišují (alpští motýli jsou tmavší). Tak byly i umělým vlivem chladu nebo tepla vytvořeny nejen přírodní nahodilé „aberrace“, nýbrž i tvary zcela nové (Weismann, Fischer, Standfuss, Merrifield a j.); ba i u jihoamerického ptáka Scardafella mohla býti uměle vyvolána při opěťovaném pelichání zbarvení význačná pro oba tvary po tu dobu popsané jako různé druhy, ba později dokonce tvary po tu dobu zcela neznámé (Beebe). Podobně se mají poměry s melanotickými tvary hadů a ještěrek (horští hadi jsou vlivem chladu tmaví, ještěrky jižních ostrovů, vystavených horku, rovněž mají tmavé roucho — ovšem v obou případech účastní se i vliv vlhkosti, světla a p.). Rovněž u brouků a j. shledány podobné poměry.

U prvoků, vírníků, perlooček a j. popsány byly v přírodě a potom uměle vypěstovány tepelné a chladové typy, hlavně velikostí, tvarem (délkou výčnělků atd.) odlišné.\*)

---

\*) Jako zvláštní skupina tvarových změn teplotou buzených uvádívají se „thermomorfosy“, jako: když řasa *Stigeoclonium*, v teple nitkovitá, v chladu roste v útvary plošně rozestřené (tvar *Palmelly*), nebo když bramborová odrůda „marjolin“ tvoří nad 25° z oček olstěné prýty, pod 7° C hlízky, nebo když stulík pod 12° C nemá plovoucích listů atd.

Snad i bezkřídlost některých dvojkřídých, dále samiček istých motýlů a j. má vztah k vlivu chladu. Také velikost na př. hydroidních polypů *Tubularia*, dosahujících v Norvěžsku ohromných rozměrů proti tropickým, dále arktických medus, červů, ascidií, jakož i hlubokomořských organismů různých skupin a p. je podmíněna chladem; také pozemní zvířena chladných pásem jeví větší tvary, v tropech menší, srovnáváme-li zástupce jisté skupiny.

Zvláštní pozornost zaslouží vývoj srsti a její u vztahu k teplotě, aniž jde pouze o poměry takové, že by obyvatelstvo arktické bylo opatřeno mohutnějším rouchem než tropické, jež bývá i holé; neboť v tropických pralesech žijí opice, polo-opice, veverky a j. s velmi hustým i nesmáčitelným kožichem, jakožto ochranou před deště a tedy ochlazením. U ssavců mírného podnebí střídá se roucho zimní a letní. Tu se uplatňují vedle zděděných charakterů\*) i reakce na vlivy teploty: tak na př. tropičtí kopytníci a dravci dostanou v Evropě hladkou, lesklou, dlouhou srst\*\*); bezpochyby že jde o všeobecnou způsobilost ssavců, reagovati na chlad vývojem „zimního“ roucha. Voit a Hosslin rozdělili štěňata téhož vrhu na dvě skupiny, z nichž jednu chovali v suchém studeném ovzduší, druhou v 30° a vlhku; ona vyvinula jemnou vlnitou srst, tato silné chlupy.

Na poměrech teploty závisejí dokonce i z p ů s o b y r o z m n o ŝ o v á n í, na př. vegetování bakterií a řas, a tvorba výtrusů; pšenice v tropickém Mexiku množí se jen vegetativně, nekvetouc atd. Dále se zdá rodozměna a zvláště heterogonie býti odvislou od teploty: mšice se množí v letě parthenogeneticky, na podzim pohlavně, podobně perloočky a j.; ale vlivem trvalé teploty se dá u některých organismů cyklus generací změnit: tak na př. *Aphis rosae* v stále teplém skleníku za

\*) Na př. alpský zajíc mění roucho dokonce, i když je trvale chován v teplé stáji. Snad teprve po generacích by upustil od této vlastnosti.

\*\*) Hagenbeck pozoroval už před desítkami lety, že žirafy se v Evropě oděly dvojnásob dlouhou srstí. Jaguáři dostanou zimní kožich; dokonce i u slonů je zřetelně podnícen vývoj chlupů. Pštrosi vyvíjejí neobyčejně dlouhá a silná pera s hustým chmýřím. Vhodně zařízené suché úkryty a j. umožňují, že nejružnější tropická zvířata, dokonce i jinak choulavé opice daly se přes zimu chovati v přírodě bez poškození, ba k svému prospěchu, aniž se „nachladily“.



4 léta dala nepřetržitě k 50 generacím; pohlavní a nepohlavní množení nezmara, jistých červů, snad i určení pohlaví u některých zvířat má vztah k teplotě. U obojživelníků (*Salamandra*, *Proteus*), u plazů (*Lacerta*), kteří v chladném prostředí chovají mláďata až do pokročilejších stadií vývojových v sobě, nastává v teple návrat k vejcorodosti, čímž se zároveň zvyšuje počet zárodků. Tu všude ovšem asi nejde o bezprostřední vliv teploty, nýbrž zprostředkovaný změnami výměny látkové. Rovněž periodika životních jevů, u tvorstva mírného podnebí dle ročních období tak význačná, aspoň někde do valné míry je podmíněna teplotou: v tropech mizí periodičnost rozplozování, změny srsti a peří a j., rovněž u hlubokomořských a jeskynních živočichů, žijících ve stálých poměrech teplotových, zmizela periodičnost životních jevů po značnou míru. Jmenovitě též klidová stadia, zimou podmíněná, se vypouštějí z cyklu vývojového, a generace sledují nepřetržitě a rychle za sebou.

Z klidových stadií (spory, cysty, semena atd.) dle některých i kukla (brouků, motýlů a j.) byla vyvolána převážně vlivem studených období ročních, takže v krajích se stálou příznivou teplotou vznikala hmyz s volnou postupnou proměnou (hemimetabolní), kdežto hmyz s proměnou náhlou (holometabolní) by byl produktem přizpůsobení k chladu (*H a n d l i r s c h*).

Pokusným výzkumy se ukázalo, že změny, vzbuzené mimo jiné též tepelnými vlivy, mohou býti tak hluboké, že se objeví nejen u jedince, jenž vlivům těm byl vysazen, nýbrž i dědičně. Kukla, vystavená nějaký čas zimě nebo teplu, dá odchýlně barveného, i jinak změnčeného motýla, ale i jeho potomstvo může nésti jisté úchylinky. Ba dočasným působením na jisté vývojové stadium jedince mohou se vyvolati i úchylinky po řadu generací, byť už zase v normálních poměrech se vyvíjejících: tak *T o w e r* dostal od „bramborového“ brouka *Leptinotarsa decemlineata* v suchém teplu 35° C pobývšího postupné generace značně změněné; *K a m m e r e r* vyvolal u mloků i žab dědičné změny jistých vlastností (na př. u ropušky porodní, *Alytes obstetricans*,

v záp. Evropě žijící: sameček ovíjí si šňůrky vajíček do vody snášených kol zadních končetin a nosí je tak až do pokročilého vývoje mláďat — ale v teple obaly vajíček ztrácejí lepkavost, sameček si jich šňůr neovíjí na tělo, a tato změna instinktu objeví se i u potomstva).

Také p ř i v y k n u t í květeny a zvířeny k arktickým teplotám a naopak zase k horkým pramenům, jak je v přírodě konstatujeme, bylo již s úspěchem p o k u s n ě zkoumáno. U bakterií na př. lze znenáhla snížit minimum teploty, s životem se snášející, u bakterií sněti slezinné (anthrax) ze  $14^{\circ}$  (ev.  $12^{\circ}$ ) na  $10^{\circ}$  C, u *Bacterium fluorescens* lze maximum zvýšiti z  $35^{\circ}$  na  $41.5^{\circ}$  C. Klíčící rostlinky vypěstěné při  $18$ — $20^{\circ}$  snáze mrznou než při  $8^{\circ}$  C vyrostlé; trávy a j. snesly v prosinci mráz —  $11^{\circ}$  C, aby po pobytí 15 dnů v teple zahynuly již při —  $9^{\circ}$  C. D a l l i n g e r po mnoha měsících navykl bičíkovce, zprvu při  $15.6^{\circ}$  chované, žiti při teplotách až při  $23^{\circ}$  C, kdy se však už objevilo značné poškození, takže teprve po čase mohl zase přikročiti ke zvyšování teploty, ale při  $25.5^{\circ}$  nastalo zase ohrožení, takže po měsíce nesměl teplotu ani o  $\frac{1}{4}^{\circ}$  zvýšiti; ale po letech mohl živočichy ty navyknouti až na  $70^{\circ}$  C (ovšem pokusy ty vyžadují opakování; přivyknutí k vysoké teplotě událo se v průběhu přčetných generací, asi výběrem). Amoeby, jež ochrnou obyčejně do  $35^{\circ}$ , dají se přivyknouti i k  $39^{\circ}$  C. U larev ropuchy *Bufo lentiginosus*, chovaných při  $24$ — $25^{\circ}$  do  $43^{\circ}$  C, nezahynula žádná, ale z kultur při  $15^{\circ}$  se vyvíjejících nesnesli jedinci ohřátí ani na  $41^{\circ}$  C (D a v e n p o r t a C a s t l e). Vychovaná vzdornost potrvá po jistou dobu, i když se ústrojenci vrátí zase do normálních podmínek. L o e b a W a s t e n e y s ukázali, že i poměrně krátký pobyt

zárodků ryby *Fundulus* v 27° zvýší jich vzdornost, takže snesou i 35°, ba lze u nich vypěstiti vzdornost k 39° i jen občasným krátkým vystavením tepla. Transle zjistil, že perloočky, trpící už 30° C, již za hodinu dovedou odolávati 38° C dvakrát déle než normálně, a p. Zdá se, že tu nastávají často rozmanité změny ve fysikálně chemických vlastnostech, ale po případě i v neznámé životní organisaci pokusných ústrojenců. —

U člověka a jemu blízkých organismů homoiothermních mluví se jmenovitě o „otuzování“ k chladu. Namnoze jde tu o přivykání k prudčím, nepříjemnými přízvuky provázeným vlivům chladu, takže časem nejsou tyto provázeny nelibostí, původně velmi význačnou. Ale vedle toho mění se asi i chování ústrojů, obstarávajících řízení teploty tělové, takže na př. smrštění cev kožních, chladem vzbuzené, je vydatnější a trvalejší a p. \*) Při otuzování, jak je soustavně provádějí sportovci a j., účastní se ovšem vedle nacvičení kůže a thermoregulačních ústrojů k vlivům chladu i mnohé jiné blahodárné momenty, u vztahu k jiným činitelům, jež mimo chlad při cvicích těchto působí (pobyt ve volné přírodě, práce svalová, způsob výživy atd.). Jde tu o vzpružení, tonisování nervových úkonů, provázené příznivými náladami duševními, jež mají blahodárný ohlas v úpravě celkového hospodářství tělového:

---

\*) Trvalými vlivy, zvyšujícími výstředně ztráty tepelné, může se na př. organism králiči naříditi na značně vyšší úroveň produkce tepelné a celkové výměny látkové, bez jakéhokoli poškození, a podržuje ji na čas setrvačně i po návratu k normálním ztrátám tepla. — Je známo z četných pokusů, že lze navyknouti psy studeným lázním, zprvu jejich tělesnou teplotu snižovavším, takže časem dovedou jim odolati bez klesnutí teploty atd.

celý organism se posiluje a stává zdatnějším. Vliv studených lázní (ale i teplých, s následujícím ochlazením) uplatnil se dalekosáhle v dnešním lékařství, kde hydrotherapie, léčení vzdušnými lázněmi atd. spočívá převážně na tepelných činitelích, resp. účincích jimi přímo nebo nepřímo v těle vzbuzených.

Přízpusobenost člověka k různým podnebím, kde teplota je z nejvýznačnějších činitelů klimatických, jest umožněna zajisté znamenitým zařízením thermoregulačním, jímž lidské tělo vyniká, ač má nepochybně u různých ras lidských specifické organizační podmínky. Právě tyto specifické různosti, fysiologicky po tu dobu těžko určitelné, podmiňují omezenou přízpusobivost na př. anglosaského nebo germánského kmene k tropům: trvalý pobyt těchto Evropanů v tropech bývá jedincům nemožný; bez občasného návratu do mírného podnebí nastává poškození tělesného i duševního zdraví; plodivost v postupných generacích rychle klesá. Z Evropanů osvědčili pouze Portugalci, Španělové a po jistou míru Francouzové, tedy románské kmeny, poměrnou způsobilost k a klimatisaci, zvláště když se pomísili s domorodým obyvatelstvem tropickým. Podobně jest asi i přízpusobivost Evropanů k arktickému podnebí omezená, snad jen na čas vystačující, a přízpusobenost Eskymáků je podložena hlubokými momenty organizačními (takže snad lze říci na př., že ne proto jsou Eskymáci přízpusobeni k arktickému podnebí, že v něm od nepaměti žijí, nýbrž žijí tam, ani od přírody se ukázali býti k němu přízpusobenými).

Patrně jsou různé rasy a uvnitř ras různé kmeny lidské nadány od přírody jistými zvláštnostmi konstituce, snášeji se s různostmi teploty a jiných

klimatických činitelů v pásu mírném, arktickém a tropickém. \*) Teprve zvláštními výzkumy fyziologickými mohou býti tyto zvláštnosti osvětleny; pokusné vyšetření by bylo možno leda u zvířat podobně přizpůsobených, s rychle po sobě následujícími generacemi, a ovšem se zřetelem ke všem činitelům klimatickým, z nichž je teplota asi nejdůležitějším.



---

\*) Je pozoruhodno, že také aklimatisace na př. ras obilných ze severu k podnebím jižním a naopak neukázaly se býti podmíněnými fyziologickou plasticitou individuí, nýbrž zprostředkovány výběrem vrozených úchylek konstitučních v pořadí generací. Nelze nám na tomto místě uváděti podrobností, již také proto, že v podnebí se uplatňují vedle teploty, jejíž problémy jedině spadají v rámcem tohoto spisu, i jiní činitelé fysikální (vlhkost, světlo).

## Z literatury.

Athanasiau J., J. Carvallo et Ch. Richet, Chaleur v Dict. de physiol. 3. 1898. Paříž. — Babák E., Tělověda. Základy morfologie a fysiologie člověka. 1908. Praha. — O proměnách energií u živých těl. 1917. Praha, (Za vzděláním 85.) — Odborná pojednání z fysiologie tepla v Rozpr. Čes. akad. 1899—1901, v Pflüg. Arch. f. Physiol. B. 89. 1902., 102. 1904., 108. 1905., 130. 1909, v Zentralbl. f. Physiol. B. 21. 1907, v Zeitschr. f. Sinnesphysiol. 1912 a j. — Durig A., Wärmehaushalt, Handwörtb. d. Naturwiss. B. 10. 1915. — Hellpach W., Die geopsychischen Erscheinungen. Wetter, Klima u. Landschaft in ihrem Einfluss auf das Seelenleben. 1917. Lipsko. — Chodounský K., Nastuzení a choroby z nastuzení 1906. Praha. — Erkältung als Krankheitsursache. 1911. Videň a Lipsko. — Krehl L., Pathologische Physiologie. 1914. Lipsko. — Lefèvre J., Chaleur animale et bioénergétique. 1911. Paříž. — Mareš F., Fysiologie I. (Všeobecná fysiologie.) 1906. Praha. — Pembrey M. S., Animal heat. Textbook of physiology (Schäfer) I. 1898. Londýn. — Pütter A., Vergleichende Physiologie. 1911. Jena. — Richet Ch., La chaleur animale. 1889. Paříž. — Tigerstedt R., Die Produktion von Wärme und der Wärmehaushalt. Handb. d. vergleich. Physiol. (Winterstein) B. III. 1910. Jena.



# OBSAH.

Úvod . . . . .	5
I. Aktivní tepelné vlastnosti organismů (biothermika).	
1. Vznik tepla při dění životním vůbec . . .	7
2. Teplotvorné děje životní . . . . .	10
3. Zvláštní zařízení ke tvorbě tepla . . . . .	15
4. Výdej tepla ze živých těl . . . . .	18
5. Z biothermiky rostlin . . . . .	23
6. Živočichové s měnivou a se stálou teplotou tělesnou . . . . .	24
7. Řízení tělové teploty u homoiothermů (thermoregulace). . . . .	32
8. Thermoregulace v řadě tvorstva a vznik homoiothermie . . . . .	43
9. Zimní spánek ssavců . . . . .	49
10. Horečka a jiné poruchy thermoregulace . .	53
II. Pasivní tepelné vlastnosti organismů.	
11. Vliv tepla a chladu na životní dění . . .	56
12. Zmocňování se tepla. . . . .	64
13. Přizpůsobenost k výstředním teplotám . .	67
14. Vnímání tepla a chladu; smysly tepelné . .	69
15. Reaktivnost organismů k teplu i chladu, a přizpůsobivost. . . . .	73
Z literatury . . . . .	83



# DUCH A SVĚT

## SBÍRKA SPISŮ POPULÁRNĚ POUČNÝCH

POŘÁDÁ JAN EMLER.

Do ledna 1918 vydáno:

- Sv. 1. Dr. K. Hoch: NOVINY.** O povaze žurnálu, dějinách a nynějším stavu žurnalistiky, novinářské technice, organizaci zpravodajství, vztahu novin ke kultuře — vůbec o vzniku a významu novin, tohoto důležitého činitele sociálního a kulturního v naší době.
- Sv. 2. Dr. V. J. Hauner: VÁLKA.** Kniha všestranného poučení o dějinném vývoji válečnictví, o základech strategie, o fázích a postupu války. K názornosti výkladů přidány strategické mapky z válek francouzsko-německé, anglo-burské, ruskó-japonské a nedávné balkánské.
- Sv. 3. Prof. dr. J. Matiegka: DUŠE A TĚLO.** Vedle přehledu moderních názorů o funkcích mozkových a jejich lokalizaci a poučení o vzájemných vztazích úkonů duševních a tělesných, jakož i nauce o moderní degeneraci, také mnoho zajímavého o mimice, fysiognomice, chiromantii, grafologii, frenologii, Lombrosově anthropologii zločince atd. (Illustrováno.)
- Sv. 4. Dr. O. Ševčík: KARTELY.** O pojmu a účelu kartelů, organizačních formách, účinku a významu jejich na průmysl, na obchod a spotřebitelstvo, na poměry dělnictva atd. Kniha důležitá všem, kdož sledují hospodářský náš vývoj.
- Sv. 5. Dr. F. X. Harlas: JAROSLAV ČERMÁK, ŽIVOT A DÍLO.** Obsažná studie o význačném zjevu českého malířství věku XIX., jenž již za života náležel světovému umění. Přehled jeho tvorby — s 31 pečlivými reprodukcemi jeho děl.

- Sv. 6. Prof. dr. Artur Brožek: ZUŠLECHTĚNÍ LIDSTVA. (Eugenika). První české populárně vědecké pojednání o podstatě eugeniky vskutku moderního problému sociální praxe, zakládající se na možnost plemenného zušlechtění a ozdravení lidu výběrem dobrých a vynikajících členů a zároveň vylučováním členů degenerovaných a chorých.
- Sv. 7. Dr. Iľanuš Opočenský: PROTIREFORMACE V ČECHÁCH. Kniha o duševní síle a nezdolnosti národa. Dějiny velkého hnutí náboženského, jehož výslednicí byl posléze požadavek svobodné církve ve svobodném státě — požadavek přirozených práv lidských!
- Sv. 8. Dr. R. Rolíček: ŽIVOT VENKOVA. Po prvé ve světové literatuře soustavně pojednáno o vysoce zajímavých otázkách kulturního povznesení života na venkově v rozsahu nejširším.
- Sv. 9. Doc. Dr. Boh. Ježek: DRAHOKAMY. Zajímavý obor vědy o drahokamech došel spiskem tímto po prvé v literatuře naší soustavného a zároveň populárního zpracování. Není to suchopárně-vědecky zpracované pojednání, nýbrž lehkým tónem vypravovacím sepsané dílko, které každého inteligenta zaujme. Vyzdobeno jest 6 fotografickými přílohami.
- Sv. 10. Ing. K. F. Čáská: VYUŽITÍ TEPLA. Zpopularisované základní poznatky vědy technické, jež zabývá se využitím tepla k účelům zejména motorickým. Jest to v literatuře české první spisek toho druhu. Mnohá jeho místa čtou se jako román budoucnosti, udávající perspektivu oné doby, kdy určitě zdroje tepelné budou vyčerpány a ukazující, jak by lidstvo mohlo již nyní úsporně upomínat spotřebu svých paliv.
- Sv. 11. Ph. Dr. A. Matějček: UMĚNÍ XIX. STOLETÍ. V malém zhuštěném slovním rozsahu, doprovázeném 26 reprodukcemi mistrů umění výtvarného, autor líčí vývojovou linii tohoto umění, jež z klasicistických počátků 19. století pozvolným vývojem, časem, však i revolučně, špelo k novým cílům, novým metám.
- Sv. 12. Doc. Dr. V. J. Dvorský: PŘÍMORSKÉ ZEMĚ ŘÍŠE RAKOUSKO-UHERSKÉ. Nejen světová konflagrace, již stalo se thema toto akutním, ale i nové směrnice českého úsilí kulturního i hospodářského vyvolaly tuto monografii rakouské Adrie. O všeobecných kapitolech historických, zeměpisných a kulturních, znalostí o Goricku, Terstu, Istrii, Rjece, Kvarneru, chorvatském přímoří a o Dalmácii ve zvláštních kapitolách.
- Sv. 13. Prof. Dr. J. V. Šimák: HUS A DOBA PŘED NÍM. V přehledné a při tom vyčerpávající velmi účinné formě hospodářský i kulturní a myšlenkový obraz doby předcházející vystoupení Husovu. Život, působení i vliv Husův na soudobý život český a konec jeho úsilí o mravní reformu.
- Sv. 14. Ing. Stan. Špaček: PÉČE O INVALIDY A JICH PRACOVNÍ VÝCHOVA. Problém, který přinesla poslední doba, vyličuje autor v celé podstatě, dokládaje, jak je možno čelit případným nepříznivým následkům světodělného boje pro individuální fyzické schopnosti a jak je nutno organizovati práci, aby invalidé zůstali plně výkonnými členy lidské společnosti.
- Sv. 15. Renáta Tyršová: LIDOVÝ KROJ V ČECHÁCH, NA MORAVĚ A VE SLEZSKU. (Illustrováno.) Studie o posavadních snahách za zjištěním základních živlů lidové tvořivosti umělecké a o vývoji zájmu o výtvarné projevy. Nástin hlavních kategorií lidového kroje s úvahou o jich stáří, vztahu a proměnách. Po prvé s odbornou soustavností a původním názvoslovím, tak zajímavým, celá nauka o částech krojů slovenských, moravsko-slezských a českých, již doprovázejí původní rázovité obrázky.

Sv. 16. JUDr. Václav Nedoma: **OCHRANNÁ PÉČE O MLÁDEŽ V CIZINĚ I U NÁS.** Auktor způsobem odborným v hlavních rysech podává obraz současného stavu této činnosti v cizině i u nás a naznačuje cesty její v budoucnosti. V dnešní době péče o válečné sirotky a děti strádající válkou vůbec jest kniha ta nezbytnou informační příručkou každého, kdo ať z úřední povinnosti, nebo dobrovolně ochrannou péčí o mládež se zabývá.

Sv. 17. Dvorní r. Dr. Jos. Theurer: **OCHRANA BUDOV PROTI BLESKU.** Vývoj nauky o elektřině předstihl vývoj nauky o bleskosvodech. Mnohé pravidlo, jež dříve se zdálo vědecky odůvodněným, stalo se zbytečným předsudkem a bleskosvody v důsledku toho drahými. Auktor popisuje soustavu spolehlivých bleskosvodů zjednodušených, při nichž není třeba zbytečně drahé mědi a jejich soustava je v Německu již po léta namnoze i zákonem zavedena.

Sv. 18. Doc. Dr. Arne Novák: **KRITIKA LITERÁRNÍ, METODY A SMĚRY.** Hlavní metody v literární kritice, charakteristika předních záslupců kritického badání a tvoření v písemnictví světovém. Samostatné oddíly věnovány jsou kritice filologické, krasovědné kritice dogmatické, kritice životopisné a sociologické.

Sv. 19. Doc. Dr. Arne Novák: **KRITIKA LITERÁRNÍ, ZÁSADY A PRAKSE.** Způsobem stejným jako ve sv. 18. řeší auktor řadu důležitých otázek z kritiky slovesné: táže se po jejím poměru k literárnímu dějepis, vyšetřuje, pokud moralistní a náboženská hlediska mají v ní oprávněnost, zabývá se problémem národnosti v kritice slovesné. Hlava závěrečná stručnými a názornými rysy črtá vývoj české kritiky od Dobrovského po naše dny.

Sv. 20. Prof. Dr. K. Engliš: **SOCIÁLNÍ POLITIKA.** Všeobecné pojmy sociální politiky (společnosti, společenských ideálů a společenského zřízení), problémy sociální politiky, jež vzrůstají z platných společenských řádů (problém chudoby, problém středostavovský, dělnická otázka). Dělnické otázky věnován zvláštní oddíl, v němž jest soustavně a přehledně vyčerpáno.

Sv. 21. Prof. Dr. Edv. Babák: **VÝŽIVA ROSTLINAMI.** Výživa člověka rostlinami, na podkladě všeobecných dat biologických, vyložených pro poučení širokých vrstev čtenářstva. Zvláštní zřetel je věnován všem stránkám výživy ve válečných dobách značně ztížené, jakož i hnutí vegetářskému. Snižená strava s převážným podílem rostlinných potravin, vhodné upravených, dovozuje se jako pro člověkovu organizaci nejpříjemnější.

Sv. 22. Insp. Leop. Weigner: **LIDOVÉ A NÁRODNÍ UMĚNÍ.** Pojem lidového umění, na jaké výši se bylo udrželo, jaké příčiny spolupůsobily k jeho zániku a v jakém směru lze pracovat k jeho zúšlechťení, oživení a ozdravení.

Sv. 23. Prof. Dr. Čeněk Zíbrt: **KOUZELNÝ PROUTEK. (Virgule.)** Kulturně-historické studie o starověké a středověké virguli, čarovném proutku, dovedly spisovatele k otázce, v poslední době jinde i u nás (zvláště po objevu léčivých lázní v Poděbradech proutkem) často řešené o moderním proutkaření. Teorie i základ praxe při hledání vody, kovů a jiných látek proutkem skutečným nebo z kovů napodobeným, se zřetel k lidovému podání o starodávné virguli. Návod ke hledání proutkem podle zásad, v poslední době ustálených.

Sv. 24. Doc. dr. O. Fischer: **OTÁZKY LITERÁRNÍ PSYCHOLOGIE.** Přehled snah a směrů, vykládajících vznik básnického díla z duše jedince. Důraz položen na vědecké úsilí ve Francii a Německu, zvláště

kapitola věnována literární psychologii v Čechách. Kromě úvah literárních jsou tu uváděna též badání podnikaná se stanoviska odborně duševnědného a lékařského, takže i nejnovějším postupům psychografie, pathografie a psychoanalysy vykázano je náležité místo.

Sv. 25. Dr. Jan Sv. Procházka: **OCHRANNÉ OBLASTI PŘÍRODNÍ**. V knížce doprovázené vybranými ilustracemi podává se po prvé v literatuře české přehledný obraz po světových snahách, jinde tak úrodně v zájmu vědy vyspělých, za udržení původní přírody a jejího života proti hroziícímu úplnému vyplnění i zničení jejímu důsledky lidského „pokroku“ i nerozumu.

Sv. 26—27. Dr. E. Šiblík: **TANEC**. Projev života a umění. Prvá kniha o tanci v české literatuře pojednává na kulturně-historickém pozadí o všech oborech umění tanečního s hlediska vývojového i estetického, zaznamenává i zjevy nejnovější. Tak odborně informuje zvýšený zájem naší doby o toto umění. Značná rozlehlost látky semknuta jest v kapitoly psané výrazným a jasným slohem. Přísušné obrázky doplňují zajímavé dílko.

Sv. 28. Prof. Z. d. Kobza: **POTRAVINY**. Populární, ale výsledky vědeckého badání podepřené výklady o chemickém složení a technologii nejdůležitějších potravin a různých výživných přípravků. Praktické pokyny a přehledné tabulky zvyšují zajímavost a význam knížky.

Sv. 29. Ing. Fr. Štěpánek: **ZÁZRAKY MODERNÍ LÚČBY**. Nejde jen o radium, které je mezi nimi na prvním místě svými tajemnými vlastnostmi, svou genezí milionů let a svou moderní výrobou pro velkolepé lékařské účinky, zdůvodňující důležitost radioaktivity vesmíru. Následuje zajímavá pout kruhem dusíku, doplněná vylíčením jeho významu pro organismy i jako plynu vázaného k životu i povznesení k osamocení jeho výroby umělé i přechodu v atmosférický, uvedení v nauku o koloidech, které se zdají býti efektivními faktory života s výhledy do cenné naděje na výrobu umělého kaučuku i chemické potravy, koření a parfumu.

Sv. 30—31. Ing. Vladimír List: **ELEKTRISACE POVÁLCE**. Přístupně podaný přehled rozsáhlých hospodářských úkolů a hospodářských výhod elektrisace našich zemí, usnadněné bohatými vodními silami našimi, a s tím souvisejících otázek právních, finančních a národohospodářských s plným zřetelem k zamýšlené státní elektrisaci.

Sv. 32. Prof. Dr. E. Babák: **ŽIVOT A TEPLA**. Mnohonásobné vztahy živých bytostí k teplu jsou ve spise soustavně projednány, jmenovitě pokud život sám je projevovatelem tepla, a pokud teplo a chlad na živé bytosti působí.

Ve vydávání se pokračuje.

Jednotlivé svazky sbírky **D U C H A S V Ě T**  
jsou na prodej po K 1'25 u všech knihkupců.

**NAKLADATEL F. TOPIČ KNIHKUPEC**  
**V PRAZE I., FERDINANDOVA TŘÍDA ČÍSLO 11.**