

ZÁKLADY PŘÍRODOVĚDECKÉHO NÁZORU SVĚTOVÉHO

Pro osmou třídu všech typů gymnasií

Napsal

Dr JAN MARTINOVSKÝ,
profesor.

SE 63 OBRÁZKY V TEXTU A 7 TABULEMI.

*Schváleno výnosem ministerstva školství a osvěty ze dne 16. dubna 1946
č. A. 80 942/46-III/2, jako dotisk prvního vydání pro školní rok 1946-47 a pro dobu
přechodnou.*

Cena výtisku Kčs 42.-



V P R A Z E 1 9 4 7 .

NAKLADATELSTVÍ KROPÁČ & KUCHARSKÝ

OBSAH:

	Strana
I. Část úvodní	5
A. Věda	5
O práci duševní	5
Co je věda	6
Poměr vědy k praktickému životu	7
Vědecká fakta, hypotese a zákony	9
B. Přírodověda	11
Příroda, přírodověda, přírodověd. názor světový	11
Metody badání věd přírodních	12
II. Přírodovědecké základy názoru světového	13
A. O hmotě neživé	13
Z dějin názorů na složení hmoty	13
Molekuly	14
Atomy	14
Stavba atomů	16
Rozpad atomů radioaktivních prvků	19
Umělé rozbíjení atomů	21
Praktické použití atom. energie	23
Světlo a hmota	23
Souhrn moderních poznatků o hmotě	25
B. Kosmogonie	25
Teorie o vzniku vesmíru	25
Teorie o vzniku soustavy sluneční	28
Vývoj Země	29
Vznik pohoří	29
Přehled geologie historické	30
C. O hmotě oživené	34
Z dějin biologie	34
Teorie o původu života	37
Některé analogie mezi hmotou oživenou a neživou	39
O životě, o jeho studiu	40
1. Chemické a fyzikální vlastnosti živé hmoty	42
2. Základní projevy života	43
Vnější a vnitřní složení organismů; buňka	43
Z vývoje rostlinné a živočišné anatomie	47
Výměna látková a energetická	48
Orgány výměny látkové a energetické	49
Z dějin fyziologie výživy	56
Růst a rozmnožování organismů	57
Růst	57
Vývoj ontogenetický	58
Vývoj fylogenetický	76
Z dějin názorů o vývoji fylogenetickém	77
Doklady vývoje fylogenetického	79
Dnešní stav studia fylogenetického vývoje	87
Dráždivost	88
Smyslové orgány rostlin	88
Smyslové orgány živočichů	90

	Strana
Pohyb	99
Pohyb rostlin	99
Pohybové a podpůrné orgány	101
Systematický přehled	110
A. Rostlinstvo	110
B. Živočišstvo	115
Postavení člověka v systému	122
O člověku předvěkém	123
Z vývoje české archeologie	130
III. Příroda a život	131
Přírodovědecké základy názoru světového	132
Závěry etické ze studia věd přírodních	133
Přírodověda ve službách lékařství	136
Eugenika	139
Výzkumnictví a věda přírodní	141
Přehled nejdůležitějších rostlin kulturních	143
Chov domácích zvířat	146
Škůdcové z říše rostlinné a živočišné	151
Průmyslová výroba a vědy přírodní	152
Rejstřík jmenný a věcný	153

I.

ČÁST ÚVODNÍ.

O práci duševní.

(Pokuste zodpovědět si sami: Co je to duševní práce? Na čem závisí jakost duševní práce? Jaký je poměr mezi prací duševní a tělesnou? Jak připravuje střední škola pro duševní práci a pro život?)

Mnozí z vás budou nuceni už po ukončení středoškolských studií sami o sebe se starati. Škola vás naučila duševně pracovati, sami se vynasnažíte dosáhnouti přiměřeného zaměstnání, v němž byste si duševní prací získali hmotné prostředky k životu. Nazývá se to odchodem do praktického života. Dojista ne všech vědomostí, jež jste získali ve škole, budete moci v praktickém životě použítí, avšak také ne vše, čeho v praktickém životě budete potřebovati, budete uměti ze školy. Bylo by to velmi málo, kdybyste se měli naučiti ve škole jen tomu, čeho upotřebíte, ale bylo by toho také příliš mnoho, kdybyste se měli naučiti všemu, s čím se v praktickém životě shledáte. Bylo by to málo proto, že vás nečeká jen praktický život, nýbrž život vůbec. A naučiti se všemu, čeho si od vás praktický život vyžádá, nelze. To také není účelem střední školy. Úloha její spočívá především v tom, umožniti dobrou a samostatnou duševní práci, to znamená, dáti jí nezbytné předpoklady spočívající v osvojení základních vědomostí a dále naučiti této práci, to je naučiti metodě duševní práce.

Možno říci, že každý člověk pracuje duševně. Ani dělník, ani řemeslník, pracující tělesně, nevyhnou se práci duševní. Není však u všech lidí tato práce stejné jakosti a není stejně samostatná. »Tedy nemáme vlastně práce svalové bez duševní a duševní bez tělesné. Jen míra může být rozdílná,« praví Masaryk. Učím-li se lekci z knihy, pracuji duševně. Samostatnosti, to je vlastní tvořivosti, je v této práci málo. Čtu-li knihu krásné literatury a přemýšlím-li o jejím obsahu, je to zase duševní práce, která může a má býti už samostatnější než prvá. Snažím se pochopiti autorovu myšlenku, přemýšlím o ní nebo s ní nesouhlasím. Spisovatel tu poskytuje látku k mé duševní práci, vede ji, ale při tom můj duch pracuje

samostatně. Píši-li sám knihu, beletristickou či vědeckou, tvořím-li umělecké dílo sochařské, malířské a pod., pracuji nejsamostatněji.

Tím byly naznačeny tři stupně duševní práce, tři stupně v samostatném duševním tvoření. Duševní práce má však ještě jednu stránku. Tvořím-li na př. samostatné dílo, mohu pracovat dobře i špatně, podobně jako mohu dobře nebo špatně číst knihu, učit se z knihy. Kritik vytkne povrchnost nebo nevědomost. To bývají také hlavní příčiny špatné duševní práce. Chyba prýští zpravidla z přeceňování vlastních sil, z podceňování čtenářů, z nevážnosti k vlastní práci, nebo z nepoctivosti v duševní práci.

Umění správně myslit se v dnešním životě vysoce cení. Avšak nejen v praktickém životě je to důležité. Nová doba je bohatá na události v životě kulturním, hospodářském i politickém, v technice a v celé řadě dalších oborů lidské práce. Absolvent střední školy má být natolik duševně vyspělý, aby dovedl kriticky zhodnotit všechny tyto události, aby nebyl odkázán na pouhou informaci zpravodajskou, na př. novinářskou, jež není vždy dosti vážnou. Znamená to propracovat se ve všech vážných otázkách života veřejného i soukromého k samostatnému úsudku a nenechat se prostě vésti. Mnoho nesnází ve veřejném životě vzniká proto, že se myslí a pracuje povrchně. Takové myšlení svádí k plané mnohomluvnosti. Naučme se být v myšlení důkladní a v úsudcích zdrženliví!

Co je věda?

(Pokuste se sami vyložit vznik vědy na nějakém konkrétním příkladě, třeba mineralogie a geologie. Snažte se stanovit výměr vědy.)

Stanovit výměr či definici vědy usnadní nám nemálo sledování vývoje některého z vědních oborů. Vznik většiny těchto oborů se odvozuje z praktické potřeby. Tak na př. kolébka geometrie se hledá v Egyptě, kde prý vznikla jako důsledek vyměřování pozemků po zátopách nilských. Botanika nesporně vznikla ze starověkého kořenářství, chemie vyrostla z alchymie, astronomie z astrologie a z pozorování hvězd z důvodů orientačních na cestách po moři nebo pouštích. S počátku člověk jistě jen z pouhé zvědavosti pozoroval tělesa nebeská. Později poznal praktickou cenu svých pozorování. Pomocí hvězd určoval směr plavby a jal se měřit čas. To zajisté ještě nelze nazvat vědou. Hluběji se ponořili do studia hvězdné oblohy astrologové, snažíce se předvídat osudy jednotlivců, národů i událostí, o nichž věřili, že jsou s hvězdami tajemně spjatý. Pro ně byla astrologie již vědou. Nám je pouze pavědou, neboť víme, že cíl její je pochybený. Nicméně přinesla astrologie

řadu cenných poznatků, na nichž dále budujíc vyrostla dnešní astronomie.

Vědeckému badání předchází zpravidla náhodné či v praktickém životě získané poznatky. Přechod je nenáhlý a nelze vésti mezi nimi přesnou hranici. O vědě mluvíme tehdy, když soustavně a používající vhodných metod snažíme se dopátratí se určité pravdy o věci, zjevu, názoru a pod. **Dle toho lze si definovati vědu v nejširším slova smyslu jako metodické hledání pravdy.**

Je řada vědeckých oborů: filosofie, theologie, matematika, chemie, dějepis a j. Každý má své metody pracovní, svůj obor studia, svůj cíl. Nejsou však tyto vědní obory tak samostatné, jak by se zdálo. Poznatků jednoho využívá druhý a často názory, jichž se dopracoval jeden, hluboce působí na ostatní. Proto se snaží mnozí vědci sestaviti vědní obory vedle sebe dle jejich vnitřní příbuznosti, dle oboru studia, dle metod atd. Mluvíme pak o **třídění — klasifikaci — věd.** Takto vybudovaných soustav vědních je více.

Celkem lze říci, že jsou to tři prvky, které blíže určují či charakterisují každý vědní obor a to **předmět**, jež zkoumá, **cíl**, o jehož dosažení se snaží, a konečně **metody**, jimiž pracuje.

Někdy bývá předmět vědního oboru příliš obsáhlý. Z vědeckých i praktických důvodů dělby práce si jej rozčleňujeme, čímž se i obor rozpadá v menší úseky — **discipliny**. Tak na př. biologie je vědní obor studující život. Život se jeví na živých bytostech: rostlinách, zvířatech a člověku. Jimi se obírají vědecké discipliny biologie: botanika, zoologie, antropologie. Jindy zase lze též předmět studovati po různých stránkách. Tak, studujeme-li život, jsme odkázáni na jeho projevy, jimiž jsou na př. charakteristické utváření vnější a vnitřní, úkony životní (dýchání, přijímání potravy, vývoj). Dle toho, kterým z těchto projevů se obíráme, pěstujeme speciální obory biologické: tvarosloví (morfologii), fyziologii, vývojepis.

Z toho je patrné, jak mnohotvárné je vědecké badání. Konečným cílem všech vědních oborů je poznání posledních příčin věcí, zjevů i dějů. Tímto usměrněním vědeckých poznatků obírá se filosofie. Vše podstatné, k čemu dospěly jednotlivé obory vědní, slučuje v celek, snažíc se vybudovati jednotný názor na svět.

Poměr vědy k praktickému životu.

Cílem každého vědního oboru je poznání pravdy vztahující se k předmětu, jímž se obírá. Je tedy věda pro poznání. Je však pouze pro poznání? A má býti tato snaha po poznání jediným vodítkem vědcovým?

Věda slouží také praktickému životu. Nejpatrnější je to u těch oborů, jež bývají také praktickými nazývány, jako medicína, výzkumnictví v oboru plodin kulturních, v chovu domácích zvířat a j.

Jejich cíle jsou skutečně praktické. Leč i jiné vědy s cílem od praktického života odlehlým mají pravidelně svou praktickou stránku. Poznatky geologie a mineralogie uplatňují se v hornictví, chemie v průmyslu. Praktický život z vědy vydatně těží, nicméně nemůže být jejím posledním a jediným cílem. Vždyť také život lidský není jen praktickým, to je prací k získání hmotných životních prostředků, nýbrž životem vůbec, v němž duch lidský žádá pro sebe poznání právě tak, jako tělo potravy. A třebaže nelze hmotných potřeb života zanedbávat, je nutno úměrně pečovat i o potřeby duchovní, jež třeba klásti u člověka na místo prvé.

Jinou je ovšem otázka, má-li být tato snaha po poznání pravdy neomezeným vodítkem vědcovým. Pokud jde vědci pouze o poznání pravdy, pak jistě je to správné. Jinak se však věc jeví při praktickém využití. Tu se může praktické užití poznatku, jenž byl stanoven jako vědecká pravda, přičítati mravním zákonům. Na příklad: národ panující je tělesně a duševně degenerovaný (velký počet jeho příslušníků je dědičně tělesně a duševně zatížený). Věda dochází k poznatku, že degeneraci možno odstraniti nebo zmírniti uzavíráním sňatků s příslušníky národa zdravého. Aby toho dosáhl, zbavuje degenerovaný národ panující ovládaný národ zdravý násilně jazyka, aby potomci ze smíšených manželství mluvili jazykem národa panujícího a cítili se jeho příslušníky. Tu je zneužito vědeckého poznatku a vědec nesmí svou autoritou krýti toto nemravné počínání. Do té míry je každý vědec za svou vědu zodpověden.

Vědecká práce je s uměleckým tvořením nejvyšším stupněm práce duševní. Zpravidla označujeme jen takovou duševní práci jakožto vědeckou, kde duch lidský řeší vědeckou otázku samostatně. Vědecká práce vyžaduje důkladné přípravy. Chce-li kdo ve vědě budovati něco nového, musí se dobře obeznámiti s prací svých předchůdců a současníků. Musí býti svědomitý a kritický. Badatelé, jimž se těchto vlastností nedostává, způsobí vědě často více škody než užitku, zlehčujíce a zavádějíce ji na scestí. Dějiny věd učí, jak chybný názor nezřídka zdržel vědecké badání na dlouhou dobu. Bylo napsáno, že dějiny vědy jsou dějinami omylů. Je to potud správné, že věda klopýtala a klopýtá na své cestě ku pravdě přes řadu omylů a bloudí často velikými oklikami. To však nesmí vésti k zlehčování vědecké práce, nýbrž naopak budit úctu k vážné a těžké práci vědecké.

* * *

U nás jsou vědeckými ústavy vysoké školy. Čestnou povinností vysokoškolských profesorů je vedle výchovy vysokoškolského dorostu vědecká činnost. Vysokoškolští studenti — akademičtí občané — jsou tu nejen odborně vzděláváni, nýbrž jsou i zasvěcováni do praxe vědecké práce. Projevili-li vědeckou zdatnost vlastním samostatným dílem, dostává se jim po přísných zkouškách-

rigorosech na universitních fakultách theologické, filosofické a přírodovědecké a dále na technice akademických titulů doktorů: theologie — Th. dr. (zkratka lat. theologiae doctor), filosofie — Ph. dr. (philosophiae doctor), věd přírodních — R. N. dr. (rerum naturalium doctor), věd technických R. T. dr. (rerum technicarum doctor).

Na fakultě lékařské — M. U. dr. (medicinae universae doctor = doktor veškerého lékařství) a právnické — J. U. dr. (juris utriusque doctor = doktor obojího práva, t. j. světského i církevního) se titul doktorský přiznává bez předložení samostatné vědecké práce po složení zkoušek rigorosních, podobně jako na technikách a na vysokých školách jim na roveň postavených po odborných zkouškách se udílí titul inženýrský — Ing.

(Debatou proberte: O čem budu uvažovati při volbě příštího povolání?)

Vědecká fakta, vědecké hypotese a vědecké zákony.

Moderní věda jest plna hypotes, tak že bez nich nelze v ní ani kroku učiniti; neboť věda není jen soustavou toho, co víme, nýbrž jest i programovým úsilím o vypátrání toho, co ještě nevíme. Cestu k tomu nám ukazují právě hypotese.
(Český filosof a přírodovědec E. Rádl v knize »Moderní věda«.)

(O jakých hypotesách či domněnkách jste dosud slyšeli? Jak jste se učili hypotese definovati? Jmenujte některé zákony fyzikální a chemické. Pokuste se stanovití rozdíl mezi hypotesou a zákonem.)

Vědecká práce spočívá v praxi ve zjišťování drobných i větších skutečností čili fakt. Hledá se odpověď na otázky malé, abychom z nich byli s to odpověděti na otázku konečnou, jež je cílem toho či onoho oboru vědního. Vědecká fakta zjišťujeme prostým pozorováním nebo záměrným pokusem nebo konečně rozumovou úvahou. Něco rozumové úvahy je vlastně při stanovení vědeckých fakt vždy.

Dalším krokem vědeckého badání po stanovení určitého množství fakt je vyhledávání souvislosti mezi nimi. Podaří-li se nám ji zjistiti, vyjadřujeme ji všeobecněji v podobě t. zv. **vědeckého zákona**. Tak na př. pozorováním a vhodnými pokusy při křížení rostlin i zvířat byla zjištěna řada fakt. Srovnáváním jich se ukázalo, že lze všechna tato fakta vyjádřiti čtyřmi všeobecnými větami, t. zv. zákony dědičnosti. Logický postup, při němž vycházíme z jednotlivých poznatků a stanovíme obecný zákon, nazývá se **indukcí**.

Zpravidla se však nespokojujeme stanovením fakt a vyjádřením jejich souvislosti zákonem, nýbrž se pokoušíme tuto souvislost vysvětliti, postupující hlouběji po cestě k vědecké pravdě. Někdy se nám to zdaří tak, že nepochybujeme o správnosti vysvětlení. Jindy však docházíme k řešení pouze podmíněčnému, hypotetickému, více méně pravděpodobnému, nikoliv však průkazně jistému. Dospěli jsme tak k **domněnce** či **hypotese**. Příklad: Faktem je, že v dávných dobách geologických žili tvorové níže organisovaní než v dobách pozdějších, jak ukazují jejich zbytky ve vrstvách zemských. Jiným

faktem je možnost sestavit organismy v příbuzenské celky a tyto zase v řadu od nejnižše organisovaných až k nejdokonalejším. Tato a ještě jiná fakta se poukoušíme vysvětliti a činíme tak hypotesou vývojovou.

Je tudíž nutno dobře si uvědomiti, že **h y p o t e s a** j e n ě c o prozatímního, pomocného, v y m y š l e n é h o k vysvětlení fakt. Tato fakta jsou potom doklady k hypotese. Je tudíž nesprávné nazývat je důkazy, neboť jakmile bychom měli pro hypotesu důkaz, přestala by býti hypotesou a byla by zjištěnou pravdou.

Místo názvu hypotese užívá se též názvu **teorie**. Zpravidla však o teorii mluvíme tehdy, když nám vykládá obsáhlejší soubor fakt a je značně pravděpodobná. V tom smyslu také užíváme spíše názvu **teorie** vývojová než hypotese vývojová.

Hypotese a teorie mají ve vědě veliký význam. Kdežto vědecké zákony přehlízejí zjištěné skutečnosti s jednotného hlediska, vědecké hypotese a teorie se pokoušejí o jejich vysvětlení, jsouce tak povzbuzující vzpruhou k další práci, vybízejíce k svému potvrzení, k hledání dalších fakt, jak ukazuje vývoj vědy. Pomáhajíce tak k rozvoji a pokroku vědnímu, nesporně také do vědy patří, jsouce její nezbytnou součástí. Představují-li ještě i jakýsi program a směr další práce, nazýváme je hypotesami pracovními.

Všechny vědy mají své hypotese a nezřídka k výkladu týchž fakt slouží hypotese několik. Přednost má přirozeně ta, jež je lépe t. j. všestranněji a přirozeněji vykládá. Jelikož však není vždy zřejmo, které hypotese dlužno dáti přednost, rozhoduje na konec osobnost vědcova, ke které z nich se přikloní. Mohou potom mezi zastánci různých teorií vzniknouti vědecké spory, jež samy o sobě — jsou-li ovšem věcně vedeny — mohou býti rovněž velmi plodné.

Jakmile však se bezpečně ukáže, že se některý fakt teorií, do jejíhož oboru spadá, vysvětliti nedá, nebo že jí přímo odporuje, musí ustoupiti teorii nové, lepší. Vzpomeňme, jak se měnil názor na postavení Země ve vesmíru, na stavbu atomů, na neproměnlivost prvků v jiné.

Opakem vědecké indukce je **dedukce**. Docházíme-li indukci z jednotlivých vědeckých fakt k všeobecnému závěru — zákonu, postupujeme dedukcí opačně, vysuzujeme z obecných zákonů na věty speciálnější. Obě metody jsou ve vědecké práci oprávněny. Doplňují se. Aby však dedukce byla možná, je třeba předběžné práce induktivní. Dedukce je pak jakousi kontrolou závěrů induktivních.

B) Přírodověda.

Příroda, přírodověda, přírodovědecký názor světový.

Žijeme uprostřed ní a jsme jí cizí. Hovoří s námi neustále a neprozrazuje nám svého tajemství. Působíme neustále na ni a přece nemáme nad ní moci. (Goethe.)

Není snadno podati výměr přírody, neboť není mezi přírodopisci shody, co vše třeba do tohoto pojmu zahrnouti. Že také člověka dlužno do přírody počítati, o tom není sporu. Máme však zahrnouti do ní také jeho díla? Prakticky to jistě doporučiti nelze. Jinak bychom na př. umění musili také zahrnouti do zkoumání přírodovědeckého. Leč ani věcně to nelze zdůvodniti. Kdežto zvířata a rostliny svými životními projevy nevědomě plní t. zv. zákony přírodní, člověk, třebaš jim po stránce tělesné také plně podléhá, prací svého ducha — kulturou a civilisací — jich dovede někdy ve svůj prospěch využítí, jindy je obchází a někdy konečně vědomě proti nim bojuje. Lidský duch vyžaduje si tudíž v přírodě zvláštního postavení a proto je zcela odůvodněno jeho projevy vyjmouti z přírody. **Je tudíž přírodou vše, co nás obklopuje na zemi i v prostoru světovém, tedy všechny hmotné věci, jejich vztah k prostoru, změny, jež se s nimi dějí, i síly, jež jsou příčinou těchto změn, vyjma umělých výtvarů lidského ducha.**

Jest nejen účelno, nýbrž i vědecky zdůvodněno dělení přírodnin ve dvě skupiny — v **přírodniny neživé či anorganické** (nerosty, skály, hvězdy) a v **přírodniny živé-organické** (rostliny, zvířata, člověk).

Jak patrné, je pole přírodovědy nesmírně široké. Z důvodů specialisace práce se rozpadá studium přírody na řadu vědních oborů, z nichž každý má vlastní, více méně jasně vymezený úsek. Ty z nich, které se obírají přírodninami anorganickými, studují hmotu bez souvislosti s životem. Zabývají se vznikem a proměnami hmoty, vlastnostmi chemickými a fyzikálními. Sem náleží **astronomie, fyzika, chemie, mineralogie, geologie, petrografie**. Souhrnně je nazýváme **vědami anorganickými**.

Organickou část přírodovědy zajímá hmota a její vlastnosti potud, pokud slouží projevům života. Nazývá se také **biologií** (bios = život). Z praktických důvodů rozpadá se na: **botaniku, zoologii, antropologii**. Sem také počítáme vědy s charakterem praktickým, jimiž jsou na př. **lékařství, zvěrolékařství, fytopatologie** a j.; jejich úkolem je aplikace výtěžků vědy v praktickém životě.

Ač se přírodní věda rozpadá v řadu více méně samostatných oborů, lze mezi nimi zjistiti tu těsnější, jinde volnější vnitřní souvislost. Podobají se sobě metodou studia, cílem, o jehož dosažení se snaží, i předmětem, jímž se obírají. Mnozí přírodopisci se pokusili tuto vnitřní souvislost vyjádřiti speciální **klasifikací přírodních věd**.

Cílem přírodovědy je dokonalé a všestranné poznání přírody za účelem přispěti k vybudování názoru světového.

19. stol. uvedl do chemie anglický chemik a fyzik **Dalton**, jenž, snaže se vyložit zákon o slučování prvků a j., předpokládal, že 1. hmota je složena z tolika kvalitativně různých atomů, kolik je prvků, že 2. atomy jednoho prvku nelze měnit v atomy prvku druhého, a že 3. jsou to části dále nedělitelné.

Ukázalo se, že Daltonova atomová teorie je mylná, a byla nahrazena teorií Rutherford-Soddyho, která Daltonově teorii ve všech třech základních bodech odporuje.

Molekuly.

Molekuly jsou skupiny atomů, v něž se tyto sdružují již ve stavu elementárním (P_4 , O_2 a j. — jsou t. zv. molekulami stejnorodými), vždy však tvoříce sloučeniny. (Složení molekul vystihujeme známými chemickými vzorci. $CaCO_3$ značí molekulu uhličitanu vápenatého, složenou z jednoho atomu vápníku, jednoho atomu uhlíku a tří atomů kyslíku a pod. To jsou pak molekuly různorodé.)

Název i pojem uvedl do chemie italský chemik **Avogadro**.

O existenci molekul svědčí velmi názorně t. zv. **Brownův pohyb**. Je to trhavý a nepravidelný pohyb, jež jeví mikroskopické částice hmoty, ponořené v řídkých tekutinách (také ve vodě). Objevil jej r. 1827 angl. botanik Robert Brown (čti Braun), prostudoval a vyložil franc. chemik **Perrin** (čti Peren) jako pohyb způsobený nárazem volně se v tekutinách pohybujících molekul na tyto částice.



Obr. 1.

Dráha částice při Brownově pohybu zakreslená pomocí kreslicího stroje. (Dle Vesmíru.)

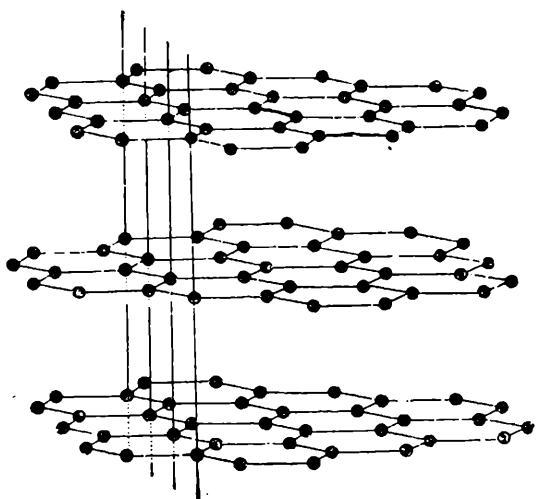
Velikost molekul je velmi nepatrná, ležíc ještě velmi daleko pod hranicí viditelnosti nejsilnějších mikroskopů. Průměr molekuly vody byl stanoven na $46 \cdot 10^{-9}$ mm, vodíku na $27 \cdot 10^{-8}$ mm. Této velikosti je úměrná i nepatrná hmota molekul. U vody činí $30 \cdot 10^{-24}$ g.

Atomy.

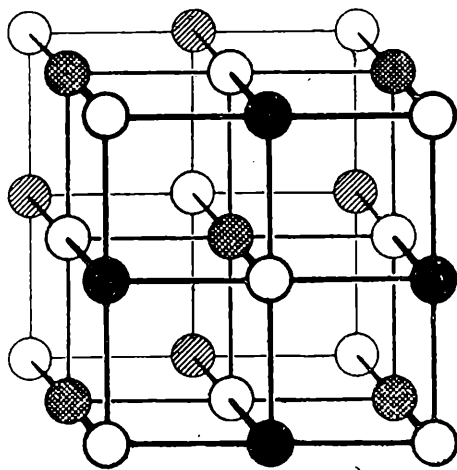
Tak jako o existenci molekul svědčí pohyb Brownův, tak zase na atomové složení hmoty velmi přesvědčivě poukazuje důmyslný **pokus Laueův**.

Mnichovský fyzik Max v. **Laue**, chtěje se přesvědčiti o povaze t. zv. paprsků Röntgenových, v nichž tušil světelné vlnění o nepatrné délce vlny, snažil se dokázati jejich ohyb.¹⁾

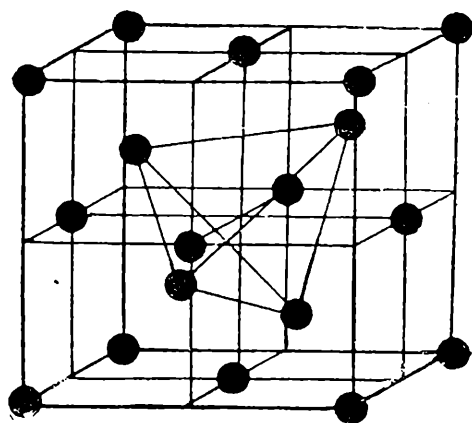
¹⁾ Srovnej kapitolu o ohybu světla v učebnici fyziky.



Obr. 2.
Prostorová mříž tuhy.



Obr. 4.
Prostorová mříž soli kamenné.



Obr. 3.
Prostorová mříž děmantu. Uhlík C je dimorfní, vyskytuje se jako děmant a tuha. Tyto dvě modifikace mají také dvě různé prostorové mřížky z čehož je patrné, že vlastnosti fyzikální jsou závislé na prostorovém rozložení atomů.

K ohybu světla používá se jemné, mechanicky zhotovené mřížky. Je to skleněná nebo kovová deska, na níž jsou jemným dělícím přístrojem vyryty hustě rovnoběžné vrypy (až 800 na šířku 1 mm). Čím má světlo kratší délku vlny, tím je třeba k jeho ohybu jemnější, t. j. hustší mřížky. Röntgenovo světlo nebylo lze dlouho ohnouti, jelikož je technicky nemožno vyrobiti tak jemnou mřížku, jež by odpovídala kratičké délce jeho vln (10^{-9}

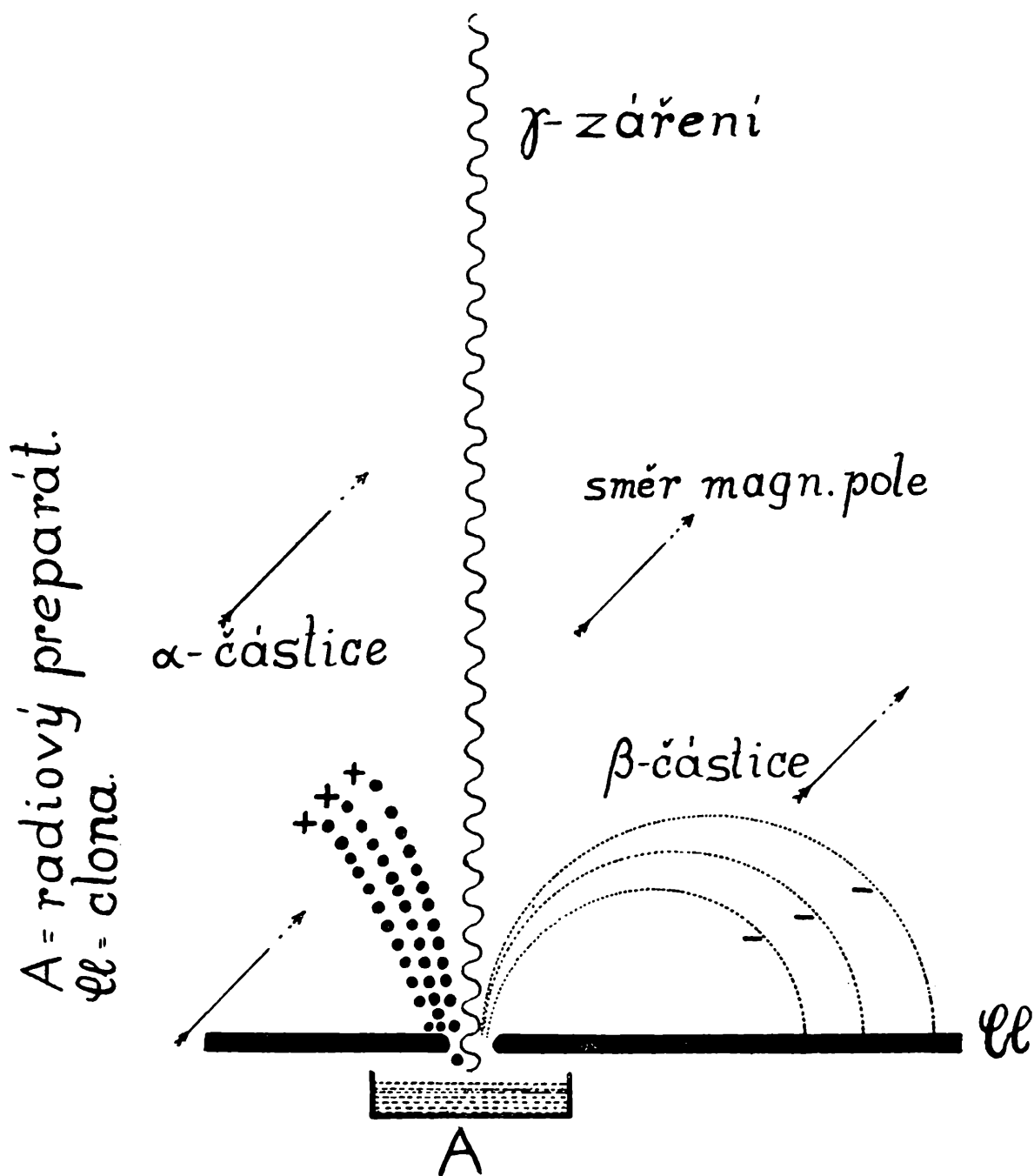
cm). Laue připadl na myšlenku použití jako mřížky k ohybu Röntgenova světla krystalů, o nichž se mineralogové domýšleli, že mají pravidelnou jemnou strukturu atomovou, v podobě prostorové mřížky. Pokus byl na návrh Laueův proveden tak, že úzký svazek paprsků Röntgenových byl propuštěn půlmilimetrovou destičkou, vybroušenou z krystalu průhledného minerálu a po průchodu zachycen na fotografické desce.

Vznikl pravidelný obrazec z temných skvrn, známka to, že Röntgenovy paprsky byly ohnuty v jemné struktuře krystalové mřížky. Tím byla nejen prokázána vlnová povaha těchto paprsků, nýbrž, což je důležitější, byl podán první **experimentální důkaz o korpuskulárním složení hmoty** a struktuře krystalů. Krystalografie z objevu Laueova velmi mnoho vytěžila. Bylo dokázáno, že vskutku krystaly představují prostorové mříže, tvořené atomy. Rozborem laueogramů se zdařilo do soustavy těchto mříží hlouběji proniknouti. Obr. 4. znázorňuje prostorovou mříž soli kamenné.

Stavba atomů.

Radioaktivita.

Chceme-li vniknouti do stavby atomů, je nezbytno seznámiti se především se základními úkazy zjevu, jež po vzoru manželů Curieových nazýváme **radioaktivitou**. Studium tohoto úkazu, třebaže se



Obr. 5.

Znázornění rozkladu Bec. záření mezi póly magnetu.

počíná teprve na přelomu minulého a tohoto století, přineslo netušené prohloubení názorů na podstatu hmoty a lze říci, že téměř všechny veliké objevy ve fyzice a chemii v našem století těsně souvisí s výsledky studia radioaktivity.

Radioaktivitou nazýváme schopnost samovolného rozpadu (t. j. neodvisle na vnějších podmínkách, jako na světle, teple, tlaku a pod.) **atomů některých prvků** (radioaktivních), **při čemž vzniká neviditelné záření** (t. zv. záření Becquerelovo).

Při bližším výzkumu Becquerelova záření bylo zjištěno, že je lze rozložit na tři složky. Nejpohodlněji toho dosáhneme, necháme-li je procházeti mezi póly silného magnetu. (Viz obr. 5.)

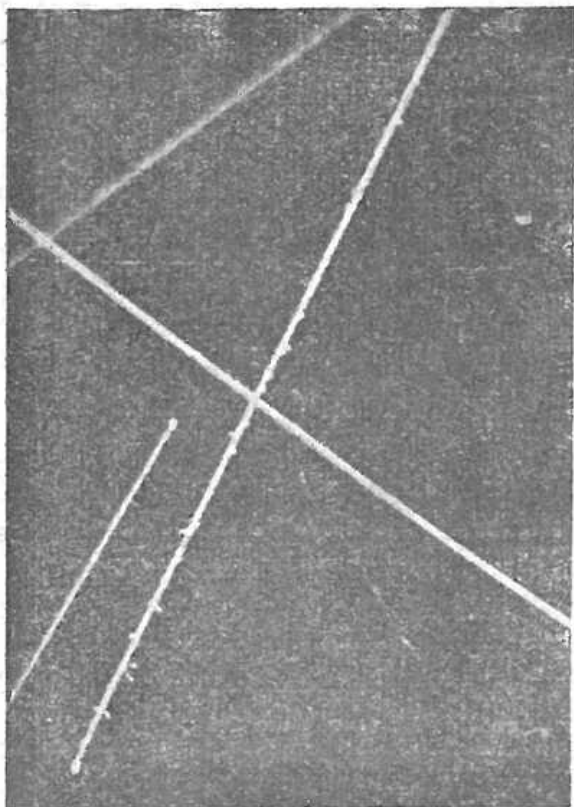
Je-li jižní pól vzadu, severní vpředu, pak se jedna složka Becquerelova záření ohýbá vpravo, druhá vlevo, třetí prochází nerušeně svislým směrem. Z toho plyne, že část první a druhá je hmotné povahy; první nese kladný, druhá záporný náboj elektrický. Ukázalo se vskutku, že jsou to v obojím případě nepatrné částice hmotné. Kladně nabyté byly nazvány α **částicemi**, záporně nabitě β **částicemi**. Zářením vlnové povahy ve vlastním slova smyslu je toliko část třetí — t. zv. **paprsky** γ . Jsou nehmotné, nemůže tedy na ně magnetické ani elektrické pole působiti.

Pouhým okem nejsou ani částice α a β , ani záření γ viditelné. Becquerelovi se prozradily působením na emulsi fotografické desky.

Důmyslnou metodu k fotografování α a β částic vypracoval americký fysik **Wilson** (1911). Vyšel z úkazu, že Becquerelovo záření ionisuje plyny (štěpí jejich molekuly na části kladně a záporně elektricky nabitě — ionty, čímž se plyny stávají elektricky vodivými). Wilson nechal Becquerelovo záření procházeti komorou, jejíž vzdušný obsah byl nasycen vodními parami. Obsah komory náhle zvětšil, čímž se vzduch uvnitř ochladil a vodními parami přesytil. Popud k srážení vodní páry dodávají paprsky α a β , jež ionisují po své dráze molekuly vzduchu a na iontech se pak srážejí kapičky vodních par. Dráhy α i β částic se pak stávají alespoň na krátkou dobu viditelnými — jsouce se strany osvětleny — a lze je fotografovat. Wilsonova metoda se nazývá **metodou mlžných drah**.

α **částice** (nepřesně α záření) jsou hmotné partikule, opatřené dvěma jednotkovými náboji kladnými.¹⁾ Rychlost letu těchto částic je u různých radioaktivních prvků různá. Nejmenší byla stanovena u uranu I. (U.) — 14.000 km ve vteřině. Jejich ionisační dráha končí se náhle. Délka je odvislá od počáteční rychlosti a prostředí. Nazývá se **doběhem**. U nejrychlejších je 11.5 cm. Dráha je přímá. (Viz obr. 6.) Pevnými hmotami pronikají α částice velmi nepatrně. Už tenkým listem papíru je lze zastavit. Jsou totožné s tak zv. **heliovými kanálovými paprsky**.

¹⁾ Jednotkový náboj či náboj 1 elementárního množství je náboj 4.77×10^{-10} absol. jednotek elektrostatických = 1.592×10^{-19} coulombů. Toto množství elektriny je nejmenším možným elektrickým nábojem; odtud se nazývá též elementárním elektrickým kvantem.



Obr. 6.
Stopy α -částic.

β částice jsou rovněž nepatrné částčky hmoty. Jsou asi $7.400 \times$ lehčí než α částice. Jejich hmota je 9.10^{-28} g, průměr 10^{-19} cm. Jsou negativně nabitý jedním jednotkovým nábojem záporným. Rychlost letu je opět u různých radioaktivních prvků různá. Nejrychlejší letí téměř rychlostí světla — 297.000 km za vteřinu. Je to dosud nejrychlejší pohyb hmoty, který známe. Dráha je křivolaká. Směr letu mění ve vzduchu molekuly plynů, na něž částice narážejí. Jejich pronikavost je mnohem větší než α částic. Pohlť je teprve šesticentimetrová plotna hliníková. Jsou totožné s t. zv. **paprsky katodovými**.

γ paprsky je nehmotné elektromagnetické záření o nepatrné délce vlny. Jsou shodné s Röntgenovými paprsky, liší se pouze ještě

kratší délkou vlny, čili větší tvrdostí. Nejtvrdší z nich pronikají patnácticentimetrovou plotnou olověnou.

Výklad Becquerelova záření se zdarem podává moderní atomová teorie hmoty takto: Becquerelovo záření má původ v rozpadu atomů radioaktivních prvků. Atom je také složen z několika druhů hmotných částic, jež jsou zároveň základem veškeré hmoty. Jsou to **protony, neutrony a elektrony**. Elektrony jsou totožné se zmíněnými β částicemi. Jsou to vlastně elementární náboje záporné elektřiny. Bližší úvahy a pokusy vedou k poznání, že hmota elektronu je povahy elektromagnetické. K tomuto závěru, vztahujícímu se na hmotu a energii vůbec, dochází moderní fyzika i jinými cestami. Hmota by pak byla jen zvláštním stavem energie. Druhou základní částí hmoty jsou protony. Jsou 1.840krát hmotnější než elektrony a jsou ozařeny jedním jednotkovým nábojem kladným. Dle některých badatelů jsou protony nejmenším dílem kladné části elektřiny. Neutrony jsou vahou shodné s protony, nemají však náboje. α částice jsou složeny ze dvou protonů a dvou neutronů.

Nejjednodušší atomovou stavbu má nejlehčí prvek **vodík** (at. hmota = 1). Jeho atom se skládá z jediného protonu, který jako jádro nehybně stojí uprostřed atomu a kolem něho krouží jediný elektron asi tak, jako Země kolem Slunce. Negativním nábojem elektronu je vázán pozitivní náboj protonového jádra, atom se pak

jeví elektricky neutrální. Rychlost oběhu elektronu je větší než rychlost oběhu planet kolem Slunce. Otáčení elektronu kol protonu jest nutné, jinak by lehčí elektron byl přitážen protonem do středu a atomová stavba by tím byla porušena.

Atomy všech ostatních prvků jsou složitější než atom vodíkový. Atom **helia**, prvku o atomové hmotě nejbližší vyšší (4), má jádro čtyřikrát hmotnější než atom vodíkový a opatřené dvěma jednotkovými náboji kladnými. Jádro heliové je totožné s α částicemi. Z toho důvodu při rozpadu těch radioaktivních prvků, které vydávají α částice, možno zjistiti tvořící se helium. Také kanálové paprsky heliové nejsou ničím jiným, než heliovými jádry zbavenými obíhajícími elektrony. Vymrštěná α částice přibere z okolí dva elektrony a mění se tak v atom helia. Je tedy atom helia složen ze dvou elektronů oběžných a ze dvou protonů a dvou neutronů tvořících jádro. Nejsložitější atom má nejhmotnější prvek **uran** (at. váha = 258). Kolem jeho jádra krouží 92 elektronů.

Rozměry atomů jsou nepatrné (Rozměr jádra = asi 10^{-12} cm, rozměr atomu = 10^{-8} cm.) Mezi jednotlivými atomy jsou asi stejně velké volné prostory, jako jsou rozměry atomů. Je tedy vlastní hmota v tom, co v běžném smyslu hmotou nazýváme, velmi řídce rozložena. Anglický fysik a astronom J. H. J e a n s (čti Džins) vyjadřuje tyto poměry následovně: »Šest prášků vznášejících se po ohromně rozlehlé nádražní dvoraně může býti obrazem, jak prostor je vyplněn hvězdami, ale spíše je vyplněn ještě méně. A stejně několik vos — šest v atomu uhlíku — poletujících v téže dvoraně, je obrazem, jak je atom vyplněn elektrony; vše ostatní je prázdnota.« (V knize »The Universe about us« — Vesmír kolem nás.)

O atomové hmotě rozhoduje vlastně jenom hmota jádra atomového, to je jeho protonů a neutronů. Hmotu oběžných elektronů lze pro jejich nepatrnost zanedbat. (Elektron je — jak řečeno — asi 1.840krát lehčí protonu.)

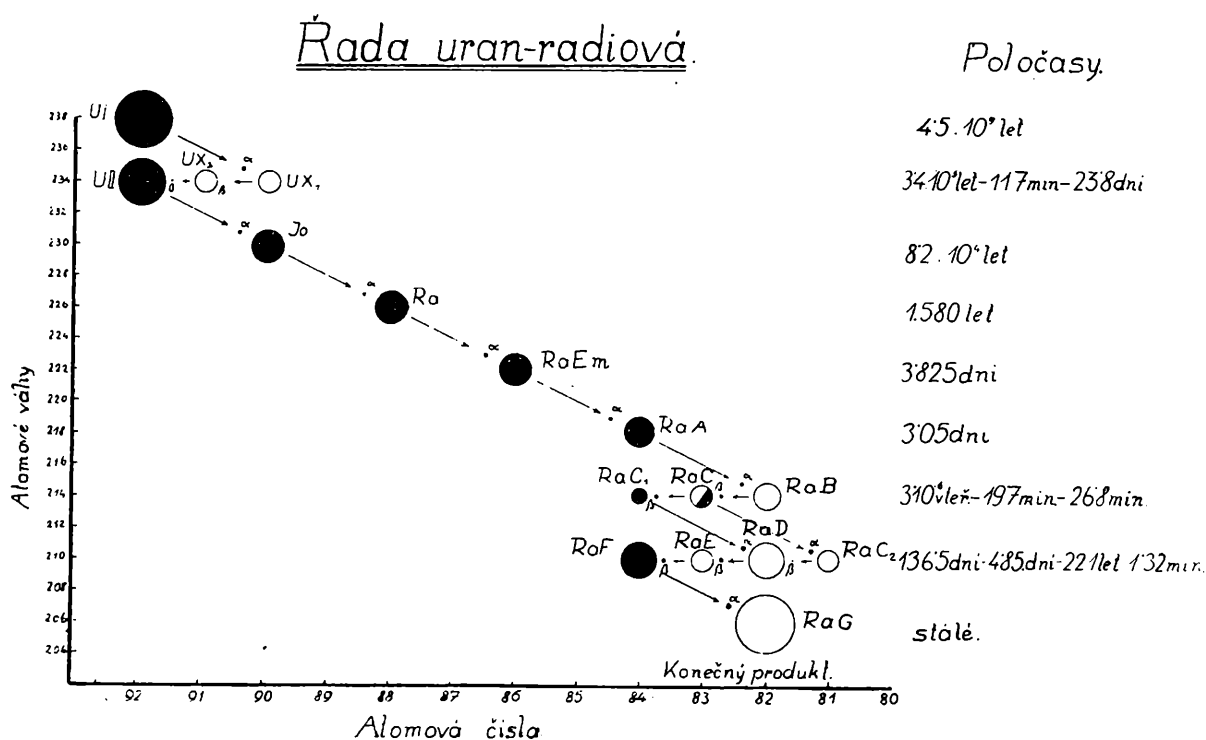
Vedle atomové váhy prvku, uvádějící, kolikrát je atom prvku těžší než atom vodíku či přesněji než $\frac{1}{16}$ at. váhy kyslíku, je důležitou veličinou charakterisující atom t. zv. **pořadové číslo atomové**. Je to počet jednotkových volných kladných nábojů jádra, čímž vyjadřuje zároveň počet elektronů jádro obíhajících. Tak na př. vodík má at. číslo 1, helium 2, uran 92. **Vlastnosti jednotlivých prvků i jejich sloučenin jsou periodicky závislé na těchto atomových číslech.**

Rozpad atomů radioaktivních prvků.

Radioaktivitu projevují prvky o vysokém atomovém čísle, z čehož je patrna labilnost v jejich atomové stavbě. Rozpad se počíná

v jádru, které z neznámých dosud příčin vysílá buď elektrony nebo α částice, neb obojí, při čemž rozpad doprovází γ -záření.

Je-li vymrštěna jádrem atomu α částice, klesá jeho atomová váha o 4, jelikož však zároveň ztrácí jádro dva volné jednotkové náboje kladné, klesá i jeho atomové číslo o 2. Opustí-li atom β částice, at. váha se nemění. Odchodem oběžného elektronu, t. j. odchodem jednoho jednotkového náboje záporného, se uvolní v jádru jeden náboj kladný, čímž vzrůstá o jednu pořadové číslo atomové. Jakoukoliv změnou at. čísla se však mění i vlastnosti prvku, jež jsou pe-



Obr. 7.
Schematické znázornění rozpadové řady uran-radiové.

riodicky na at. číslech závislé, čili atom jednoho prvku se mění v atom prvku druhého o stejné at. hmotě. Pokračuje-li rozpad jádra dále — jak tomu u radioaktivních prvků vsutku je —, tvoří se atomy vždy nových prvků. Prvky, vznikající jedny z druhých, lze sestavit v řadu. Takové řady jsou známy tři, a to řada **uran-radiová**, řada **aktiniová** a řada **thoriová**.

Časový interval přechodu určitého množství radioaktivního prvku v druhý je u různých prvků různý. Všeobecně lze říci o době rozpadu určitého množství radioaktivního prvku toto: Rozpadne-li se za určitý čas určité množství radioaktivního prvku na polovinu, pak zbývající polovina za též čas rozpadne se zase na polovinu (tedy na $\frac{1}{4}$ původního množství) atd. Tuto dobu, charakterisující rozpado-
vou rychlost radioaktivního prvku, nazýváme jeho **poločasem**.

Obrázek 7. znázorňuje schematicky rozpadovou řadu uran-radiovou.

Čísla podle pořadnice udávají at. váhu prvků, čísla pod úsečkou jsou at. čísla pořadová, čísla v pravé koloně jsou poločasy. Prvky vysílající pouze α částice jsou znázorněny plně vytaženými kroužky. Vysílají-li pouze β částice, jsou označeny kroužky prázdnými. Vysílají-li obojí, jsou vytaženy jen zcela.

Řada počíná prvkem U I (Uran I.) o at. váze 238 a o poř. čísle atomovém 92. Poločas jeho je $4.5 \cdot 10^9$ let. U I vydává pouze α částice. Mění se v U X₁ (Uran X₁). Ztrátou α částice klesne at. váha nového prvku o 4 na 234, ztrátou dvou jednotkových nábojů kladných klesne původní at. číslo U I na 90 u U X₁. U X₁ vysílá pouze β částice. Tím se zvýší v jádru kladný náboj o jedno jednotkové množství, čímž pořad. číslo at. stoupá z 90 na 91. Atom. váha se nemění. Vzniká atom nového prvku U X₂, jenž je velmi krátkého trvání (poločas 1.17 min.). Jeho atom vymršťuje β částice. Tím opět při nezměněné váze at. stoupá pořadové číslo at. na 92, což je pořadové číslo původního U I. Nový prvek U II má tytéž vlastnosti, až ovšem na at. hmotu, jako U I. Takové prvky, jež při různé at. váze mají tytéž vlastnosti, nazýváme **isotopy** a klademe je na stejné místo v periodické soustavě prvků. (Isos = stejný, topos = místo.) Další postup řady vyplývá z tabulky. Prvky přecházejí v sebe v následujícím pořádku: U II. — ioninium — radium — radon či radiová emanace — radium A — radium B — radium C. To je jeden ze tří prvků vydávajících částice α i β . Mění se tudíž současně ve dva prvky, v radium C₁ a radium C₂, jež oba se rozpadají v radium D. Rozpad pokračuje v radium E — radium F (či polonium) — radium G, jež je isotopem olova o at. váze 206 (at. váha obyčejného olova je 207.2). Radium G či radiové olovo je prvek neaktivní, jím se tedy řada uran-radiová končí. Olovem končí také druhé dvě řady.

Čekali bychom, že rozpadem určitého váhového množství uranu dle zákona o zachování hmoty musí vzniknouti totéž množství rozpadových produktů, t. j. olova a helia. Dá se však dokázat, že součet hmoty olova a helia je o $2^0/_{00}$ menší než hmota původního uranu. Zbytek uniká v podobě γ záření, t. j. v elektromagnetické energii. Ta je v atomu uranu nezbytná k soudržnosti jeho stavby. Jakmile však se tato soudržnost rozpadem jádra uvolní, uvolní se i elektromagnetická energie. Tím se znovu potvrzuje, že záření má svou hmotu, byť velmi nepatrnou. I dlužno tudíž vedle elektronů, protonů a neutronů přičísti ku stavbě atomu ještě elektromagnetickou energii.

Umělé rozbíjení atomů.

V atomech je obsaženo veliké množství energie. Je to jednak elektromagnetická energie unikající při rozkladu atomu v podobě γ -záření, jednak pohybová energie jeho částic, která se posléze mění v teplo. Odhaduje se, že v několika miligramech radia je obsaženo takové množství energie, že by mohlo hodinu poháněti motor o několika koňských silách. Tato energie se však uvolňuje velmi zvolna. Poločas radia je 1.580 let. Takto pozvolně vyzařující energie je ovšem prakticky nepoužitelná. Nicméně okolnost, že v atomech hmoty máme ohromná kvanta energie, vzbudila otázku, zda by nebylo lze rozpad radioaktivních prvků urychlit nebo i z neradioaktivních hmot umělým rozbitím jejich atomů energii uvolnit a prakticky jí používat. Zrychlit rozpad radioaktivních prvků se do-

sud nezdařilo ani zvýšenou teplotou ani pomocí elektřiny a magnetismu, ani jakýmkoliv jiným zásahem.¹⁾ Podobně se nezdařilo touto cestou rozbít atomy prvků neradioaktivních.

Atom představuje stavbu o vysoké koncentraci energetické. Má-li být jeho stavba rozrušena, je nezbytno získati obdobnou vysokou energetickou koncentraci.

Příroda sama však nám poskytuje potřebnou energetickou koncentraci v pohybové energii α částic, jež při poměrně značné hmotě letí rychlostí až 20.000 km ve vteřině. I byl nasnadě pokus, který navrhl anglický chemik Ramsay, využití vymršťovaných α částic k rozbití atomů prvků neradioaktivních tak, že jejich jádra budou α částicemi bombardována.

Laboratorní pokusy v tomto směru konané se zdařily a již řada atomů prvků byla rozbita. Nejprve se to podařilo u jader dusíkových. Z jádra jejich jsou vymršťovány protony, které přibravše elektrony, mění se v zář v atomy vodíkové. Leč praktické ceny tyto pokusy zatím nemají z několika důvodů. Především proto, že si lze opatřit poměrně málo α částic pro vzácnost radioaktivních látek. **Rutherford**, jemuž se takto prvně podařilo rozbít atomy dusíku, zjistil, že teprve asi $\frac{1}{2}$ milionem α částic lze zasáhnouti jedno jádro dusíkového atomu, což vyplývá ze zmíněného řídkého rozložení atomových jader ve hmotě. Prakticky konečně nelze tyto pokusy aplikovati také proto, že jsou velmi drahé. Pomýšlí se nyní na to vyrobti uměle α částice pomocí kanálových trubic. To se skutečně již děje, leč rychlost těchto uměle vyrobených α částic je zatím malá. Dosáhly by žádoucí rychlosti při užití vysokého napětí elektrického o několika milionech voltů. Toho bylo již dosaženo, avšak množství nového prvku takto získané je minimální a prakticky bezvýznamné. Ještě lepším bombardovacím prostředkem atomových jader se ukázal neutron.

Nicméně vedly tyto pokusy k novým důležitým objevům ve stavbě atomů. Ukázalo se totiž, že elektrony a protony nelze považovati za jediné stavební částice atomů, nýbrž byly objeveny dva další — positron a neutron. První o hmotě elektronu, avšak s jednotkovým nábojem kladným, druhý s hmotou protonu bez elektrického náboje. Positron vzniká přímo s elektronem z γ záření přeměnou energie ve hmotu. Takto je fyzikální rovnocennost hmoty a energie znovu doložena.

1) Tohoto zjevu se využívá k přibližnému určení absolutního stáří hornin, nerostů i Země. Známe-li rozpadovou rychlost, můžeme z poměru rozpadových produktů k nerozpadlému dosud množství původní radioaktivní látky vypočítati dobu, po kterou se rozpad dál; lze-li pak dokázati, že radioaktivní látka vznikla současně se svým okolím, lze určit i stáří okolních hornin. Absolutní stáří Země bylo takto přibližně určeno na 1.400 milionů let.

Praktické použití atomové energie.

V lednu r. 1939 zjistil francouzský profesor **Frédéric Joliot**, že jádro uranového atomu se při srážce s neutronem rozbíjí ve dva radioaktivní zlomky, při čemž se uvolňuje značná energie. Možno tedy energii získat rozpadem složitějších atomů v jednodušší. Tyto proměny jsou, jak jsme viděli, vlastní podstatou radioaktivity. Neopatrnému množství energie, uvolňovanému radioaktivními účinky v přírodě, se připisuje teplo naší země a někteří geologové v něm vidí původce magmatických krbů.

Na problému uvolnění energie z hmoty k účelům válečným a technickým se pracovalo za světové války 1939—1945 hlavně v USA, kde se podařilo štěpením uranu vyrobit uměle dva nové prvky — **neptunim-Np** a **plutonium-Pu**.

Uran 238 + neutron = uran 239 či plutonium.

Plutonium se štěpí nárazy neutronů dále, počet rozpadů roste geometrickou řadou a nastává »**řetězová reakce**« a »**lavinovité uvolnění energie**«, končící atomovým výbuchem. To je podstata atomové pumy.

První važitelná množství plutonia byla vyrobena ve zvláštním přístroji cyklotronu na kalifornské universitě; dnes je vyrábějí ve značném množství v t. zv. »**atomové peci**«.

Při vynálezu atomové pumy šlo badatelům (**Mc Millan, Fermi, Lawrence, Wahl** a j.) o uvolnění atomové energie rázem. Pro průmyslové využití atomové energie jde naopak o to, zabrzdit rychlost uvolňování atomové energie, aby jí bylo možno užítí s prospěchem k užitečné práci a k prospěchu lidstva. Atomová energie není jen otázkou vědeckou, nýbrž především politickou, takže průmyslové zužitkování atomové energie je otázkou dalšího vývoje atomové politiky v budoucnosti.

V USA je již v provozu »**atomová centrála**« v Pittsburgu o výkonnosti 600.000 kW, která pracuje jako tepelný generátor. Není jistě daleko doba, kdy »malé atomové centrály« budou použity k pohonu dopravních prostředků. Jejich vyřešení souvisí hlavně s otázkou ochrany proti zhoubným účinkům nadměrného množství radioaktivního záření, uvolňujícího se při řetězové reakci.

V atomové energii je skryta smrt i život budoucího lidstva a proto je obrácen k atomové energii zájem mírových i hospodářských institucí celého světa.

Světlo a hmota.

Sluneční světlo rozkládáme hranolem na barvy duhové, barevné světlo rozkládáme dále na spektrální čáry a každá čára jest pro nás vlna určité délky. Světelnou vlnou si vysvětlujeme odraz světla, vlna

nás vede při lomu světla, šíření světla v kuloplochách vede k hlubšímu pochopení přímočarého šíření světelných paprsků, zároveň však také vysvětluje odklon od přímočaré cesty způsobený malými překážkami. Po průchodu malou skulinkou světlo totiž uhýbá z přímočarého směru. I tento ohyb světla uspokojivě řeší světelná vlna. A ničení světla světlem čili interferenci světla nedovedeme si vůbec jinak představit než souhrou dvou vln, které se na určitých místech ve svém účinku vzájemně ruší a tím světlo jedné vlny světlo vlny druhé ničí.

Naprostě odlišnou představu vytvořil v roce 1905 pozdější tvůrce teorie relativity **Einstein**: Světlo bylo pro něj tělískem jako malé zrunko hmoty. A vskutku dnes víme, že světelné tělísko, zvané foton se sráží s tělísky obyčejné hmoty, na př. s elektrony, dnes počítáme jednotlivé fotony podle záblesků na fluorescenčním stinítku a dokonce známe energii gravitační, jakou se vyznačuje hmota těžká, i u fotonu.

Einsteinův foton nemění ovšem nic na skutečnosti, že lom, ohyb, interferenci a jiné zjevy tohoto druhu nelze jinak vyložit než světelnou vlnou. Vlna tato zase nemění nic na skutečnosti, že pokusy pozorující energii světla lze vyložit pouze tělískem, fotonem. Fysika vyvodila z této nepřekonatelné rozdvojenosti názorů na světlo jediný možný důsledek: uznala, že světlo má dvojí povahu podle dvojího pohledu, kterým jej experimentálně zkoumáme: jeden druh experimentu ukazuje vlnivou povahu, druhý druh experimentu ukazuje tělískovou povahu světla. Jest tedy světlo tělískem i vlnou zároveň.

Tělísková povaha světla vlnivého vedla francouzského fysika de BROGLIE-ho v r. 1924 na odvážnou myšlenku, že by podle obdoby světla i obyčejná hmota měla ukazovat vedle svých známých vlastností tělískových povahu vlnivou. Pokusy potvrdily jeho názor a dnes provádíme odraz hmotných vln, ohyb hmotných vln i jejich interferenci právě tak jako s vlnou světelnou. Platí proto i pro hmotu, že má povahu tělíška i vlny zároveň. V tom se světlo a hmota sobě úplně podobají.

Není ovšem pravda, že světlo a hmota nejsou k rozeznání. Především to víme ze zkušenosti a spíše nám dělá potíže nový poznatek podoby. Ale i po stránce vědecké jest zde rozdíl, neboť obyčejnou hmotu známe v klidu i v pohybu. Světlo naproti tomu známe pouze v pohybu. Pak má světlo vždy stejnou a to největší možnou rychlost. Obyčejná hmota má zase všechny možné rychlosti, ale nikdy nedosáhne největší rychlosti, která je právě výsadou světla. I když nemůžeme proto tvrdit, že světlo je totéž co hmota obyčejná, víme, že mají mnoho společných znaků a z nich jako nejdůležitější znak dvojakosti (také komplementarity čili doplňkovosti), podle kterého

u světla lze rozlišiti povahu vlnivou i tělískovou a u hmoty rovněž. na tak.

Dvojakost jest ovšem těžko názorně představitelná. Nejvíce se ještě přiblížíme k pravému stavu věcí, jak jej vystihuje matematická teorie, představíme-li si hmotu jako neviditelně jemnou vlnící se mlhu a v ní tu a tam zrnko do viditelnosti zhuštěné mlhy. Jeden druh pokusů nám zaznamenává tu mlhu a nic nepraví o tělískách, jiný druh pokusů zase jen zachycuje tělíska, uzlíčky to mlhoviny a nezachycuje mlhu samu. Při pohybu se pohybuje mlha i s uzlíčky. Světlo pak se liší od obyčejné hmoty v tom, že jeho uzlíčky jsou možné teprve při největší rychlosti, jinak nikoliv. Proto světlo nelze zabrzdit jako hmotu obyčejnou a už teprve ne zastaviti. Fysika se také vyjadřuje, že světlo nemá hmotu klidovou. Zastavíme-li přes to světlo, tak je ničíme, jak se to děje při pohlcování světla.

Shrneme-li tyto nové poznatky o hmotě a světle, můžeme říci:

Hmotu je souvislé tkanivo jemného vlnění protkané uzlíky tělískovými a schopné různých rychlostí včetně klidu.

Světlo je také souvislé tkanivo jemného vlnění protkané uzlíky tělískovými a schopné pouze největší v přírodě se vyskytující rychlosti.

Souhrn moderních poznatků o hmotě:

1. **Veškerá hmota je jednotně vystavena.**
2. **Hmotu je souvislé tkanivo jemného mlžného vlnění protkané uzlíky tělískovými, schopné různých rychlostí včetně klidu.**
3. **Světlo je také souvislé tkanivo jemného mlžného vlnění protkané uzlíky tělískovými, schopné pouze největší v přírodě se vyskytující rychlosti.**
4. **Hmotě lze připisovati energii právě tak jako světlu, různým druhům vlnění a jiným pohybovým stavům.**

B) Kosmogonie.

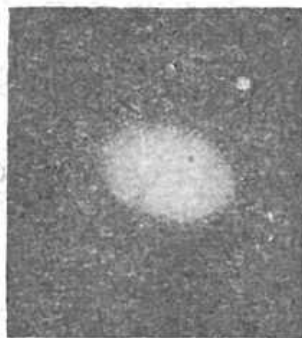
Teorie o vzniku vesmíru.

Kosmogonické teorie, t. j. teorie vykládající vznik a vývoj vesmírových těles, počítají zpravidla s hmotou, již vesmír obsahuje, už jako s danou. Někteří fysikové a astronomové jdou však ve svých úvahách ještě dále a z t. zv. zákona o entropii dovozují, že vesmír nelze považovati za věčný, nýbrž, že musil míti počátek, právě tak, jako se svým vývojem blíží ku konečnému stadiu, jež bude charakterisováno přeměnou veškeré energie v **teplo**, druh to energie, jejíž proměna v energii jinou bude dále nemožná. Nastane povšechné tepelné vyrovnání. Za takového stavu nebudou moci žítí žádné organické bytosti. Toto předpokládané konečné stadium ve vývoji vesmíru bývá nazýváno »**tepelnou smrtí**«.

Č. 1.



Č. 2.



Č. 3.



Č. 4.



Č. 5.



Obr. 8.

Vývoj mlhovin od tvaru kulovitého (č. 1.) až k silně sploštěnému (č. 5.)
(Z Jeansovy knihy »Vesmír kolem nás«.)

Zpravidla se předpokládá, že na počátku byla veškerá hmota vesmíru stejnoměrně rozptýlena v prostoru, tvoříc jakousi **pramlhovinu**. Ta se později rozpadla v menší mlhovinné celky. Tyto **podružné mlhoviny** (některé se dosud v tomto původním stadiu nalézají) podléhaly dalšímu smršťování, jež, neprobíhající stejnoměrně, vyvolalo nesouměrné proudy, jichž výsledkem byla **rotace** mlhovin. Astronomové popisují takové rotující mlhoviny. Velká mlhovina v souhvězdí Andromedy rotuje na povrchu rychlostí několika set km ve vteřině. Pro svou obrovitost potřebuje však k jednomu otočení asi 19 milionů let.

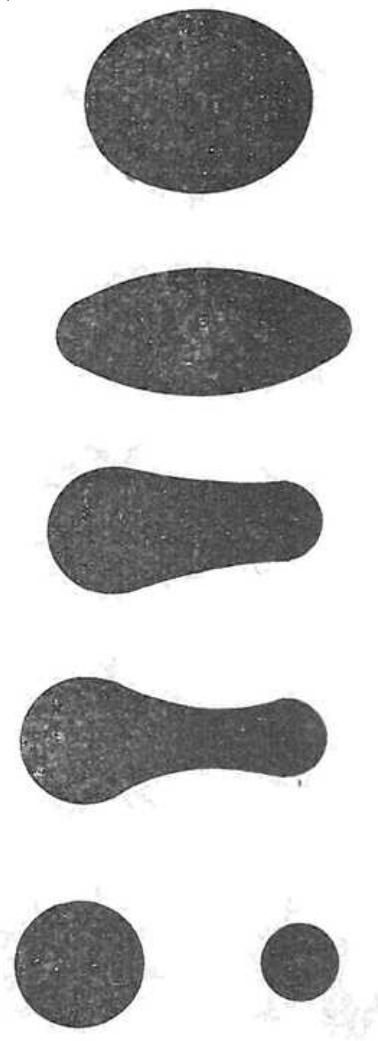
Kdyby mlhoviny nerotovaly, měly by **tvár kulovitý** (obr. 8., č. 1). Rotací se však na pólech oplošťují, na rovníku rozšiřují, přijímajíce nejprve tvar **geoidu** (č. 2). Zmenšuje-li rotující těleso objem, zvyšuje se nezbytně rotační rychlost, čímž se mlhovina dále oplošťuje, dostávajíc **tvar vypuklé čočky** (obr. 3), až konečně při určité rychlosti se nejrychleji rotující hmota v okolí rovníku rozprostře v **plochý prstenec** (č. 3 a 5), rozložený v rovině rovníku. Popsaná stadia znázorňuje obr. 8.

Pro popsáný vývoj máme doklady ve tvarech různých mlhovin jak ukazují přiložené fotografie.

Poslední stadium považuje se za kolébku hvězdných těles. Gravitační se hmota rovníkových prstenců zhušťuje kol hmotnějších jader, jež jsou základem **nových hvězd**.

I tehdy, když se hmota rovníkového prstence rozpadla na hvězdy, uplatnila se její rotace v rotaci těchto hvězd, jež se pak při dalším jejich smršťování zvyšovala. Vlivem chladnutí se žhavé plyny srazily ve žhavou **tekutinu**. Tvar, jež přijala rotující tekutá hvězda, byl jiný než tvar rotující mlhoviny. S počátku to byl sice také **tvar geoidický**, později však při zvyšující se rotační rychlosti dostala tvar **trojosého elipsoidu**. Jeho hmota se dále koncentrovala kol dvou jader, ležících na nejdelší ose tohoto tělesa, až se konečně celý útvar rozpadl ve dvě nová více méně **kulovitá tělesa**. Vznikla t. zv. **dvouhvězda**. Také dvouhvězd znají hvězdáři značný počet. Schematicky vznik dvouhvězdy naznačuje obr. 9.

Teoreticky se dá odvodit, že dvouhvězdy se v dalším vývoji od sebe vzdalují a



Obr. 9.

Schematické znázornění vzniku dvouhvězdy. (Dle Jeanse.)

jednotlivé hvězdy se mohou naznačeným způsobem dále štěpiti v nové dvouhvězdy, čímž vznikají t. zv. **podružné soustavy hvězd**.

Probíhala by tedy dle toho tělesa kosmická těmito vývojovými stadii **pramlhovina — podružné mlhoviny — hvězdy — dvouhvězdy — podružné systémy hvězdné**.

Do některého z těchto vývojových stadií, druhým počínajíc, lze zařaditi téměř všechna známá tělesa kosmická. K tomu dlužno ještě dodati, že ne všechny hvězdy musí nevyhnutelně projíti stadiem dvouhvězdy. Vývoj se může na stadium třetím zastaviti.

Valná část stálic je nyní ve stadiu obrovských koulí žhoucích plynů.

Teorie o vzniku soustavy sluneční.

I. Teorie Kant-Laplace-ova. První vážnou domněnkou o původu naší planetární soustavy vyslovil v r. 1755 německý filosof **I. Kant** (»Všeobecný přírodopis a teorie nebes«). Roku 1796 vybudoval obdobnou teorii ve formě dokonalejší a matematicky propracované francouzský hvězdář **Laplace** (»Exposition du systeme du monde«). Obě teorie bývají spojovány pod názvem »**teorie Kant-Laplaceovy**«.

Laplace vyšel ze stavu **praslunce** obklopeného rotující mlhovinou. Ochlazováním se mlhovina smršťovala stále rychleji rotujíc. Původní kulovitý tvar mlhoviny měnil se v tvar čočkovitý, nejširší v rovině slunečního rovníku, kde rotace byla nejrychlejší. Další ochlazení, smršťování a zrychlování rotace se projevilo tím, že část hmoty v rovině rovníkové se rozprostřela v plochý prsténec, asi takový, jaký obklopuje planetu Saturn. Hmota prsténce se konečně zhustila v nové těleso, zatím co mlhovina vytvořila další prsténce, z nichž se rodily další planety. Obdobně se vytvořily družice některých planet.

Teorie Kant-Laplace-ova, opírající se rovněž o pozorování kosmických těles, obstála celé století. Teprve ku konci století minulého a na počátku našeho nahromadilo se proti ní tolik námitek matematických a fyzikálních, že byla opuštěna.

Z ostatních teorií nejvíce pozornosti vzbudila t. zv. **teorie slapová**.

Teorie slapová. O propracování této teorie zasloužil se zejména anglický hvězdář **James Jeans** (Džejms Džins). Dle ní v blízkosti původního Praslunce prolétlo jiné veliké těleso kosmické, jež svou gravitací zdvihlo na povrchu Slunce mocnou **slapovou vlnu** vřetenovitého tvaru. Když se toto těleso vzdálilo, nepadla vlna zpět na Slunce, nýbrž její hmota se soustředila kol několika center, — vznikly **planety**.

Jeans tuto teorii důkladně propracoval po stránce fyzikální i matematické a zdařilo se mu její pomocí vysvětliti řadu zvláštností naší planetární soustavy, na př. také tu, že nejmenší planety se pohybují

na drahách Slunci nejbližších a nejvzdálenějších, velké jsou uprostřed, což lze snadno vyložit z předpokládaného tvaru slapové vlny.

Zrod družic vysvětluje Jeans slapovými vlnami, vzniklými na nových planetách gravitací sluneční, když na počátku, pohybující se na neustálených drahách, se přiblížily ke Slunci.

Vývoj Země.

Vznik pohoří a hornin.

Kdyby byl vývoj Země probíhal klidně, bez poruch, byla by utuhla v pevný kulovitý útvar, pokrytý stejnoměrným obalem **hydro-sféry**. Tak tomu však nebylo. Počáteční slabá kůra pevných hornin neodolala neklidnému jádru, prolamovala se a tříštila. Leč ani později, když kůra zemská byla již dostatečně silnou, aby odolala nárazům jádra, nevyvíjel se povrch zemský klidně. Vznikaly hory i celá pohoří působením rozličných sil **vnitřních (endogenních)** i **vnějších (exogenních)**.

Silami vnitřními vznikla pohoří jednak vulkanická (**České středohoří**), jednak **vrásnatá**, vytvořená zpravidla v dlouhých **pohořích řetězovitých (Karpaty)**.

Síly exogenní působí spíše destruktivně. Z pohoří vrásnatých vlivem dlouhodobé **denudace** zůstávají pouze jádra či **trupy** — **pohoří trpovitá (Český masiv)**. Konečně působením **větrné a vodní erose** a **odnosu** vznikají v kůře zemské hluboké rýhy, měnící se v údolí. Kraj nabývá vzhledu pohoří — **pohoří tabulovitá (Českosaské Švýcarsko)**.

Pokud se týče pohoří vrásnatých, nevykládáme si jejich vznik tak prostě jako dříve, kdy vrásnění bylo vykládáno jako přizpůsobení se povrchu vychládáním zmenšujícimu se jádru. V nových teoriích vysvětlujících vznik pohoří vrásnatých hrají důležitou úlohu t. zv. **geosynklinaly**, jakési to slabiny v kůře zemské, jež po delší dobu zvolna poklesají jsouce zatěžkávány novými a novými usazeninami. Z nevysvětlitelných dosud příčin vnitřních tyto slabiny se nakonec mocně vyboří a vytvářejí tak vrásnatá pohoří o složité stavbě. K vybudování této nové teorie přispělo zejména podrobné studium stavby Alp a Karpat.

Také názor na původ magmatu, z něhož jsou budována pohoří vyvřelá, se značně pozměnil. Původ magmatu se klade do t. zv. magmatických výhní, velikých dutin v kůře zemské, naplněných žhavými tekutými horninami. Dle některých novějších názorů vzniká magma druhotně z hornin již utuhlých za zvláštních podmínek při horotvorných pochodech.

Není také jednoty v nazírání na vznik nynějšího rozložení pevnin a moří. Jisto je, že jejich rozložení se během geologických dob

podstatně měnilo, jak nám přesvědčivě ukazuje zejména zoo- a fyto-geografie. Starší teorie počítá se stálými horizontálně nepohyblivými krami, jejichž obrysy se měnily pouze pohyby vertikálními, při nichž se některé části propadaly, měníce se ve dna moří, jiné se naopak zdvihaly, tvoříce pevniny. Rozložení pevnin a moří v druhohorách a třetihorách, jak si je představujeme počítající s touto teorií, ukazují obrázky 10. a 11. Odchylnou teorii vypracoval rakouský badatel A. Wegener. Dle ní všechny nynější kontinenty tvořily až do svrchních prvohor jedinou pevninu, která spočívala na plastickém podkladě hornin hlouběji položených. Později byla na této pevnině porušena rovnováha vlivem zevních činitelů (denudace, nánosy, měnící se zalednění), čímž části, jež se staly takto lehčími, jevily tendenci vystoupiti výše na plastickém podkladu, jiné, těžší naopak poklesnouti. Toto napětí bylo vyrovnáno rozlomením původní jednotné pevniny na několik částí — nynějších to zemědílů, jež pak »plovouce« na plastickém podkladu, se od sebe vzdálily. Tato teorie se mimo jiné dovolává zejména obrysů nynějších zemědílů, jež jsou tak utvářeny, že je lze sestaviti v jediný celek bez velikých mezer.

O dnešní celkové **stavbě Země** nejsme ovšem přesně zpraveni prostě proto, že přímý výzkum nitra zemského není možný pro velké teplo, jež tam panuje. Nicméně máme několik zpráv nepřímých, jež nám dovolují alespoň v představě si stavbu Země zrekonstruovati. Z nich nejdůležitější jsou **výzkumy seismografické**, poučující nás o nápadných změnách, jež postihují vlny zemětřesné, probíhající vrstvami kůry zemské. Takové změny jsou vysvětlitelné jen chemickou a fyzikální změnou prostředí, jímž se vlny šíří. Soudí se, že jádro Země tvoří koule složená z niklového železa (**nife** — Ni, Fe). Následuje obal složený z hornin bohatých na minerály obsahující hojně Ni, Fe, Si, Mg (**nifesima**). Další obal chová hlavně křemičitany hliníku a prvků alkalických (**Sal**, Si, Al). Konečně následuje povrchový plášť z různých hornin — **litosféra**. S touto představou o stavbě Země dobře souhlasí i poměrně vysoká její **hustota** 5.5—5.6, ač průměrná hustota povrchového pláště vykazuje hustotu pouze 2.7. Také **meteority**, v nichž jsou tak četně zastoupeny meteority železné, tuto domněnku podporují.

Přehled geologie historické.

Geologie historická, přihlížejíc k proměnám kůry zemské, jakož i k vývoji živočišstva a rostlinstva na Zemi, člení vývoj Země na tyto skupiny a útvary:

I. **Prahory**—archaikum,

II. **Předprvohory**—eozoikum či algonkium,

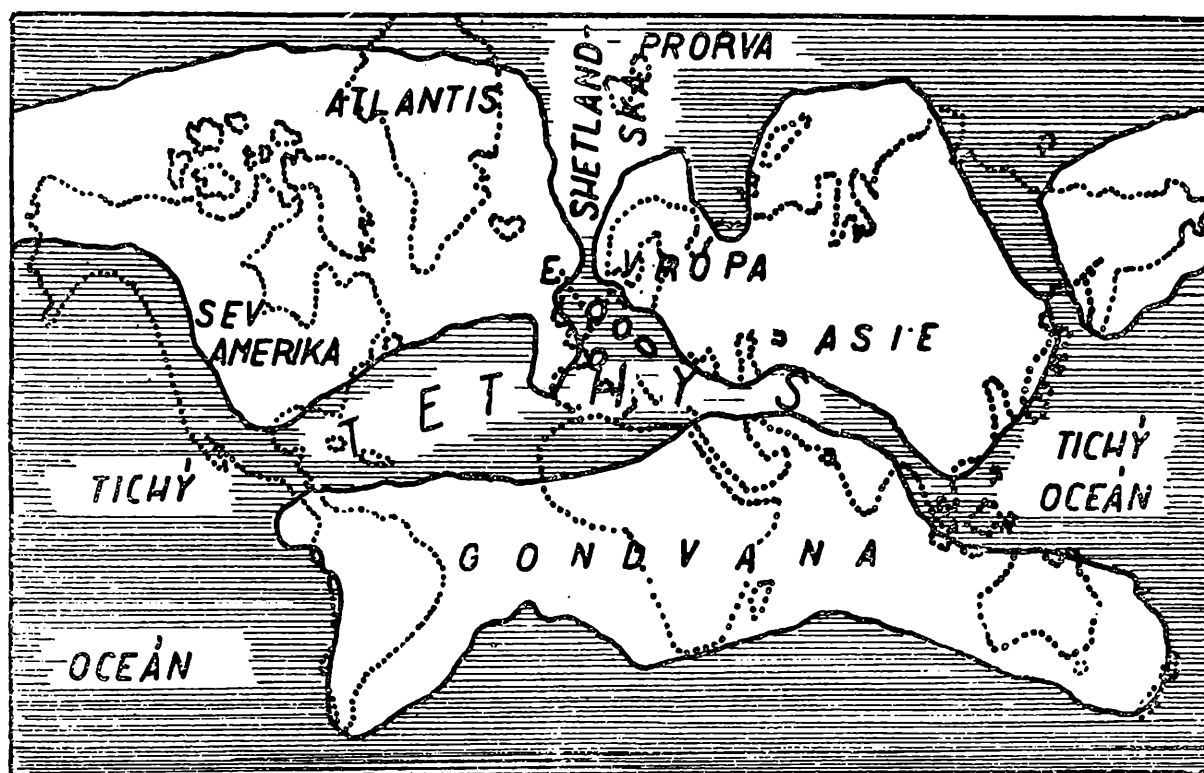
III. **Prvohory—paleozoikum** s útvary 1. **kambrium**,
2. **silur**,
3. **devon**,
4. **karbon**,
5. **perm**,

IV. **Druhohory—mesozoikum**: 1. **trias**,
2. **jura**,
3. **křída**,

V. **Třetihory—kenozoikum** a) **starší či paleogen** 1. **paleocen**,
2. **eocen**,
3. **oligocen**,
b) **mladší či neogen** 4. **miocen**,
5. **pliocen**,

VI. **Čtvrtohory—antropozoikum** a) **starší—diluvium**,
b) **mladší—alluvium**.

Prahory: Zahrnují nejstarší dějiny Země od vzniku až po výskyt prvních tvorů. Dříve bývaly do tohoto období zahrnovány horniny hlubinné a krystalické břidlice. Ukázalo se však, že tyto horniny mohou být mladší. Na půdě naší republiky badání geologické nepokročilo ještě tak daleko, abychom mohli vymeziti horniny prahorního stáří. T. zv. »**Český masiv**«, jehož vznik býval



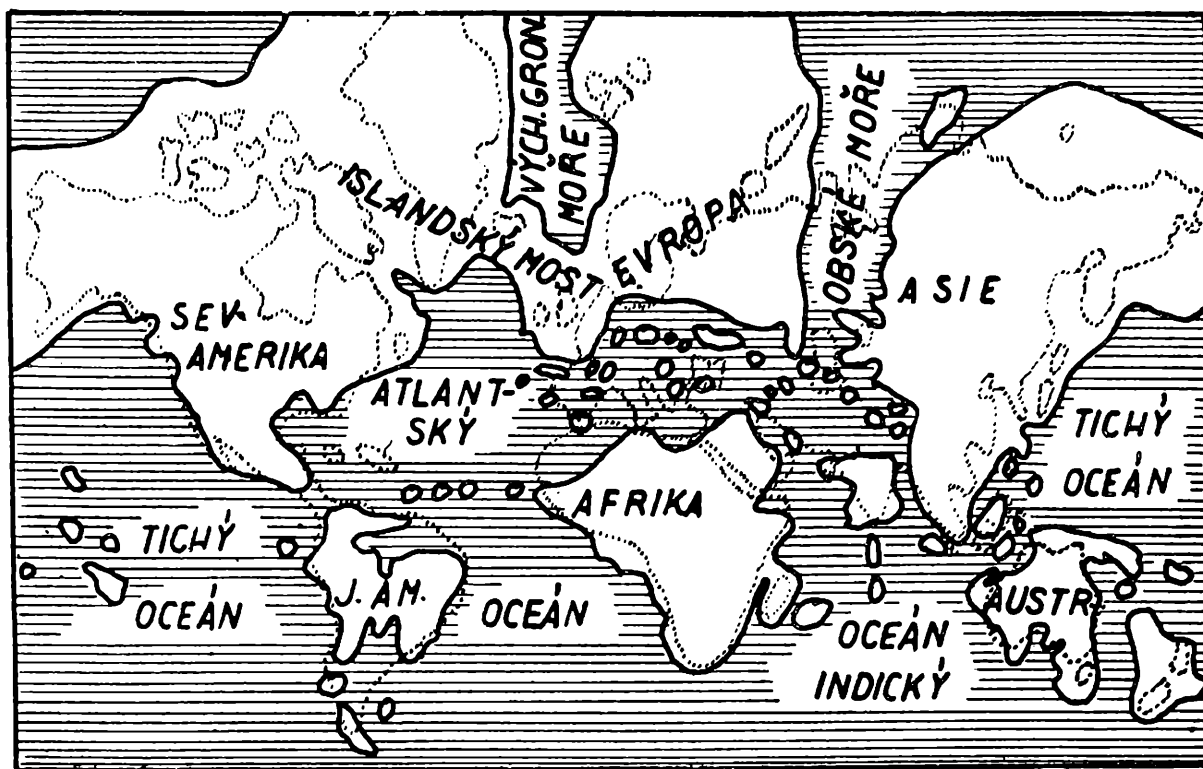
Obr. 19.

kladen do prahor, je považován nyní za trupovité pohoří vyvrásněné v době devonské a karbonské (**vrásnění variské**). Východní část republiky náleží **soustavě karpatské**, jež je ještě mladšího původu. (Kudy se táhnou hranice mezi nimi?) Do těsné souvislosti s vrásněním variským klade se vznik **středočeského masivu žulového**.

Předprvohory: Mocně je tento úlvar vyvinut v Severní Americe, kde v něm vytvořila řeka Kolorado svým kaňonem přirozený profil. V naší vlasti tvoří **algonkium** podklad mísovitě uložené t. zv. **pánve Barrandovy** (ukážte si ji na geologické mapě) a menší oblasti v Horách Železných. (O zbytcích živočišstva a rostlinstva v této i ostatních dobách geologických viz kapitolu na str. 83.)

Prvohory: V prvohorách se nám již jasněji rysuje rozdělení tehdejší souše a moře, jež se ovšem podstatně lišilo od nynějšího. Bohaté tvorstvo zanechalo památky ve vápencových horninách. **Starší prvohory** (kambrium, silur, devon) tvoří v Čechách výplň pánve Barrandovy. Devonské vápence moravské chovají zjevy krasové sev. od Brna, odkud se táhne devonský pruh přerušovaně až k Cukmantlu. Na Slovensku jsou uloženiny staropaleozoické sporé. **Paleozoikum mladší**, t. j. karbon a perm, vystupují zhusta pospolu (permokarbon). Charakteristickým znakem pro karbon je výskyt kamenného uhlí. (Které znáte pánve kamenouhelné v republice?)

Druhovory: Rozdělení souší a moří v nejhrubších rysech se počíná blížiti nynějšímu. (Viz obr. 10.)



Obr. 11.

Trias: Název pochází od trojího druhu nejrozšířenějších hornin triasu německého: **pestrého pískovce, lasturnatého vápence a pestrého slínu**. Čechy a Morava byly tehdy ostrovem; nemáme tu tedy z té doby žádných usazenin, až na nepatrnou výjimku ve výběžku Broumovském. Slovensko bylo tehdy pod mořem a chová rozlehlé uloženiny triasové. Ve vápencích jsou tam krasové zjevy (Demänová).

Usazeniny z té doby jsou mořského původu. Horotvorná a vulkanická činnost byla tehdy nepatrná.

Jura: Moře proniklo na západní Moravu, Čechy a ostatek země Moravskoslezské zůstaly souší. Částečně z jurských vápenců jsou složeny dva pruhy **bradlových útesů** severně Karpat. Vnější běží přes Moravu (Pavlovské vrchy, Štramberk), vnitřní z Pováží do Oravy a Haliče a vrací se pak do Spiše.

Křída: Křídlové moře zaplavilo hlavně Čechy v jejich severovýchodní části, kde uložilo rozlehlé a mocné vrstvy slínů, pískovců a slepenců (**svrchní křída**). Starší (**spodní křída**) i mladší moře křídové zaplavilo také severovýchodní Moravu, východní Těšínsko a částečně Slovensko. Jeho usazeniny tu tvoří hlavní část t. zv. **flyše**, lemujícího zevní oblouk karpatský (horniny pískovcové, slepencové a břidličnaté).

Třetihory: Kdežto doba předchozí byla dobou klidu, v době třetihorní se mocně uplatňuje horotvorná a sopečná činnost. Byla vyvrásněna mocná řetězovitá pohoří evropská, asijská i americká (Alpy, Karpaty, Himalaja, Andy). Horotvorné pochody vyvolaly řadu **příkopových propadlin**. Největší táhne se z Palestiny přes Rudé Moře do oblasti velkých jezer východoafrických. U nás vzniká **zlom podkrušnohorský**. Trhlinami v kůře zemské prodírá se láva, čímž vznikají četná sopečná pohoří třetihorní (**České Středohoří, Hory Doupovské, sopečná pohoří slovenská a podkarpatoruská**). Všechny tyto zjevy upravují dále rozdělení souší a moří, jež se v třetihorách již silně přibližuje nynějšímu. (Viz obr. 11.)

V naší vlasti panovalo počátkem třetihor teplé, až tropické klima. Z bujné vegetace podkrušnohorských jezer vzniklo hnědé uhlí. Také uhlí ostatních hnědouhelných pánví pochází z té doby (Mydlovary, pánve jihomoravské, Handlová). Třetihorní usazeniny z paleogenu jsou zpevněné (pískovce, břidlice), z neogenu sypké. V Čechách jsou rozloženy hlavně v Podkrušnohoří, v pánvích Budějovické a Třeboňské, na Moravě a na Slovensku v jižních oblastech, kamž proniklo moře z pánve Vídeňské a Panonské.

Čtvrtihory: byly zahájeny diluviální **dobou ledovou**. (Bližší o diluviu viz v kapitole »Člověk paleolitický.«)

C) O hmotě oživené.

Z dějin biologie.

Říše rostlinná a živočišná zajímaly zprvu člověka nepochybně jen potud, pokud byly zdrojem hmotných potřeb jako potravin nebo léčiv. Po té stránce obírali se rostlinstvem na př. starořeční lékaři **Teophrast, Dioskorides** a j.

Prvním, jenž se biologií obíral odezíraje od praktické potřeby, byl geniální filosof starořecký **Aristoteles** (384—322 př. Kr.). Pokusil se nejen o roztřídění organismů, nýbrž řešil některé obecné otázky biologické, především poměr duševna k hmotnému. Avšak k studiu biologickému dostal se Aristoteles přes filosofii. Příroda jej nezajímala pro sebe samu, nýbrž jakožto předmět úvah filosofických. Své všeobecné závěry biologické činil spíše na základě úvah filosofických než na základě vlastního studia přírody. Jeho metoda byla **deduktivní**, neboť řešil biologické otázky na základě dříve stanovených závěrů filosofických.

Dnes směr biologického studia je ovšem zcela opačný — **induktivní**. Vycházíme ze zkušenosti, z jednotlivých poznatků a z nich teprve činíme všeobecnější závěry, jichž se pak ujímá filosofie k dalším úvahám. Jistěže je to postup pro biologii a vědu přírodní vůbec přiměřenější. Jinak tomu však bylo v době Aristotelově. Tehdy byla již filosofie vědou velmi vyspělou, biologie se naopak teprve rodila. Ve způsobu Aristotelovy práce třeba spatřovati vydatnou pomoc, již filosofie skýtala primitivní tehdejší biologii. Vskutku také filosofické závěry Aristotelovy, týkající se obecných otázek biologických, jsou vynikající, takže dnes je nelze považovati za zastaralé a mnozí biologové nové doby se k nim v různých obměnách znovu hlásí, dokládajíce jejich správnost výsledky současné biologie.

Jinak však biologické znalosti Aristotelovy nebyly značné. Věřil na př., že i vyšší tvorové, jako hmyz, žáby, rodí se prvoplozením z bahna a pod.

Ze starověkých přírodopisců dlužno se zmíniti ještě o **Pliniovi Starším** (1. stol. po Kr.). Nedostihl velikosti Aristotelovy, jsa pouhým kompilátorem a sběratelem tehdejších vědomostí přírodopisných. Nicméně jeho spisy ukazují stav tehdejšího nazírání na přírodu. Kromě správných pozorování popisuje řadu zjevů vybájených.

Středověká biologie šla celkem po dráze naznačené Aristotelem. Deduktivní metoda zůstává, což se dá opět vysvětliti nevyspělým stavem biologie. Nicméně setkáváme se vždy častěji s badateli, již hledají poučení přímo v přírodě, berouce jako základ svých biologických úvah vlastní zkušenost. Tak tomu bylo na př. u vynikajícího středověkého polyhistora **Alberta Velikého**, dominikánského mnicha (1193—1280). Znal nejen starší spisy přírodovědecké, nýbrž vyhledával na svých přečetných cestách po Evropě horlivě poučení přímo v přírodě. považuje to za »nejlepší cestu badání«. Obíral se mineralogií (*De mineralibus* — O minerálech), zoologií (*De Animalibus libri XXVI.* — 26 knih o zvířatech) i botanikou (*De vegetabilibus libri VII.* — Sedm knih o rostlinách). Vědomosti jeho o přírodě jsou obsáhlejší, hlubší a přesnější než Aristotelovy a Pliniovy.

To, co Albert Vel. prakticky již prováděl studium přírody na základě zkušenosti, to formuloval jako přírodovědeckou **metodu induktivní** františkán **Roger Baco** (13. stol.). Praktickým biologem však nebyl.

Doba však tehdy nebyla ještě zralá pro intensivnější induktivní studium přírody. Indukce musila být znovu objevena a stalo se tak na přelomu století 16. a 17. Anglický filosof **Francis Bacon** (1561—1626) v knize »Novum Organon« položil základy **empirické metodiky**. Zkušenost a pokus mají tvořit jediný zdroj poznání přírody a na základech takto zjištěných fakt dlužno teprve dělati všeobecné závěry.

Nesmíme se však domnívati, že objevem indukce rázem počala přírodověda rozkvétati. Vedle správné metody je třeba především práce, v biologii pak zvlášť práce intenzivní a oduševnělé inteligencí badatelskou. Úspěch tu není údělem náhody. A úspěch jednotlivců nelze považovati za výslednici jen jeho práce, nýbrž řady jeho předchůdců, již i když nepracovali o rozřešení určitých otázek přímo, připravovali cestu svým následníkům, objevujíce a odstraňujíce začasť těžké překážky, jež nám se nyní zdají snadnými a lehkými. Není tudíž dosti objektivní podceňovati některou dobu vývoje kteréhokoliv oboru lidské práce. Mnohdy zajisté právě v oné době, již my nepříznivě posuzujeme, byla zasetá prvá seménka k poznání, jež dnes považujeme za jediné správné.

Během století 17. a 18. se biologické práce množí a prohlubují. Neobyčejně píodným pro biologii byl objev mikroskopu (1590).

Století 19. vyznačuje se vyslovením myšlenky vývojové a bojem o její výklad. Stává se podnětem k nesčetným spisům speciálním.

Nová doba vyznačuje se **specialisací**. Vzniká řada speciálních věd biologických. Specialisace je důsledkem hromadících se poznatků biologických, které již stěží jednotlivec zvládne.

O vývoji jednotlivých biologických disciplin bude pojednáno na vhodných místech v dalších kapitolách.

*

Z vývoje české biologie. Do neblahých dob politického a kulturního rozvratu na počátku století 17. spadají počátky české přírodovědy. V době starší stojí za zmínku pouze »herbáře«, obrázkové knihy botanické, pořízené pro potřebu lékařů. Bývaly to práce kompilační, v nichž autoři přejímali údaje o rostlinách a jejich léčivé moci vždy ze starších pramenů. jmenovitě ze starořeckých spisů lékařských. R. 1569 vychází u nás v překladu obsáhlý proslulý herbář italského lékaře **Mattioliho** s předmluvou protomedika království českého **Tadeáše Hájka z Hájku**.

Na počátku stol. 17. působí na universitě pražské **Jessenius** a **Zalužanský**; první byl proslulým anatomem, druhý připomíná už v Pliniovi obsažený názor o pohlavnosti rostlin. Pak přichází válka třicetiletá a s ní úpadek pražské university.

První spis přírodnický vychází pak zase až r. 1679. Je to první kniha **Balbínových** »Miscellanea historica regni Bohemiae«, v níž tento zanícený vlastenec spíše ze zápalu vlasteneckého než jako přírodovědec sebral rozličné přírodní události a popsal různé nápadné zjevy ze zvířeny, květeny, z hornin a minerálů českých.

Důležitým mezníkem ve vývoji české přírodovědy je založení **Královské České Společnosti nauk** r. 1784, jež soustřeďovala přírodovědeckou práci a umožňovala publikovati vědecká pojednání.

Na počátku stol. 19. soustřeďuje se biologická práce v Čechách kol nově založeného **Musea Království Českého**. Stalo se tak r. 1818. Zasloužil se o ně v první řadě **Kašpar hr. ve Šternberka**, šlechtic rodem i duchem. sám přírodovědec a obětavý podporovatel a organisátor snah přírodovědeckých.

Z vynikajících biologů tehdejších dlužno zvlášť vzpomenouti bratří **Preslů**, již píší své práce česky. Starší **Jan Svatopluk Presl** zakládá přírodovědecký časopis »**Krok**« a píše několik obsáhlých děl přírodopisných jako »**Ssavectvo**« a »**Rostlinář**«. Mimořádný význam nejen pro českou, nýbrž i světovou biologii mají dva geniální přírodopisci: **Jan Ev. Purkyně** (1787—1869) a **Augustin Corda**

(1809—1849). Prvý z nich je všestranným geniem. Slavné jeho práce anatomické a fyziologické budou připomenuty na vhodném místě v kapitolách dalších. Založil přírodovědecký časopis »Živu«. Druhý, ač umírá ve 40 letech, zanechává po sobě znamenité práce jako mykolog, mikroskopik a anatom.

Nedocenitelných zásluh o českou biologii a paleozoologii získal si **Antonín Frič** (1832—1913). Proslul nejen jako vynikající badatel, nýbrž i jako organisátor zoologické práce, již soustředil v Museu.

Nelze na tomto místě ani stručně vyjmenovati a oceniti práce přechetných pilných a nenáročných přírodovědců minulého století, kteří kladli pevné základy rozvoji přírodovědy u nás. Práce jejich byla tvrdá. Hmotně byli zpravidla špatně zajištěni. Hmotná podpora pro českou vědu z prostředků státních byla hubená. Publikačně byli odkázáni často na cizinu, chtěli-li svými pracemi proniknouti na světové forum vědecké. Tíživě na jejich vědecké snažení doléhal osud malého, nesvobodného národa. Obstáli však více než čestně, rozšiřivše dobrou pověst české přírodovědy za hranice. Byli to idealisté, jež vedla a u nichž rozhodovala láska k vědecké práci a láska k potlačovanému národu. Snad všichni se účastnili čile národního ruchu a starší z nich, jako Preslové, Purkyně, Frič a j., stáli na předních místech buditelských. Pracovali nezištně a pracovali dobře. Není si ničeho vroucněji přát, než aby se stali symbolickými zjevy pro současnou i budoucí českou přírodovědu.

O předních zástupcích současné československé biologie bude promluveno na vhodném místě v následujících kapitolách.

Teorie o původu života.

Život, tak jak jej svými smysly vnímáme, projevuje se vždy prostřednictvím hmotného podkladu — těl živých či organických bytostí. O vysvětlení těchto životních projevů se biologie snaží. Toto vysvětlení spočívá konec konců v odpovědi na tři základní otázky života: 1. **Jaký je původ života?** 2. **Co je podstatou života?** a 3. **Kam spěje život?**

Na žádnou z těchto otázek nemá dnešní biologie určité a nesporné odpovědi. Je to pochopitelné, neboť v tom právě spočívá její úkol — totiž tyto odpovědi nalézt. Nicméně však snaží se biologie již nyní dáti odpověď alespoň hypotetickou, v domněnkách.

Takových hypotetických odpovědí na otázku prvou je několik. Nejzávažnější jsou z nich tři: 1. **teorie o samoplození**, 2. **teorie o panspermii**, 3. **teorie kreační**.

Všechny vycházejí ze společného předpokladu, že živé bytosti nejsou na Zemi od věčnosti. Vyplyvá to z předešlých úvah o původu těles kosmických, dle nichž Země a celý planetární systém sluneční nalézal se ve stavu vylučujícím existenci organismů.

Teorie o samoplození (nazývaná též »**generatio spontanea**« = samovolné plození, »**abiogenese**« = vznik živých bytostí z neživé hmoty, totiž bez působení života předchozího. V zpracovanějším tvaru novějším bývá uváděna též jako »**teorie o autogonii**« = t. o samoplození), představuje si vznik organismů přímo z hmoty neživé.

Hypotéza o samoplození je jedním z nejstarších výkladů, jež si člověk podával, aby vysvětlil vznik tvorstva na Zemi. Tak na př. už Aristoteles se domníval, že červi se rodí přímo z bahna. Čím přesnější bylo však přírodovědecké pozorování a čím dokonalejší byly přístroje pozorování usnadňující, tím více a více se omezovala tato domněnka na tvory menší. Nicméně ještě dlouho po objevení mikroskopu se věřilo, že mikroby vznikají přímo z hmoty neživé. Definitivně odstranily tuto domněnku přesné pokusy Pasteurovy na počátku druhé poloviny minulého století.

Teorie autogonická klade vznik první nízce organisované hmoty živé do doby, kdy chemické a fyzikální poměry byly pro její vznik příznivější než nyní. Způsob vzniku představují si zastánci této teorie různě. Někteří připisují veliký význam při tom sloučeninám

síry, jiní koloidálním kyslíčníkům. Americký paleontolog Osborn konečně připisuje hlavní význam vulkanickým výparům, obsahujícím všechny základní složky živé hmoty, t. j. C, O, N, H v podobě CO , CO_2 , CH_4 , NH_4Cl .

Předností autogonické teorie jest jednoduchost výkladu bez zavádění příčin jiného řádu než jsou známé síly chemicko-fyzikální. Námitky lze proti ní uvést hlavně tyto: v současném dění nemá opory, vkládá do prvotní jednoduché živé hmoty řadu složitých projevů životních jako je asimilace, rozmnožování a hlavně vynikající schopnost se vyvíjeti a zdokonalovati.

Spíše z filosofických předpokladů než z přírodovědeckého pozorování vznikla t. zv. teorie o **kontinuitě života**, jež vlastně odstraňuje otázku po vzniku života domněnkou, že život je věčný a kosmická tělesa, pokud jsou žhavá, představují jedinou živou hmotu. Tato teorie ovšem nesouhlasí s představou živé hmoty, jak ji chápe biologie.

Teorie o panspermii: (pan = řec. celý, sperma = semeno, zárodek. Vztahuje se na názor, jež tato teorie předpokládá, že celý vesmír obsahuje zárodky života). Dle této teorie dostaly se zárodky jednoduchých živých bytostí na Zemi z vesmíru, z nějakého jiného oživeného tělesa kosmického. Byly to mikroskopické zárodky, snad nějaké spory rostlin stélkatých, jež, dostavše se ze sféry přitažlivosti mateřského tělesa, bloudily vesmírem, jsouce poháněny t. zv. **tlakem záření**. (Světlo, jsouc hmotné povahy, působí na předměty, na něž dopadá, nepatrným tlakem — tlakem záření.) O zpracování této teorie zasloužil se švédský fyzik **Svante Arrhenius**.

Také tato teorie má četné obtíže. Nejbližšími hvězdami jsou planety. Nevíme, je-li některá z nich oživená. Na některých panují podmínky, jež život vylučují. Leč i potom, ukázalo-li by se, že některé z nich přechovávají živé bytosti, jichž zárodky mohly oživit Zemi, nerozřešili bychom tím nikterak původ živých bytostí. Vždyť ani na planetách nemohly býti živé bytosti od věčnosti. Postoupíme-li z našeho planetárního systému dále do vesmíru, hledající těleso, jež by mohlo býti oživeno, nenašli bychom ho. Neznáme kosmického tělesa způsobilého přechovávat živé bytosti, ač tím není jeho existence vyloučena. Teplota stálic je vysoká, že by při ní živé bytosti neobstály. Nejbližší z nich je hvězda α Centauri. Kdyby byla oživena a z ní k nám letěla mikroskopická spora přímou čarou unášena tlakem záření, dolétla by za 9.000 let. Soudí se, že teplota v mezihvězdném prostoru je asi -250°C . Lze si stěží představit, že by po tak dlouhou dobu nějaká organická bytost či její zárodek snesly tak nízkou teplotu. Ostatně žádné z těles nebeských nezdá se býti věčným. Tedy na kterémkoliv z nich musil život v čase vzniknouti. Neřešíme tedy panspermií původ živých bytostí, nýbrž přenášíme pouze tuto otáz-

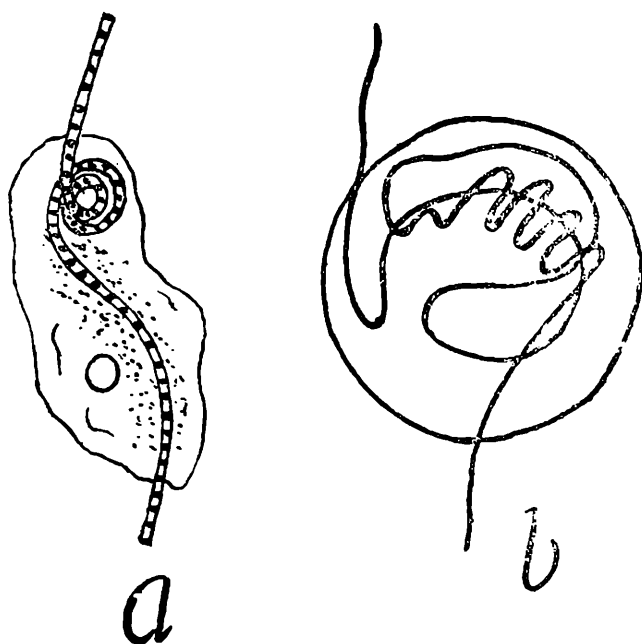
ku na některé z těles nebeských. Nejen biologie, nýbrž i astronomie má proti panspermii své námitky. Hvězdář Jeans — jeden z budovatelů slapové teorie o vzniku soustavy sluneční — praví o ní: »Musíme se asi vzdát názoru, kdysi velmi rozšířeného, že život kdysi jakýmsi způsobem vznikl ve vesmíru, že se rychle rozšířil s planety na planetu a z jedné soustavy planetové v druhou, až celý vesmír překypoval životem. Prostor se nám nyní jeví příliš chladným a planetové soustavy jsou příliš od sebe vzdáleny. Náš organický život má podle všeho původ na Zemi samé.«

Teorie kreační (creare = lat. stvořiti), vysvětluje vznik organismů na Zemi tvůrčím zásahem bytosti nepodléhající zákonům fyzikálním a chemickým — bytosti nadsmyslné — Boha. Jakým způsobem se to událo, jest ovšem těžko se domyslet. Vyvrátit tuto teorii ani přímo ji dokázat nelze. Nadsmyslný činitel se naprosto vymyká biologickému studiu, pokud se toto omezuje na poznatky smyslové nebo experimentálně získané. Ale rozumu se stvoření hmoty oživené neprotiví, naopak, posunuje až do prvopočátků bytí platnost obecně uznávaného zákona přírodního: Vše živé ze živého. (Purkyně.)

Některé obdoby mezi hmotou oživenou a neživou.

(Pokuste se nejprve sami vyložit rozdíl mezi bytostmi živými a předměty neživými!)

Není obtížno odlišit živé bytosti od těles neživých. Snažíme-li se však vytknout zásadní rozdíly mezi nimi, narazíme na některé obtíže, vyplývající z obdoby mezi projevy života a jevy na předmětech neživých.



Obr. 12.

a amoeba polyká řasu, **b** kapka chloroformu vtahuje šelakové vlákno.

Růstu živých bytostí odpovídá růst krystalů v matečném louhu. V obojím jest z okolí přijímána hmota, z níž je stavěno a sice zákonitě. Významný rozdíl spočívá však v tom, že bytosti živé upravují potravu složitými pochody, přizpůsobující je chemicky a fyzikálně hmotě svých těl, kdežto krystaly rostou pouhým zevním přikládáním chemicky hotových částic. Dále asimiláty živých bytostí jsou nezbytny pro trvání života, látky přijímané při růstu krystalů, nemají toho významu. Podobně je tomu i s jinými analogiemi. Kapka chloroformu vtahuje — »polyká« vlák-

no šelaku a rozkládá je — »stravuje«, což živě připomíná požívání řasy amoebou (obr. 12). Oba děje probíhají snad i na základě týchž zákonů fyzikálních. Smysl obou je však naprosto různý. Kdežto první proces se odehrává na základě fyzikálních a chemických vlastností obou látek, druhý je krom toho účelným a nezbytným dějem pro život prvoka. Vlastní smysl leží tedy v druhém případě nikoliv v pouhém uskutečňování fyzikálních a chemických zákonů živé hmoty, nýbrž v účelném zachování života.

Lze tudíž všeobecně říci, že hmota živých bytostí podléhá týmž zákonům fyzikálním a chemickým jako předměty neživé, životní projevy však nejsou pouhým uskutečňováním těchto zákonů (jako u hmoty neživé), nýbrž jsou to děje záměrné, zpravidla účelně přispívající k zachování individua, po případě i druhu.

Ještě význačnější je obdoba mezi živou bytostí a strojem. Oba pracují účelně. Kdežto však účel životních projevů spočívá v bytostech živých, účel strojů je mimo ně.

O životě a jeho studiu.

Studiem života obírá se věda o životě, či **biologie** (bios = řec. život). Jako každá věda, tak i biologie je charakterisována trojím: 1. **předmětem studia**, 2. **cílem**, 3. **metodami**.

Předmětem biologického studia je **život**. Přesnou definici života dnešní biologie podati nemůže. Bude tak moci učiniti, zdaří-li se proniknouti do podstaty života. O to se právě biologie snaží, to jest jejím posledním **cílem**. O **metodách** biologie platí zásadně totéž, co bylo řečeno o metodách přírodovědeckých vůbec.

To, co si obecně pod pojmem život představujeme, je souhrn t. zv. životních projevů organických bytostí. O tom, co lze vysouditi — zatím ovšem jen hypoteticky — z poznatků získaných studiem životních projevů, bude promluveno později, až se s těmito projevy blíže seznámíme.

V přehledu jsou životní projevy tyto: 1. **výměna látková a energetická**, 2. **dráždivost**, 3. **pohyb**, 4. **vývoj ontogenetický** (růst, specialisace, organisace, rozmnožování), 5. **vývoj fylogenetický**, jehož podkladem je **organisační schopnost**.

Uvažujeme-li o souvislosti těchto životních projevů, shledáme, že všechny se uplatňují v harmonické souhře, jejímž výsledkem je: 1. **zachování individua** a 2. **zachování a vývoj druhu**. V těchto dvou bodech lze spatřovati **ústřední vedoucí motivy života**.

Podkladem životního dění je **organisovaná hmota**. Především tedy již tuto organisační schopnost, jež se jeví jak v nejnižší organisační jednotce-buňce, tak ve vysoce diferencovaném těle mnohobuněčných rostlin a zvířat, dlužno považovati za projev života. K uskutečnění této organisace a k jejímu udržení v organické bytosti slouží **výměna**

látková a energetická. Přírodní prostředí, do něhož jsou organismy zasazeny, uplatňuje se v jejich životě jednak jako zdroj potravy, jednak jako zdroj nebezpečí. Aby příznivých vlivů prostředí mohly využít a nepříznivých mohly se vyvarovat, jsou organismy nadány **dráždivostí a pohybem.** Život individua projevuje se nejvýrazněji **vývojem ontogenetickým.** Tento vývoj se zastavuje zpravidla na fázi, kdy tvor je schopen produkovat potomstvo. Život organického druhu však nespočívá na pouhém opakování vývoje ontogenetického, nýbrž druh sám podléhá vývoji. Tím se nám jeví život jednotlivce jen co část vyššího vývoje kmenového, či **vývoje fylogenetického,** v němž můžeme spatřovat **poslední biologický motiv života** vůbec, k jehož uskutečnění všechny ostatní životní projevy přímo nebo nepřímo přispívají; jeho podkladem je zase zmíněná organizační schopnost oživené hmoty.

V následujících kapitolách budou životní projevy z důvodů metodických probrány v tomto sledu:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| 1. Organismy živých bytostí. | 4. Vývoj fylogenetický. |
| 2. Výměna látková a energetická. | 5. Dráždivost. |
| 3. Vývoj ontogenetický. | 6. Pohyb. |

*

Biologické disciplíny a biologie obecná. Projevy života možno studovat po různých stránkách. Ekonomická dělba práce, tedy důvod po výtce praktický, vyžaduje, aby se jednotlivými stránkami obíraly speciální biologické disciplíny. Nejvýznamnější jsou **fysiologie a morfologie.** První se obírá spíše **dynamickou stránkou** životních projevů, druhá **vlastnostmi statickými,** především tvarem. Také tyto základní disciplíny biologické se dále člení v menší oblasti vědní, jež opět mnohdy představují více méně samostatné vědní disciplíny. Tak na př. morfologie, obírající se vnitřním složením živých bytostí, nazývá se **anatomii.** Část anatomie, obírající se pouze organizací buňky, nazývá se **cytologií;** organizaci pletiv studuje **histologie.** Jednotliví badatelé se zpravidla omezují na studium jedné organické říše, pěstující **zoologii** nebo **botaniku,** či spíše ještě na jednotlivé jejich úseky — **rostlinnou anatomii, morfologii, fyziologii** nebo obdobné úseky ze zoologie.

Moderní biologie rozpadá se v početnou řadu biologických disciplín, což již samo sebou poukazuje na podivuhodnou mnohotvárnost životního dění. Výtěžky všech oborů biologických je dlužno neustále shrnovat, oceňovat a srovnávat. Tímto nesmírně důležitým úkolem obírá se **obecná biologie.**

Tři stupně biologického studia. Životní projevy, jak je svými smysly vnímáme, uskutečňují se prostřednictvím hmotného podkladu těl živých bytostí. Je tedy také nutno seznámit se blíže s vlastnostmi hmoty organismů. Zkoumáme ji po stránce **chemické a fyzikální.** Toto studium je nutné proto, abychom pak mohli lépe postihnouti poměr

mezi chemickou skladbou a fyzikálními vlastnostmi na jedné straně a projevy životními na straně druhé.

Studium vlastních jevů života tvoří pak druhý stupeň biologické práce.

Teprve až seznáme důkladně chemické a fyzikální vlastnosti živé hmoty a obeznámíme se s životními projevy, budeme moci bezpečněji postupovati dále, řešíce základní otázku života, totiž jeho podstatu. Zásadně se lze nadíti dvojího. Buď se život projeví jako nutný výraz chemických a fyzikálních vlastností hmoty živé, čili — bude jej možno s nimi ztotožnit, nebo se projeví jako samostatná mohutnost, již je hmota pouhým prostředkem k projevu asi tak jako kámen sochaři k projevu jeho myšlenky.

Neznáme dosud bezpečně složení živé hmoty ani fyzikálních jejích vlastností, tím méně jsme dokonale obeznámeni se životními projevy. Nicméně pokouší se mnozí biologové již nyní vyjádřiti poměr mezi nimi v řešení alespoň hypotetickém. To lze nazvati třetím stupněm biologického badání.

Úkolem následujících kapitol je podati přehled vykonané práce ve vědě o životě, a sice 1. pokud jsou známy chemické a fyzikální vlastnosti živé hmoty, 2. jak hluboko bylo proniknuto v poznání jevů života, 3. jaké závěry byly na základě těchto poznatků učiněny.

1.

Protoplasma.

Chemické a fyzikální vlastnosti oživené hmoty.

Hmota organických bytostí, jež se aktivně účastní životních jevů, nazývá se **protoplasma**. (Název tento uvedl do vědecké literatury proslulý český přírodopisec J. E. Purkyně.)

Stanovití chemické složení protoplasmy neumíme. Dosavadní způsoby analýsy vesměs protoplasmu usmrcují. Vypracovati metodu, jež by stanovila chemický vzorec protoplasmy za živa, se dosud nezdařilo přes úsilovné pokusy. Je však opodstatněná domněnka, že chemická stavba protoplasmy se neustále mění.

Z 87 známých prvků bylo jich zjištěno v protoplasmě 36. Některé z nich se vyskytují při každé analýze. Pokusně bylo zjištěno, že jsou pro život organismů nezbytné. Nazývají se **prvky biogenními**. Je jich 12 a jsou to: C, O, H, N, S, P, Fe, Mg, K, Ca, Cl, Na.

Neznáme ani jediného prvku speciálně organického.

Prvky biogenní i ostatní vystupují v oživené hmotě v dvojích sloučeninách, v **organických** a **anorganických**. Organickými rozumíme ty, jež přirozenou cestou vznikají pouze v organismech. (Uměle některé z nich byly již připraveny.) Anorganické jsou známy také z přírody neživé.

Z organických látek jsou v protoplasmě zastoupeny **bílkovny**, **uhlohydráty** a **tuky**. Bílkoviny jsou velmi složité sloučeniny N, C, O, H, k nimž přistupuje zpravidla též S. Jsou patrně nejpodstatnější složkou protoplasmy. Uhlohydráty jsou cukry a škroby. Jsou hojnější u rostlin než u zvířat. (Lidská krev obsahuje stále asi 0.2% cukru. V játrech se tento cukr mění v zásobní škrob — glykogen. Zopakujte, jaký význam má škrob a cukr při asimilaci uhlíku a v životě rostliny.) Tuky převládají — hlavně jako rezervní látky — u zvířat (sádlo, lůj). U rostlin se vyskytují nejvíce v semenech (olejnatá semena máku, řepky, soji, lísky, podzemnice, palmy olejně, kokosovníku a j.).

Chemické děje, jež v živé hmotě probíhají, jsou v podstatě dvojí. Je to tak zv. **asimilace** a **disimilace**. První je slučováním látek ve vyšší, složitější a energeticky hodnotnější celky, vhodné pro tělo organismů jako hmota stavební nebo jako zdroj energie. Disimilace je pochod opačný. Při něm látky energeticky hodnotné jsou rozkládány v látky energeticky méně hodnotné za účelem získání energie.

Po stránce chemicko-fyzikální je protoplasma hmotou **koloidální**, t. j. netvoří ve vodě pravých roztoků, nerozptylujíc se až v molekuly, nýbrž ve skupiny molekul. To se projevuje v řadě vlastností fyzikálních. Tak na př. koloidy neprocházejí t. zv. polopropustnými blanami (měchuřinou a j.), neboť skupiny molekul, t. zv. micely, jsou příliš veliké. Jinou význačnou vlastností je vazkost-vnitřní tření, působící polotekutost až huspeninovitý stav (gel).

Všeobecně lze říci, že ani z chemického složení ani z fyzikálních vlastností protoplasmy — pokud je známe — nelze vyložití projevy života. Dle některých badatelů se to zdaří, až poznáme důkladněji tyto vlastnosti a obeznámíme se dokonaleji s t. zv. životními projevy. (**Materialismus.**) Někteří z nich si pak představují organické bytosti jako fyzikálně chemické stroje. (**Mechanismus.**) Jiná skupina přírodopisců se domnívá, že se nezdaří nikdy vyložití projevy života jako prosté děje fyzikálně-chemické, předpokládajíc, že vlastní příčinou života je **nehmotný, neenergetický činitel**, jež různě nazývají — **duše, entelechie, psyche** a pod. (**Vitalismus.**)

2.

Základní projevy života.

Organizační schopnost; vnější a vnitřní složení organismů; buňka.

Výrazným rozlišovacím znakem mezi živými bytostmi a předměty neústrojnými je vnitřní i vnější organizace jejich hmoty.

Konečné složení obou je nepochybně totéž. Co bylo řečeno o složení hmoty v kapitolách o hmotě neživé, platí také pro hmotu

ústrojnou. Ani v chemickém složení obou nelze spatřovati nějakého zásadního rozdílu. Je zajisté příznačné, že není prvku speciálně organického, jenž by nebyl znám z přírody neživé. Že některé sloučeniny — t. zv. organické — byly zjištěny pouze v tělech živých bytostí — ani to nemusí býti ještě považováno za nějaký charakterisující znak organismů. Vždyť mnohé z nich se zdařilo připravit cestou syntetickou při pokusech laboratorních a jejich počet bude nepochybně v budoucnosti zmnožen.

Pronikavý rozdíl se teprve projeví při studiu vyšších celků, jimiž je na př. v říši anorganické **krystal**, v říši organické **buňka**.

Vnější tvar krystalu je pouhým výrazem chemického složení hmoty krystalisující. U buněk nevíme dosud, pokud jejich tvar souvisí kausálně s chemickým složením, nebo fyzikálním stavem protoplazmy. Leč i kdyby tomu bylo podobně jako u krystalů, že by zevní tvar, velikost buňky i jejich částic byly **kausálně** (příčinně) spjaty s chemickou stavbou a fyzikálním stavem protoplazmy buňku tvořící, projeví se nám ihned pronikavý rozdíl mezi krystalem a buňkou, počneme-li studovati vztah mezi tvarem a funkcí obou těchto částí hmoty.

Myslíme-li zde **funkcí** nějaký životní úkon, pak vlastně tvar krystalu nemá funkce žádné. Jsa pouhým výrazem chemického složení krystalisující hmoty, nemá žádného dalšího smyslu. Naproti tomu srovnávací studium tvaru buněk rozličných pletiv a jejich funkcí vede nás nutně k závěru, že mezi tvarem a organizací buňky, jakož i částmi produkovanými životní činností buňky na jedné straně a funkcí těchto buněk na straně druhé je účelný vztah, který je naprosto cizí hmotě neústrojně. Zdá se nám, jako by si funkce sama určovala tvar příslušného pletiva. V tomto smyslu dlužno chápati tvarové zrůznění těl organických bytostí jako projev života.

To, co bylo právě řečeno, lze shrnouti a vyjádřiti následovně: **tvar neústrojně hmoty je kausální, tvar hmoty ústrojně je kausální a teleologický**, při čemž pojmem »kausální« rozumíme stav vyvolaný dostatečnou příčinou chemickou a fyzikální, pod pojmem »**teleologický**« pak si představujeme stav vyvolaný tak, že je vhodný — účelný — k vyplnění určitého úkonu (telos = účel).

Hledisko teleologické — účelové — t. j. takové, jež uvažuje v biologii o tvaru nějakého biologického celku se vztahem k jeho úkonu, odlišuje biologickou část přírodovědy od části anorganické (chemie a fyziky).

Fysiologické a stavební celky. Stavební a fysiologickou jednotkou organismů je **buňka**. Nejlépe je to patrné u tvorů jednobuněčných, kde buňka je celým tělem, vykonávajíc také všechny životní funkce. Pokud se mnohobuněční tvorové rozmnožují pohlavně, počínají jejich těla také jedinou buňkou — vaječnou. Další vývoj jde

dvojím směrem. Buňky se jednak **zmnožují**, jednak **specialisují**, čímž se rozumí tvarové rozlišení k určité funkci. Smysl tohoto rozlišení či **diferenciace** spočívá tedy v dělbě práce. Sdružením specialisovaných buněk vznikají vyšší celky — tak zvaná **pletiva**, jež lze definovati jako souhrny buněk specialisovaných k určité funkci. V pletivech ovšem buňky ztrácejí na své fyziologické samostatnosti. Vykonávajíce jen určitou funkci, k níž jsou vhodně vybaveny, ztrácejí schopnost vykonávat funkci jinou — čili, kdyby byly osamostatněny, nebyly by schopny života. (Zopakujte si dle obr. 1.—13. Tab. II. a dle výkladu k této tabulce o pletivech rostlinných dle tvaru buněk a dle funkce.)

Za vyšší organizační jednotku než pletivo považujeme **orgán**. Je to souhrn pletiv umožňujících složitější výkon, při němž probíhá zpravidla řada funkcí. Orgány pak skládají vyšší organizační biologickou jednotku, jíž je **tělo individua** — **organismus**. Jen výjimečně, zvláště u nižších organismů, bývá vytvořena ještě vyšší organizační jednotka v **kolonii**, kde jeden tvor je odkázán na životní činnost jiného člena v kolonii. (Vzpomeň kolonie valeče nebo kolonie trubců). Nikoliv tvarový, avšak význačný fyziologický celek vyšší tvoří **kolonie hmyzu společenského** (mravenci, včely, vosy, termity). Také studiem těchto celků se biologie obírá.

Jedině v těchto nejvyšších organizačních skupinách, tělem individuí počínaje, mají nižší organizační jednotky smysl.

*

Buňka. Buňku lze považovati za nejnižší organickou jednotku stavební a fyziologickou. Její fyziologická samostatnost jest ovšem u mnohobuněčných organismů omezená. Za nejnižší ji považujeme proto, že jednoduššího celku protoplasmu, schopného samostatného života neznáme. Ani žádná část buňky není schopna samostatného života.

Protoplasma buňky je rozrůzněna v několik částí. Krom toho buňka obsahuje části neživé.

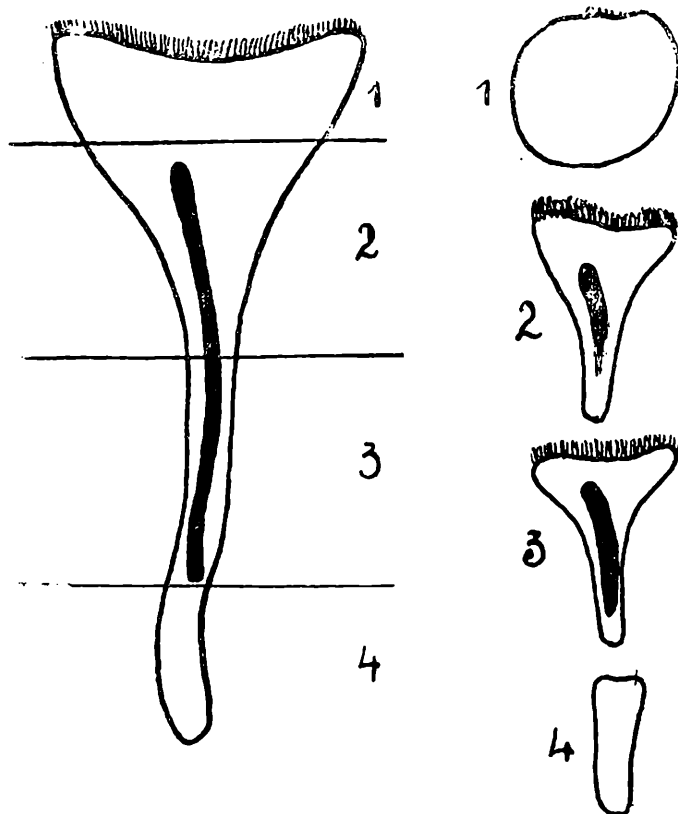
(K dalšímu popisu sleduj obrázky 1. a 2. na Tab. I.)

Buňky rostlinné a živočišné jsou poněkud odchylně stavěny.

Buňka rostlinná. (1) Protoplasma je v buňce rozlišena v tyto živé části: **cytoplasmu, jádro, mitochondrie, centriol a plastidy**.

Cytoplasma bývá — alespoň v mládí buňky — nejobjemnější náplní buňky (h, p); v ní jsou ostatní části uloženy. Část povrchová bývá čirá (**hyaloplasma**, h), vnitřní obsahuje drobná zrnka (**polioplasma**, p). Cytoplasma nachází se ve stálém pohybu. Má-li další nějakou strukturu, není jisto. Po stránce fyziologické je cytoplasma podkladem některých životních projevů. V ní probíhá trávení (u jednobuněčných) i disimilace. Při některých úkonech pracuje v součinnosti s jádrem, jako na př. při **regeneraci**. (Vysvětlete, co znázorňuje obr. 13.)

Jádro je tužší, zpravidla gelovitá část protoplasmu (karyoplasma), obyčejně kulovitého tvaru (j). V buňce bývá jádro jediné; mnohjadernost je řídká. Chová menší tělísko-jadérko (nucleolus — n), nejasného dosud významu. Obsahuje síťovitou strukturu; v rozích sítě jsou tělíska silně se barvící — **zrna chromafinová**, jež se při dělení buněčném seskupují v chromosomy. Jádro hraje význačnou úlohu při dělení buněčném, jež zahajuje.



Obr. 13.
Schemat. znázornění regenerace nálevníka
Stentora.

Centrosom je tělísko, charakteristické zvláště pro buňky živočišné (obr. 2 d). U rostlin vyskytuje se pouze u některých stélkatých. Tam, kde se vyskytuje, zahajuje ono dělení buněčné.

Mitochondrie jsou všeobecně rozšířená tělíska (m) rozličného tvaru, zpravidla tyčinkovitá. Vlastní účel a původ těchto tělísek není dosud dostatečně osvětlen.

Plastidy (ch) jsou typické pro buňky rostlinné. Tvaru jsou rozličného. Podle zbarvení je rozlišujeme na bezbarvé leukoplasty, žlutočervené **chromoplasty** a zelené **chloroplasty**.

Leukoplasty se mění za vhodných podmínek v chromo- a chloroplasty. Chromoplasty dodávají zbarvení okvětním plátkům, oplodí (šípek), hlízám (mrkev), činice tak tyto orgány nápadnými pro hmyz, ptactvo a pod. (Proč?) Zelenou barvu chloroplastům dodává **zeleň listová — chlorofyl**, barvivo nezbytné pro asimilaci uhlíku, při níž se uvnitř chloroplastů tvoří škrob.

Z neživých částí buňky jsou nejdůležitější **blána buněčná, šfava buněčná, látky rezervní jako škrob, bílkoviny, oleje a tuky** a konečně **rozpadové produkty**.

Blána buněčná vylučuje se na povrchu rostlinných buněk jako ochranný produkt cytoplasmy. V mládí je složena z celulosy, později se v ní usazují také látky jiného chemického složení. Je opatřena pory, jimiž souvisejí proudečky protoplasmu sousedních buněk (**plasmodesmy**). K dalšímu vyztužení blan buněčných slouží **tloustnutí**.

Šfava buněčná vyplňuje dutinky t. zv. **vakuoly** (v). Je to roztok látek odpadových i látek pro buňku potřebných, jež cytoplasma v čas potřeby odčerpává. V mládí vyplňuje řadu drobnějších dutinek, jež později splývají v několik nebo v jedinou vakuolu velikou.

Z látek rezervních je nejrozšířenější **škrob, aleuronová zrna bílkovinná a kapénky tukové**. Škrobové zrno z buňky hlízy bramborové znázorňuje obr. 3 a, Tab. I. Aleuronová zrna uzavírají krystalky a kulovitá tělíska — globoidy (obr. 3 b).

Buňky živočišné liší se od rostlinných hlavně **nedostatkem celulosní blány buněčné** (jemná obalná blanka buněk živočišných, t. zv. **pellikula**, je neznámého dosud původu) a **nedostatkem plastidů**.

Živočichové, jichž tělo tvoří jediná buňka, nazývají se **Protozoa**, jednobuněčné rostliny **Protofyta**. Mnohobuněčné živočichy nazýváme **Metazoa**, mnohobuněčné rostliny **Metafyta**.

*

Z vývoje rostlinné a živočišné anatomie.

První znalosti anatomické vyplynuly nepochybně z praktického užití rostlin a zvířat. Už v době neolitické byly zjištěny na př. první tkaniny. Len a konopí, nejstarší to textilní suroviny, poskytují vlákna lýková, jež dlužno dobývat uměle z ostatních pletiv. Tělo zvířecí bylo vždy přístupnějším anatomickým objektem než rostliny. A tak se dlouho poznatky z anatomie zvířecí prostě přenášely na rostliny a badatelé se snažili ztotožňovat orgány zvířecí s orgány rostlin.

Zdálo by se, že vynikající anatomické znalosti musili mít staří Egypťané, kteří před mumifikací vybírali z těla lidského vnitřnosti. Nověji se však ukázalo, že anatomické znalosti staroegyptských lékařů nebyly valné. Starověkou autoritou v anatomii lidské byl římský lékař **Claudius Galenus** (2. stol. po Kr.). Ukázalo se však, že své anatomické znalosti zvířat přenášel prostě na člověka, aniž provedl jediné pitvy člověka. Tělo lidské bylo pitváno za účelem vědeckým teprve od poč. století 14. Jako znamenitý anatom těla lidského proslul **Ondřej Vesal** z Bruselu (16. stol.). V Praze první pitvu člověka provedl mistr **Jessenius** r. 1600.

Novou epochu ve vývoji anatomie zahajuje použití **mikroskopu** v biologické praxi. Složený mikroskop byl sice sestaven Holanďanem **Janssenem** již ke konci stol. 16., pro biologii jej však objevil teprve Janssenův krajan samouk **Anthony van Leeuwenhoek** (čti Lévenhuk. Zemřel r. 1723.) Zdokonaliv jej, objevil jím bakterie, nálevníky a j. Buňky rostlinné první spatřil anglický fysik **Robert Hooke** (čti Huk). Ve své »Micrografii« vykládá a kreslí, co vše svým mikroskopem pozoroval. Mezi jiným jsou tu po prvé znázorněny buňky rostlinné, jež objevil v korku. Byly to tedy vlastně pouhé blány buněčné. Vážněji se obírali anatomii Hookovi současníci Ital **Malpighi** a Angličan **Grew** (Gru), jež lze považovat za zakladatele vědecké anatomie vůbec. Malpighi se jmenovitě velmi zasloužil o anatomii hmyzu.

Rostlinné buňky byly objeveny Hookem již r. 1667. Mnohem později byly objeveny buňky živočišné. Mezi prvními, již buňky živočišné postřehli, náleží **J. E. Purkyně**, jenž měl o buňce také mnohem jasnější názor než německý zoolog **Schwann**, který první zdůraznil význam buněk pro tělo rostlinné i živočišné. Naprosto však nepochopil, čím vlastně buňky jsou. Vznik buněk vkládal obdobně jako vznik krystalů z matečného louhu a hlavní součást spatřoval, jako kdysi Hooke, v bláně buněčné. Naproti tomu Purkyně vyzdvihoval význam protoplasmy v buňce, v níž správně viděl hlavní složku buňky a také ji dnešním jejím jménem pojmenoval. Purkyňovy závěry potvrdil v druhé polovině minulého století německý zoolog **Schulze** a vyslovil názor, že **protoplasma buněk živočišných i rostlinných je totožná**.

Dnes je anatomie rostlinná i živočišná předmětem podrobného studia řady badatelů. Také **mikroskopická technika** se velmi zdokonalila.

Z českých anatomů dlužno imenovat v anatomii živočišné prof. **Fr. Veidovského** a jeho školu, v níž vznikli univ. profesori **Mrázek** a **Wenig**, na Moravě **Studnička**. Z lékařů českých vynikl v anatomii **J. Janošík**. Zakladatelem anatomické školy rostlinné je **B. Němec**.

Pokud se týče zevního tvaru těla rostlinného, počíná se o něm zevrubněji uvažovat teprve ke konci stol. 18. Zakladateli **morfologie** rostlinné jsou Francouz **Pyrame Decandolle** a německý básník **Goethe**. Decandollova morfologie měla sloužit jako přirozený podklad systematické, kdežto Goethe ji pojal jako vědu samostatnou a vnesl do ní plodnou myšlenku **metamorfosy**. Dnes pod tímto pojmem rozumíme změnu tvaru doprovázející zpravidla změnu funkce. Tak na př. květ je souborem listů metamorfovaných za účelem rozplozování. List — orgán asimilační — dostává tu novou funkci rozplozovací a mění původní tvar vhodný pro asimilaci v nový, lépe vyhovující nové funkci. Goethe ovšem v tomto smyslu

metamorfosy ještě nechápal. Jeho metamorfosu nazýváme **idealistickou**. On sice dělohu, asimilační listy, plátky okvětní, tyčinky a plodolisty považoval za orgány **stejnocenné — homologické**, leč vývojový vztah mezi nimi zůstal mu utajen. Teprve teorie vývojová mění **morfologii idealistickou** v **morfologii fylogenetickou**. Studium rostlinných **homologií** a **analogií**, čili **morfologie srovnávací**, kvetla jmenovitě v II. polovici min. století. Nejvýznačnějšími představiteli jejími stali se dva čeští morfologové: Lad. **Čelakovský** a Jos. **Velenovský**, v jehož »Srovnávací morfologii« tato věda vyvrcholila. Dnes je patrný úpadek této disciplíny. Příčinu lze spatřovati v soudobé **specialisaci** na úzké výseky vědní, jež ztrácí smysl pro přehled a srovnávání.

Obdobou srov. morfologie rostlin je **srovnávací anatomie** zvířat. Také ona vyhledává vývojové vztahy mezi orgány živočišnými. Jelikož orgány ty jsou většinou skryté v těle, je třeba pitvy. Jmenovitě anatomie zárodků, **embryologie**, je tu důležitou pomůckou k objasnění vývojových vztahů. Anatomie srovnávací spolu se srovnávací morfologií rostlinnou, skýtají nejdůležitější doklady k vývojové teorii.

Všichni vyjmenovaní anatomové čeští jsou zároveň anatómy srovnávacími.

Výměna látková a energetická.

Všechny životní projevy, uskutečňující se prostřednictvím hmoty, jsou **prací**. Podmínkou práce je **energie**, již si definujeme jako schopnost vykonat práci. Všechny životní projevy jsou tedy doprovázeny **pochody energetickými**.

Prvním zdrojem energie organismů je **sluneční záření**. Ne však všechny bytosti organické dovedou sluneční energii záření bezprostředně využít. Činí tak pouze ty rostliny, jež mají **zelen listovou**. Ostatní organismy jsou odkázány více méně na tyto rostliny, zužitkující energii jimi vhodně upravenou. Dle způsobu získávání energie, čili dle způsobu výživy lze rozdělit organismy ve dvě skupiny: **autotrofní** a **heterotrofní**.

Autotrofními jsou ty, jež mohou zužítkovat přímo energii slunečního záření. Činí tak zelené rostliny při **asimilaci uhlíku** či **fotosyntéze**. V podstatě se při tom kyslíčník uhličitý a voda — látky energeticky méně hodnotné —, slučují ve škrob —, látku energeticky hodnotnější. Přírůstek energie ve škrob získává rostlina utajením energie slunečního záření.

Vedle hmoty, která se přeměny přímo účastní, uplatňují se při **asimilaci** i **disimilaci** určité látky, jež samy sice proměně nepodléhají, do chemického procesu nevstupují, při tom však hrají významnou úlohu tím, že tyto pochody umožňují. Takovou látkou je na př. **zelen listová** nebo t. zv. **enzymy**, uplatňující se při trávení (**ptyalin**, **pepsin**, **chymosin** ve slinách a v žaludku, **zymasa** kvasinek, zavádějící **lihové kvašení**, **diastasa** měnící škrob v cukr v klíčících semenech a j.).

Heterotrofními nazýváme organismy, jež v získávání energie jsou odkázány na energii upravenou v potravě jinými organismy. Organických sloučenin, v nichž rostlina nahromadila energii slunečního záření, požívají býložravci. Masožravci získávají energii v organic-

kých látkách své kořisti. Obojí jsou tvory heterotrofními. Dle toho, zda organismy heterotrofní získávají potravu na žijících hostitelích či po jejich smrti, dělíme je na **parasity** a **saprofyty**. (Doplňte příklady rostlin a živočichů.)

I heterotrofní organismy si potravu požitou, energeticky již hodnotnou, dále upravují, přizpůsobují (asimilace v užším slova smyslu). Tak na př. tuk zvířecí nebo rostlinný, požitý člověkem, nezůstává v témž chemickém složení; při trávení se rozkládá vlivem žluči a šťav pankreatických na glycerin a mastné kyseliny. Ty jsou vstřebávány výstelkou střevní, kde se tvoří z nich opět tuk. Tento tuk má u člověka specifické vlastnosti, právě tak jako u jiných tvorů. Srovnej lůj, vepřové nebo husí sádlo. Obdobně živočišný škrob — glykogen — tvořící se v játrech, má své specifické vlastnosti oproti škrobu rostlinnému. Totéž platí o bílkovinách. (Srovnej chuť různých druhů masa.) Asimilační pochody, jimiž se látky strávené mění v látky tělové, nazýváme **zažíváním**.

Organismy využijí zažítin buď záhy k získání energie, nebo je ukládají jako **látky rezervní**. (Ukládání škrobu a cukrů v hlízách a semenech, ukládání tuků u zvířat přespávajících zimu a pod.)

Hmota při asimilaci a disimilaci nemá pouze významu nositele energie, nýbrž sama se uplatňuje při **růstu**, jakožto **stavební materiál** organických těl.

Disimilace, t. j. rozklad látek energeticky hodnotných za účelem uvolnění energie, je z největší části pochod oxydační. Kyslík získávají organismy dýcháním. Jen některé organismy, na př. kvasinky, dovedou uvolnit energii i jinými pochody než oxydací. Jiní tvorové, na př. některé bakterie, kyslíku vůbec nesnášejí a na vzduchu hynou.

Žažitá potrava, látky vzniklé disimilací a kyslík jsou jinak dopravovány tělem rostlin, jinak tělem zvířat a v obou skupinách zase různě, dle dokonalosti jednotlivých skupin.

*

Orgány výměny látkové a energetické.

I. Rostliny:

Rostliny jednobuněčné přijímají potravu celým povrchem těla ze svého prostředí. Už některé řasy jednobuněčné a všechny mnohobuněčné rostliny výtrusné mají zvláštní orgány, t. zv. **rhizoidy** (nepravé kořeny), jimiž jsou upevněny a čerpají živiny z podkladu. **Pravé kořeny** vyskytují se teprve u nepohlavní generace tajnosnubných cevnatých. U dokonalejších řas jsou živiny vedeny zvláštními protaženými buňkami na místa, kde se děje asimilace. Podobně je tomu u mechorostů. Kaprad'orosty a rostliny semenné mají pak spe-

cielně složené vodivé dráhy — **svazky cévní**. Svazky cévní také rozvádějí asimiláty na místa spotřeby. (Zobrazení a popis svazku cévního viz na obr. 9.—12. Tab. II. a ve výkladu k této tabulce!)

Kyslíčník uhličitý a kyslík jsou u stélkatých přijímány a vydávány celým povrchem. Tak je tomu i u většiny mechorostů. U některých jatrovek a na sporogonu mechů vytvářejí se zvláštní otvůrky v pokožce, jimiž se děje výměna plynů. Tyto otvůrky na sporogonu mechů jsou homologické s **průduchy** na listech kaprad'orostů a rostlin semenných, vyjma rostliny vodní, kde chybí, nebo jsou redukovány. Obdobný význam jako průduchy mají **lenícely** v borce dřevin. (Schema průduchu a jeho popis viz na obr. 7.—8. Tab. II. a ve výkladu k této tabulce.)

U mnohobuněčných rostlin výměnu plynů uvnitř těla umožňují prostory mezibuněčné — intercelulary. (Obr. 13. Tab. II.)

U rostlin stélkatých není zvláštního asimilačního pletiva. Podobně je tomu u mechorostů. Všechny buňky stélky — až na buňky rhizoidů — mají tu zeleň listovou a asimilují. U kaprad'orostů a semenných tvoří buňky asimilační pletiva, jež nejdokonaleji jsou vyvinuty v listech, v t. zv. **plešivu palisádovém**. (Průřez listem viz na obr. 13. Tab. II.) Vlastní asimilace odehrává se v chloroplastech.

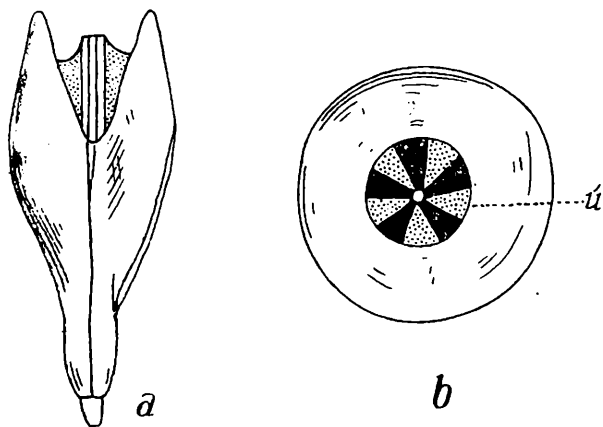
II. Zvířata:

Někteří prvoci, na př. kořenonožci, přijímají potravu kdekoliv na povrchu buňky. Jiní, zejména nálevníci, mají k tomu na povrchu buňky zvláštní místo (viz c na obr. 2. Tab. III.). U metazoi vyskytuje se více méně složitá **soustava zažívací**. Tak láčkovci a nižší červi mají **gastrovaskulární systém**. (Tab. III., obr. 1. znázorňuje průřez houbou sladkovodní se soustavou gastrovaskulární, obr. 3. zobrazuje gastrovaskulární systém u ploštěnky.) Je to soustava kanálků, jimiž proudí voda přinášející potravu. Potrava je zachycována a stravována v komůrkách vystlaných bičíkovými buňkami. Gastrovaskulární systém slouží také jako orgán dýchací, přiváděje s vodou kyslík a odvádí ovšem i látky vzniklé disimilací. Plní tedy úkol soustavy cévní (vasculum = ceva a zažívací, gaster = břicho). Odtud název soustavy.

U červů vyšších a u všech vyšších systematických skupin sledujeme soustavy zažívací sloužící pouze výživě. Zpravidla bývá tato soustava rozčleněna v části, jimž pak při trávení připadá speciální úkol. Obvykle lze rozlišiti čtyři oddíly. V I. se potrava upravuje mechanicky, drtí se nebo ukusuje. II. část slouží co shromaždiště požitě potravy, kde se potrava zároveň dále rozmělnuje a prochází první úpravou chemickou. III. část slouží povýtce k úpravě chemické a vstřebávání potravy. Konečně IV. část nestravitelné součásti odvádí z těla. K těmto částem vlastní soustavy zažívací přidružuje se část V. — t. j. žlázy, které produkují tekutiny obsa-

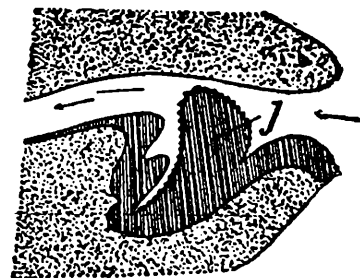
hující enzymy, důležité to látky trávicí, jimiž je potrava upravována tak, aby mohla být vsřebána.

I. Orgány sloužící k mechanické úpravě potravy. Již pijavice mají ústa vybavena třemi chitinovými pilovitými čelistmi. Ty však neslouží k úpravě potravy, nýbrž k rozdrásání kůže napadené kořisti.



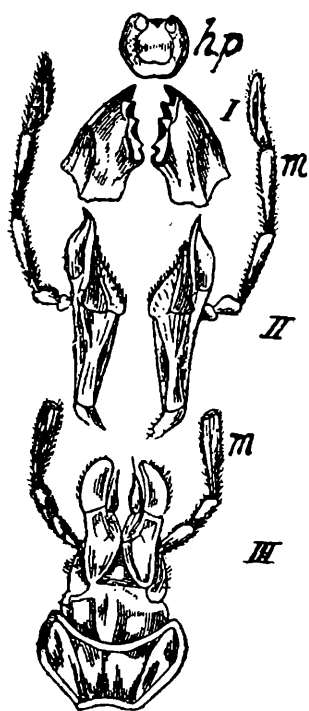
Obr. 14.

a jedna z pěti čelistí t. zv. »Aristotelovy lucerny« ježovky. b pohled ze spodu na žvýkací destičku ježovky. V ústech (ú) 5 zoubků Aristotelovy lucerny.



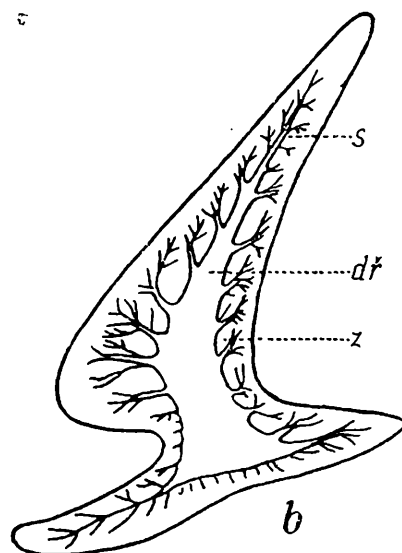
Obr. 15.

Podélný průřez ústí hlemýždě. j jazyk potažený kutikulárním povlakem se zoubky.



Obr. 16.

Ústrojí ústní švába, hp horní pysk, I horní pár kusadel, II dolní pár kusadel, III dolní pysk. Toliko orgány označené I-III vznikly přeměnou tří párů okončetin.



Obr. 17.

a plakoidní šupina žraločí. b průřez žraločí špinou; s sklovina, dř dřevná dutina, z zubovina.

Už však ježovky mají na počátku soustavy zažívací složitý orgán, sestávající z pěti zaostřených zoubků k ukusování potravy. (Viz obr. 14.)

Jiný opět orgán k rozměňování potravy mají břichonožci. Mají jazyk potažený kutikulárním povlakem opatřeným jemnými nazad obrácenými zoubky — **jazyková páska**. Jím zvíře strouhá rostlinnou potravu. (Viz obr. 15.)

Členovci mají žvýkací aparát v několika párech metamorfovaných končetin při dutině ústní. Ústa raků jsou na př. vyzbrojena třemi páry čelistí a třemi páry kusadlových nožek. U hmyzu drtí potravu dva páry čelistí a někdy ještě i t. zv. dolní pysk. (Viz obr. 16.)

Dle potravy jsou ovšem tyto základní orgány různě přeměněny v ústrojí **ssavé, bodavé, lízavé**.

Ústa obratlovců jsou vybavena **zuby**. Amphioxus má ústa prvotně bezzubá; zuby mihulí jsou rohovitými útvary epitelu. Nejsou tedy homologickými se zuby ostatních obratlovců, jež se odvozují fylogeneticky od **plakoidních šupin** ryb žralokovitých. Šupiny žraloků jsou kostěnné ploténky s ostrými výrůstky, opatřeny na povrchu sklovinou. (Viz obr. 17.)

Žraločí zuby jsou nemnoho modifikovanými plakoidními šupinami, jimiž je opatřena kůže. Zuby jsou zasazeny do sliznice úst. U ryb kostnatých jsou kuželovité zuby narostlé v mnoha řadách na kostech, tvořících čelisti i patro. Podobně je tomu u obojživelníků a plazů. Celkem však lze říci, že postupně se počet zubů umenšuje a rovněž se umenšuje počet kostí, jež zuby nesou. To je již velmi zřetelně provedeno u plazů. Zuby plazů jsou rovněž na čelistech narostlé. Toliko krokodilové mají zuby vklíněny v jamkách čelistí. Želvy zubů (druhotně) nemají. Čelisti jsou potaženy rohovitou pokožkou podobně jako u ptáků, kde protáhlé čelisti potažené rohovitou pokožkou tvoří **zoban**. Dle jakosti potravy je zoban různě upraven. (Popište zoban dravců, ptáků semenožravých, hmyzožravých, již hmyz sbírají, a těch, již loví hmyz v letu, jako vlašťovka, rorýs, lelek!)

Zuby ssavců omezují se na dolní a horní čelist a mezičelist. (Kteří ssavci zubů nemají a kteří je mají nedokonalé?) Úprava a počet ssavčích zubů odpovídají potravě. (Čím se vyznačují zuby šelem, hmyzožravců, hlodavců, býložravců?) Kdežto u předchozích obratlovců se zuby vyměňují zpravidla stále, u ssavců se vyměňují pouze jedenkrát («mléčný» a trvalý chrup). U vačnatců se zuby nevyměňují. (Popište zub, lidský chrup a jeho výměnu.)

(K dalšímu popisu viz Tab. III., obr. 4., 5., 6., jež představují zažívací soustavy švába, hlemýžďe a člověka.)

II. Místo, kde se potrava hromadí a upravuje, je **žaludek**. S ústy jej spojuje jícen. Jícen bývá někdy rozšířen ve vole, v němž je potrava předběžně zpracovávána, než přijde do žaludku (viz v u zažívací soustavy švába obr. 4.). Jmenovitě u ptáků má vole důležitý význam, neboť se u nich potrava zobákem velmi nedosta-

tečně drtí. Ve volí změkne (semena!). Žaludek bývá někdy rozdělen ve dvě části: žaludek žlaznatý, jenž dodává hlavně trávicí šťávy (obr. 4. ch) a žaludek svalnatý (obr. 4. sž), potravu rozmělnující. Mocně vyvinutý svalnatý žaludek mají ptáci (husí žaludek). V žaludku se potrava upravuje také chemicky.

III. Další úprava chemická a vstřebávání potravy děje se ve střevech. Délka střeva je odvislá od jakosti potravy. (Vyložte jak a uveďte doklady.)

IV. Nestravitelná část potravy odchází konečníkem.

V. K soustavě zažívací druží se některé **žlázy**, tvořící buď samostatné útvary, nebo jsou umístěny ve stěnách soustavy zažívací. **Žlázy slinné** vyskytují se již u měkkýšů. (Obr. 5. žs) a členovců (Obr. 4. sž). Téměř všeobecně jsou rozšířeny u obratlovců. (Obr. 6. žs). (Popište funkci slin, šťav žaludečních, pankreatických a žluči!)

Vývojově vytváří se soustava zažívací na základě entodermální dutiny. Přední a zadní část vzniká zachlípěním ektoblastu.

(Popište soustavu zažívací u člověka dle obr. 6. Tab. III.)

Strávenou potravu rozvádí do celého těla **soustava cévní**, jež přenáší také kyslík a disimilací vzniklé produkty. U prvoků není takové soustavy třeba. Od červů vyšších počínaje slouží k tomu zvláštní soustava cévní. Dle úpravy dělí se na **soustavu otevřenou** a **zavřenou**. V první probíhá krev jen částečně v uzavřených trubicích. Ty se otvírají do štěrbin mezi pletivy. Otevřenou soustavu cévní mají na př. členovci. V uzavřené soustavě cévní krev neopouští trubicovitých cev, jako na př. u člověka. K soustavě cévní náleží také **soustava lymfatická**.

Obr. 10. na Tab. IV. znázorňuje otevřenou soustavu cévní u hmyzu. Srdce se skládá ze řady komůrek — k, čerpajících z okolí krev jemnými otvůrkami — **ostii** — os. Srdce se roztahuje pomocí vějířovitých svalů — s a krev je hnána hlavní tepnou — c do předu.

(Dle obrázků 11. a 12., Tab. IV., popište soustavy cévní u ryb-11. a u člověka-12. Vysvětlivky k obrázkům viz ve výkladu této Tab.).

Krev členovců, měkkýšů a červů je bezbarvá, žlutavá nebo červená. **Tělíska krevní** obdobná červeným krvinkám jsou u nich výjimkou. **Leukocyty** se vyskytují častěji, ne však vždy. Krev obratlovců obsahuje vždy tělíska krevní a je barvy červené. Velikost a tvar červených krvinek jsou pro různé skupiny obratlovců charakteristické. **Tekutina krevní** má v různých skupinách zvířecích, ba i u individuí téhož druhu speciální chemické vlastnosti, jež se projevují ve vzájemných reakcích při smíšení krve. (Dle příbuznosti krevní se soudí i na příbuznost fylogenetickou. U lidí lze rozlišit 4 krevní skupiny. Před transfusí krve se zjišťuje, do které krevní skupiny náleží krev dárce a příjemce. Ne všechny krevní skupiny lze totiž navzájem mísiti.)

Jelikož soustava cévní pracuje v těsném spojení se **soustavou dýchací**, jsou mezi nimi výrazné vztahy organisační. Lze říci, že tvarově se soustava cévní přizpůsobuje soustavě dýchací. (Srovnej soustavu cévní žab a pulců.)

Jednobuneční živočichové nemají zvláštních dýchacích orgánů. Dýchají celým povrchem buňky. Také řada metazoi vystačí tímto povrchovým dýcháním (láčkovci, červi). **Dýchání kožní** zůstává velmi intenzivní i tam, kde jsou vyvinutá speciální ústrojí dýchací (ryby, obojživelníci).

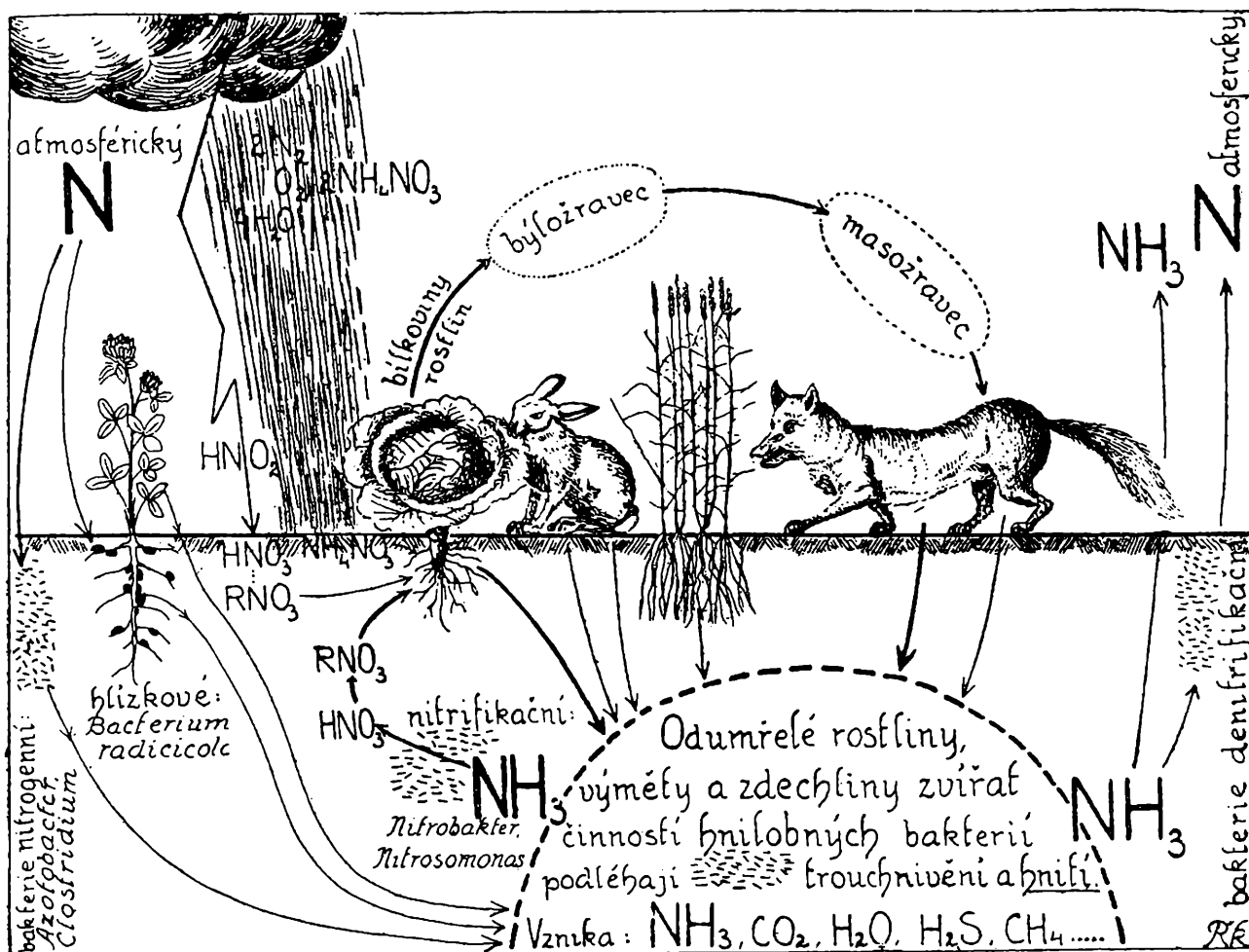
Speciálními orgány dýchacími jsou **žábry, plíce a vzdušnice**.

Žábry jsou rozšířeny u živočichů vodních, ač nikoliv bezvýjimečně (ploutvonožci, kýtovcí, vodní hmyz a jeho larvy), sloužíce k vybírání kyslíku pohlceného ve vodě. **Plíce a vzdušnice** mají zvířata suchozemská. Žábry jsou nejčastěji kožní útvary, umístěné na různých místech těla, zpravidla tam, kde je výměna vody nejčilejší. Tak u korýšů jsou na př. na nohou. (Obr. 1. Tab. IV. představuje nohu perloočky se žaberním přívěskem—ž. Obr. 2. na téže tabulce zobrazuje žábry sepie —ž. Bližší vysvětlení viz ve výkladu Tab. IV.) Žábry pláštěnců, bezlebečných, kruhoústých, ryb a larv obojživelníků se vytvářejí na štěrbinách v přední části soustavy zažívací. (Obr. 3. Tab. IV. zobrazují soustavu zažívací sumky. Přední část —jž— je žaberním vakem vzniklým proděravěním jícnu. Obr. 4. znázorňuje příčný řez **žaberním obloukem** ryby. Na **žaberním oblouku** — ož — sedí **žaberní lupénky** — žl. **Žaberní tepna** — t — přivádí krev, jež po okysličení je odváděna **žaberní žilou** — ž.) Jakožto vychlípeniny přední části soustavy zažívací vznikají také **plíce**. (Obr. 8. a, b, c zobrazují schematicky vývoj plic ssavčích. Z hltanu vychlípí se nejprve jednoduchý vak-a, jenž se později rozdělí ve dvě poloviny-b, c, které vyspějí v plíce.) Plíce nižších obratlovců představují jednoduché, nečleněné vaky. (Obr. 9. zobrazuje průřez plicemi mloka.) Aby **dýchací plocha** (vnitřní část plic) byla co největší, tvoří se u vyšších obratlovců uvnitř rozličné přepážky. (Tak je tomu na př. již u plic želv v průřezu zobrazených na obr. 9 b.) Největší dýchací plochu mají plíce ssavců, vyvinuté v podobě velkého houbovitého tělesa o složité stavbě vnitřní. Dýchací plocha plic lidských se odhaduje na 150 m², je tedy asi 75krát větší než povrch těla (2 m²). (Dle obrázku 9c, d, popište anatomii plic lidských. Bližší vysvětlení k obrázkům viz ve výkladu Tab. IV.)

»**Tracheální plíce**« pavoukovitých jsou vlastně žábrami vchlípenými do těla. V dutince (Obr. 7. Tab. IV.) jsou tenké lupénky listovité uspořádané (lp), vlastní to plochy dýchací. Vzduch přichází dýchacím otvorem (v). Vchlípením povrchu vznikají také **vzdušnice**. Je to soustava jemně rozvětvených kanálků, větvičích se v pletivech tělních, jež zásobují kyslíkem. (Obr. 5. Tab. IV. znázorňuje tracheální

systém pravého boku *Machilis maritima* — hmyz bezkřídlý.) (Vzduch proudí dovnitř otvory — **stigmaty** — s.)

Disimiláty jsou pro tělo živočichů nejen neúčinné, nýbrž mnohdy i jedovaté. Už u některých prvoků jsou zvláštní zařízení k odstranění těchto látek. Jsou to t. zv. **pulsující vakuoly**, čas od času praskající, při čemž se jejich obsah vylévá. Pak se tvoří znovu. (Ta-



Obr. 18.

O běh dusíku. Dusík atmosférický dovedou upotřebiti pouze nitrogenní bakterie. Ostatní rostliny jej přijímají jen jako roztoky dusičnanů RNO_3 . Ve svých tělech tvoří bílkoviny, jež přecházejí do býložravců a masožravců, v jejichž těle se jednak upotřebují ke stavbě protoplasmu, jednak se rozkládají a ve výmětech přicházejí zpět do půdy. — Hnitím se z nich uvolňuje čpavek. Ten vzniká i při hnití zbytků rostlinných (spadlých listů, kořenů v půdě) a při hnití celých odumřelých těl rostlin i pošlých živočichů. Hnilobné bakterie rozrušují jejich bílkoviny a vzniklý NH_3 je okysličován bakteriemi nitriřikačními na HNO_3 , jež vytváří opět dusičnany. — Vstřebáním těchto dusičnanů v kořenech nových rostlin je hlavní kruh oběhu uzavřen. — Jako postranní větve připojují se k němu ještě činnost hlízkových bakterií na kořenech motýlokvetých, vznik dusičnanů pře: kyselinu dusitou za bouře při úderu blesku a vznik dusičnanu amonného. Ten je deštěm strhován k zemi a je přímým zdrojem dusíku pro rostliny. Po levé straně schématu jsou tím naznačeny zdroje dusíku. Po pravé straně jeho návrat do atmosféry jednak ve formě plyného čpavku při hnití, jednak činností bakterií denitřikačních. (Dle Řehákovy »Bohaniky«.)

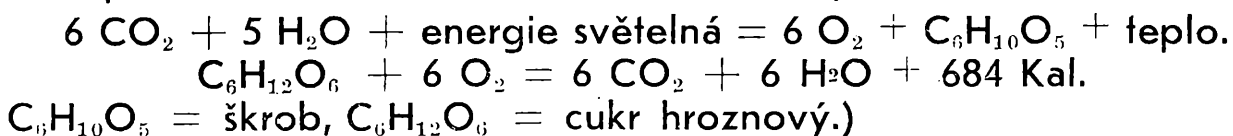
kovou pulsující vakuolu zobrazuje obr. 2. Tab. III. u nálevníka trepky = pv_1 , pv_2 .) U červů jsou vyměšujícími orgány **pronefridie** a **nefridie**. **Pronefridie** (obr. 7. Tab. III.) jsou soustavou jemných rozvětvených trubic slepě končících. Na konci bývá buňka (kb) opa-

třená svazečkem brv (b), živě kmitajících a pohánějících výměšky. Dokonalejšími orgány vyměšovacími jsou **nefridie**. (Obr. 8. Tab. III.) Jsou to kanálky trychtýřovitě se otvírající do dutiny tělní (f). Kanálek pak prochází hranicí mezi dvěma segmenty a ústí na povrch. Před vyústěním bývají rozšířeny ve váček, jakýsi měchýř močový (m). Nefridie fylogeneticky souvisí s **ledvinami** obratlovců. Charakteristickými orgány vyměšovacími hmyzu a stonožek jsou **žlázy malpighické** (mť na obr. 4. Tab. III.).

(Podle obr. 9., 10., 11. na tab. III. popište složení a funkci ledvin lidských.)

Lze říci, že látkové a energetické proměny, v organismech probíhající, jsou **pochody kausálními**. Každý následný pochod má dostatečnou příčinu v předcházejícím a řídí se dle fyzikálních a chemických zákonů známých z přírody anorganické. To ještě ovšem neznamena, že jsou to pochody pouze kausální. Nelze totiž přehlédnouti podivuhodnou jejich **účelnost** a **souhru**. Třebas tato účelnost je uskutečňována pochody kausálními, nevyplývá přímo z nich. Této účelnosti se dovolávají **vitalisté**, uvádějící ji jako doklad své teorie.

(Zodpovězte otázky: Jak přijímá potravu tasemnice a jak dešťovka? Kterí tvorové vyvrhují nestravitelné součásti potravy — chuchvalce? Jaký je význam kaménku v žaludku ptáků? Jaká potrava je nejvhodnější pro člověka? Co jsou to **vitaminy**? Jaký význam mají **pochutiny**, sůl a voda? Dle připojeného obrázku 18. prostudujte koloběh dusíků v přírodě! Kdy rostliny dýchají a kdy asimilují? Jak jsou vybaveny proti nedostatku vody rostliny suchomilné? Jaký je poměr mezi spotřebovaným kyslíkem při dýchání a vydaným kyslíkem při assimilaci rostlin? Co značí následující chemické rovnice:



Z dějin fyziologie výživy.

Vývoj fyziologie výživy šel současně s vývojem chemie. Tak na př. fyziologie výživy rostlin počíná se rozvíjetí teprve ke konci století 18., když byl před tím **Lavoisier** objevil význam kyslíku při hoření a dýchání a vyvrátil starou teorii **phlogistonovou**. (**Phlogistonem** byla nazývána hypotetická látka, o níž se soudilo, že se nalézá v každém hořlavém tělese a při hoření prchá.) R. 1796 zjistil holandský lékař **Ingen-Housze**, že rostliny čerpají uhlík ze vzduchu. Švýcarský badatel **Saussure** poznává význam vzdušného kysličníku uhličitýho pro rostliny a vykládá důkladněji příjem živin v roztocích z půdy. Konečně krajan Saussurův **Senebier** objevil význam světla při rozkladu kysličníku uhličitýho v zelených částech rostlin. Na těchto základech se pak rychle rozvíjela fyziologie výživy rostlin.

Dýchání správně po prvé vyložil **Lavoisier**. Dříve se soudilo, že dýcháním se pouze ochlazuje krev. Teprve však geniální fyziolog francouzský **Claude Bernard** (1813—1878) vyložil důkladně látkovou a energetickou výměnu v těle.

Českou školu fyziologie rostlinné založil **B. Němec**, jenž je dosud jejím nej-
přednějším představitelem. Ve fyziologii výživy člověka a ve fyziologii vůbec
byli vynikajícími autoritami **F. Mareš** a **Ed. Babák**.

Růst a rozmnožování organismů.

Růst.

Zažitá potrava umožňuje jednak **látkovou** a **energetickou výmě-
nu**, jednak **růst** a **rozmnožování** živých bytostí.

Růst se děje aktivní součinností buněk a sice tak, že buňky samy
přímo rostou rozmnožující protoplasmu nebo ukládajíce v sobě
látky rezervní, nebo se zmnožuje hmota mezibuněčná, při čemž je
ovšem rovněž aktivní součinnost buněk nezbytná. Při růstových po-
chodech v buňce se zvlášť uplatňuje jádro, jež má rozhodující úlohu
při výměně látkové.

Mnohem významnější než tento růst, spočívající ve **zvětšování
buněk** a hmoty mezibuněčné, je růst uskutečňovaný **dělením bu-
něčným**. Dle způsobu dělení rozlišujeme dělení **přímé** a **nepřímé**.

Přímé (či amitotické) dělení je jednodušší. Jádro se rozdělí ve
dvě části bez zvláštních proměn vnitřních. Rozdělení jádra násle-
duje dělení ostatní protoplasmy. (Dělení přímé zobrazuje obr. 4.
na tab. I.). Tento způsob dělení je řídký. Vyskytuje se u některých
nižších skupin rostlin a živočichů (kvasinky a někteří prvoci), u vyš-
ších rostlin a živočichů jest zpravidla zjevem degeneračním, nebo
jím rostou chorobné nádory.

Nepřímé dělení (či mitotické) je doprovázeno pronikavými změ-
nami jádra. (Popište nepřímé dělení dle obr. 5a - f, Tab. I.)

Popudy k rozdělení buňky mohou býti několikeré. S obsahem
zmnožující se cytoplasmy zvětšuje se sice také povrch buněčný,
nikoliv však úměrně s obsahem. Povrchem však buňka přijímá po-
travu. Tím se stává, že menší buňka má poměrně větší povrch než
buňka veliká. Tento nepoměr se výhodně vyrovnává dělením. Ne-
pochybně také mezi jádrem a cytoplasmou panuje určitý poměr
(vyjadřovaný t. zv. **nukleoplasmovou konstantou**). Při rozmnožování
cytoplasmy se jádro zvětšuje pomaleji. Také tento nepoměr se dě-
lením vyrovnává. Také některými vnějšími zásahy lze dělení vyvolati
nebo zvýšiti. (V přírodě se tak děje na př. při tvoření hálek, kde
dráždivě působí tekutina vylučovaná hmyzem. Jindy jsou příčinou
rychlého dělení a tvoření nádoru bakterie, jako na kořenech rostlin
motýlokvětých.) Všechny tyto popudy působí pouze u buněk, jež
mají dělivou schopnost. Tato dispozice je u mnohých buněčných
organismů omezena jen na některé buňky (meristematická pletiva
rostlin, buňky pokožkové, slizniční, pohlavní a j. u živočichů. Popis
meristematických pletiv rostlinných viz na Tab. II. a ve výkladu této
tabulky).

Vývoj ontogenetický.

Ontogenetickým vývojem v nejširším slova smyslu rozumíme vývoj individua od vajíčka až do smrti. První fáse vývojové shrneme pod názvem **vývoj embryonální**.

Počátek ontogenetického vývoje může být dvojitý. Obojí způsob se nezdá vyskytovat u téhož individua, jak to na př. vidíme u nezmaru nebo u bramborů. Nezmar se množí **nepohlavně pučením** nebo **pohlavně z oplozené buňky vaječné**. Obdobně brambory množí se nepohlavně pomocí podzemních hlíz, nebo pohlavně semeny. (Uveďte další příklady nepohl. rozmnožování rostlin a zvířat!)

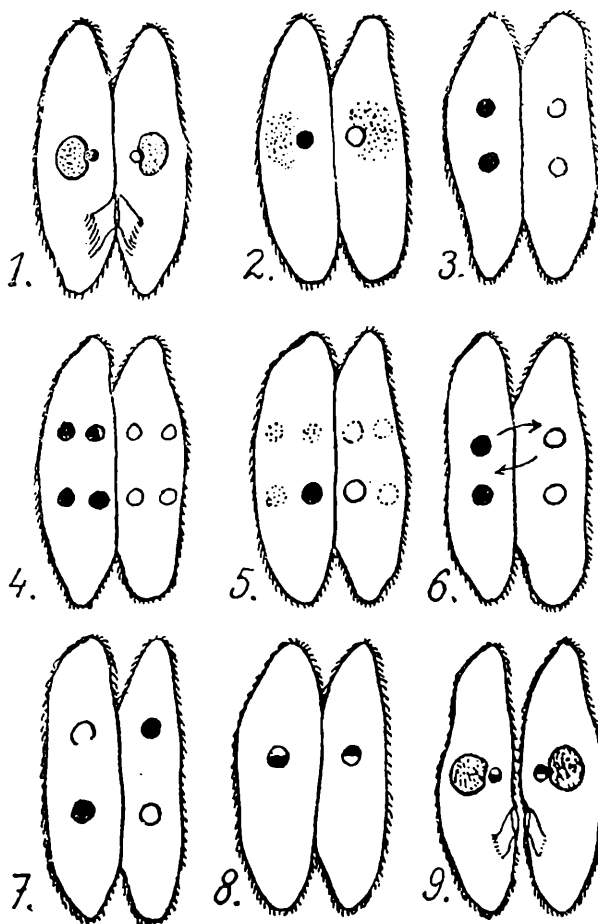
Všude tam, kde zárodek nového jedince vzniká splynutím dvou buněk, mluvíme o **množení pohlavním, digenním** či **sexuálním**.

První počátky pohlavního vývoje lze spatřovati již v t. zv. **zmlazování nálevníků**. (Prostuduj obr. 19.)

Obdobným zjevem v rostlinstvu je **spájení vláken** některých řas a hub. (Viz připomenutý obr. 20. a výklad.)

Kopulující se buňky jsou v obou případech stejně velké. Tento zjev dlužno považovati za primitivní stupeň pohlavního rozmnožování. Dokonalejší typ spočívá v tom, že pohlavní buňky se rozlišují velikostí. Větší z nich, zpravidla nepohyblivá, obsahující nezřídka hojnost rezervních látek, nazývá se **buňkou samičí** či **vaječnou**, menší, zhusta pohyblivá pomocí brv a bičíků jmenuje se pohlavní buňkou **samčí** či **spermatozoidem** (též spermatem).

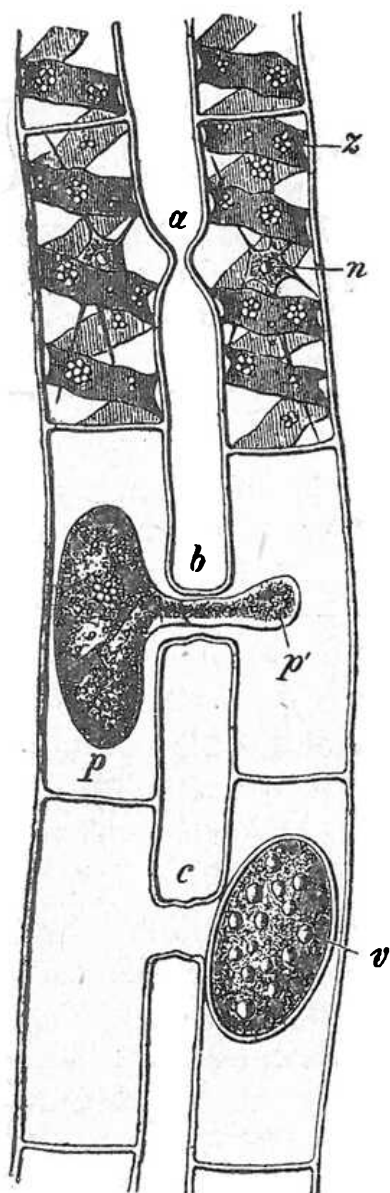
Pohlavními samčími orgány rostlin jsou **pelatky** (antheridie), vytvářející spermatozoidy, samičími **zárodečníky** (u řas **oogonie**, všeobecně **archegonie**) — vytvářející vajíčka. (Obr. 21.)



Obr. 19.

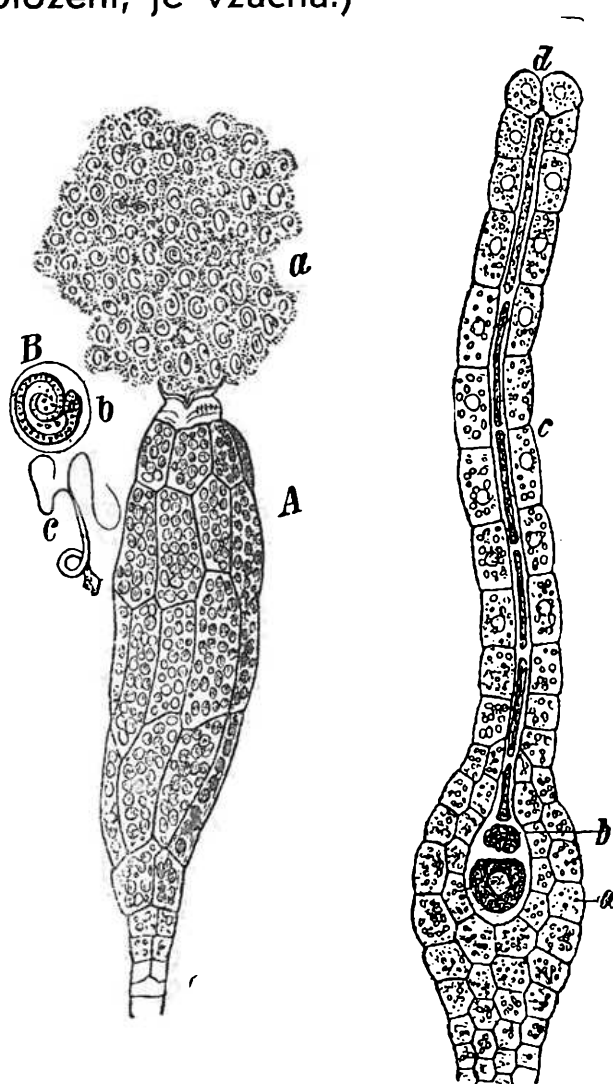
Postup zmlazování nálevníků. Dva jedinci se k sobě přiloží. Větší — vegetativní jádro — se rozpadne (1, 2), menší — generativní — se dvakrát rozdělí ve 4 jádra (3, 4). Tři z nich se rozpadnou (5) a zbývající jedno se opět dělí (5). Nato si nálevníci vymění po jednom jádru (7). Jádra pak opět splynou (8) a vytvoří se znovu jádro vegetativní (9).

Poměr mezi pohlavním rozmnožováním a nepohlavním rozmnožováním u rostlin a zvířat je různý. Kdežto v říši živočišné u dokonalejších typů nepohlavní rozmnožování mizí a vyskytuje se rozmnožování výhradně pohlavní (není-li ovšem někde nahrazeno **parthenogenesí**, již dlužno považovati za zjev **druhotný** z vývoje sexuálního **odvozený**), u rostlin se nepohlavní způsob udržuje ve všech skupinách. (Parthenogenese, t. j. vývoj vajíčka v embryo bez oplození, je vzácná.)



Obr. 20.

Spirogyra: mezi dvěma sblíženými vlákny vytvoří se mezi buňkami výklenkem (a) a resorbci blány buněčné (b, c) můstek, jímž vyproudí plasma jedné z buněk do buňky druhého vlákna (b). Tam obě plasmy splynou a vytvoří se spájitý výtrus (v).



Obr. 21.

Pelátka a zárodečník zkrutku. Z prasklého vrcholu pelatky — A — řine se tekutina obsahující spermatozoidy. b Spermatozoid v buňce, c volný spermatozoid. U zárodečníku ve spodní kulovité části leží vaječná buňka. Nad ní je buňka břišní (b) a buňky hrdeční, jež se později mění v hlen, jímž pronikají spermatozoidy k vajíčku.

U nižších rostlin a živočichů lze povšechně (ne však vždy) nepohlavní rozmnožování považovati za zjev **prvotní**, u vyšších skupin je to zpravidla zjev **druhotný**, obyčejně účelná reakce na vnější

podmínky. Tak na př. u některých vysokohorských a jarních rostlin lze soudit, že omezují nebo ztrácejí schopnost pohlavního rozmnožování pro drsné klima, nedostatek hmyzu a pod.

Někdy se rozmnožování pohlavní s nepohlavním pravidelně střídají. Mluvíme pak o **rodozměně**. Typicky je rodozměna vyvinuta u mechorostů a kaprad'orostů. Uplatňuje se však v říši rostlinné téměř všeobecně. U živočichů se vyskytuje na př. u láčkovců (medusa-polyp).

Má-li jedno individuum oba druhy pohlavních orgánů, jmenujeme je **obojetníkem - hermafroditem**. **Hermafroditismus** je hojně rozšířen u nižších skupin zvířat (jmenujte příklady). Pohlavní orgány jsou pak na různých místech těla (deš'ovka), nebo jediná žláza produkuje vajíčka i spermata (hlemýžď). Vzácný jest již hermafroditismus u členovců a obratlovců (u některých ryb). Jako abnormita se u těchto skupin vyskytuje t. zv. **pseudohermafroditismus** (jeví se jen ve vnějším vzhledu, kde u téhož individua se projeví obojí **druhoité** znaky pohlavní), nebo **intersexualita** (jedinec má pohlavní žlázy obojího druhu). U rostlin je větší rozmanitost. U výtrusných jsou antheridie i archegonie buď na téže rostlině (na prvoklících u kapradin stejnovýtrusných), nebo na dvou rostlinách (samčí a samičí prothalia přesliček a kapradin různovýtrusných). V prvním případě mluvíme o rostlinách jednodomých (**monoekických**), v druhém o **dvojdomých (dioekických)**. Z rostlin semenných nahosemenné mají květy odděleného pohlaví (květy **diklinické**), to je samičí (méně správné v tomto případě **pestíkové**) a **prašníkové**. Obojí květy jsou buď na téže rostlině (jednodomé, na př. smrk, borovice a j.), nebo na rostlinách dvou (dvojdomé, na př. cykas, tis). U krytosemenných většina zástupců má květy **obojpohlavné (monoklinické)**.

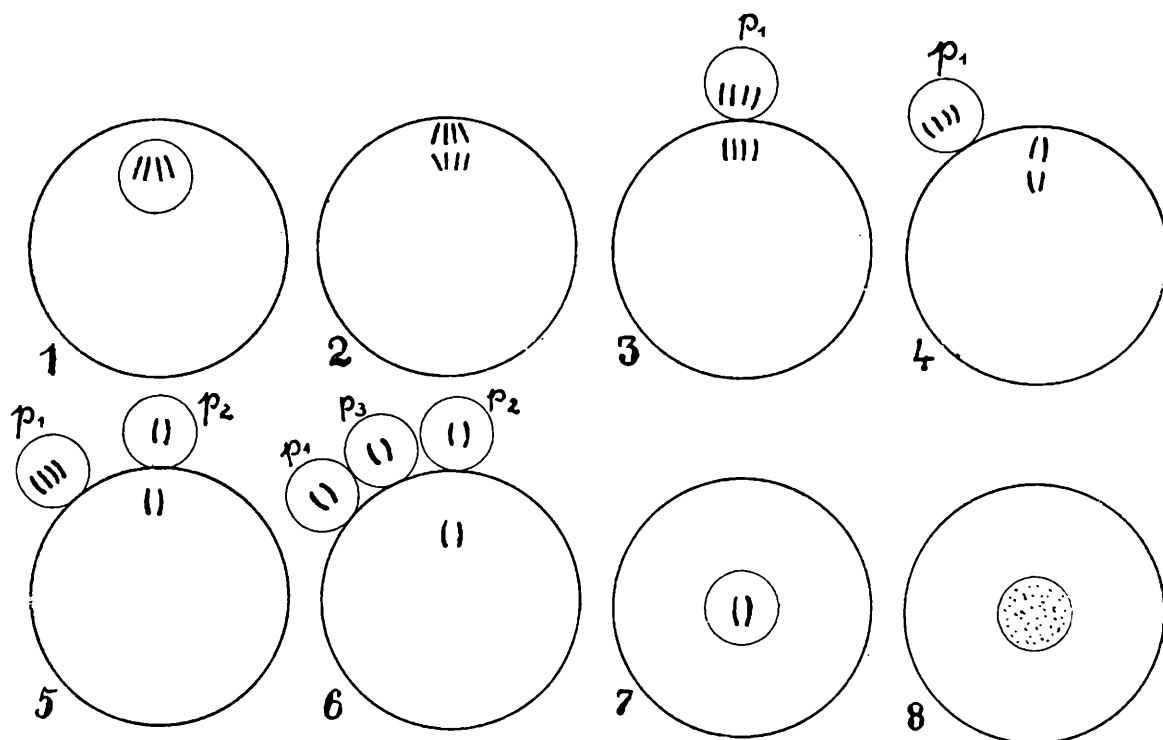
Pohlavní buňky dospívají zpravidla v pozdních stádiích vývojových. **Pohlavní dospělostí** končí obvykle vzestupná tendence vývojová. Jen výjimečně předbíhá pohlavní dospělost celkový vývoj a živočich je pak schopen produkovat zralé pohlavní buňky už v ranných stádiích vývojových. Mluvíme pak o t. zv. **pedogenesi**.

Zrání buněk pohlavních.

O **počtu** chromosomů v buňkách lidských, živočišných i rostlinných platí následující: 1. Všichni jedinci téhož druhu mají v jádrech svých buněk též počet chromosomů (na př. všichni lidé nosí ve svých buňkách 48 chromosomů, pstruzi 12, cibule 16, pampeliška 24). Tento počet nazýváme dvojnásobným či **diploidním**. 2. Zralé (t. j. oplození schopné) buňky pohlavní mají chromosomů vždy o polovinu méně než buňky ostatní. Počet chromosomů je tu **haploidní**.

Diploidní počet chromosomů se i při dělení přísně udržuje, o což je postaráno vhodným dělením těchto chromosomů při mitotickém dělení buňky. Také buňky pohlavní mají původně diploid-

ní počet chromosomů, dříve však než jsou u živočichů a většiny rostlin schopny oplození, se snižuje počet na polovic, takže počet chromosomů po splynutí buňky samčí a samičí je opět diploidní. Dělení, jímž se v buňkách pohlavních původní diploidní počet sni-



Obr. 22.

Schema zrání vajíčka.

žuje na haploidní, nazýváme **dělením redukčním**. U některých rostlin redukční dělení probíhá až po kopulaci.

Redukční dělení probíhá poněkud jinak u buněk samičích a samčích.

Zrání vajíček (ovogenese). (Sleduj obrázek 22.) U čísla 1. je schematicky znázorněno vajíčko před dělením redukčním. Obsahuje tedy diploidní počet chromosomů — v tomto případě 4. Zráním rozumíme několikeré dělení, jež uzavírá dělení redukční. První dělení je normální dělení mitotické, při něm se tedy počet chromosomů nesnižuje: 2, 3. Jedna z buněk je však značně menší. Nazývá se **buňkou polovou** — p_1 . Teprve následující dělení velké buňky je redukční. Při něm se chromosomy podélně neštěpí, nýbrž polovina jich se postaví ve vřeténku na jednu, druhá polovina na protilehlou stranu. — 4. Jedna polovina zůstává ve velké buňce, druhá polovina přejde do nově se tvořící buňky malé — p_2 . Také prvá buňka polová se může redukčně dělit, takže výsledkem zrání jsou 3 buňky polové (p_1 , — p_3 u čísla 6). Buňky polové brzy zacházejí — 7., kdežto velká buňka představuje **zralou**, t. j. **oplození schopnou buňku vaječnou** — 8.

Zrání buněk samčích (spermiogenese) probíhá v podstatě týmž způsobem jako zrání vajíček. Rozdíl spočívá v tom, že vzniklá čtve-

řice buněk s haploidním počtem chromosomů má všechny buňky stejně velké a oplození schopné.

Oplozování.

Podmínkou **oplození** je, aby se pohlavní buňky dostaly do bezprostředního styku. Uskutečňuje se to nejčastěji tak, že spermata, vybavená pohybovým ústrojím (brvy, bičíky), pronikají tekutým prostředím k vajíčku. Vajíčka bývají zpravidla mnohem větší, obsahující živné látky; nebývají tudíž aktivního lokomočního pohybu schopná. U rostlin výtrusných plovou spermata ve vodě, u rostlin semenných pronikají plasmatickou tekutinou **pylové láčky**. Je ovšem především nutno, aby se pyl dostal na bliznu. Dle způsobu, jak se to děje, dělíme rostliny na **vodosnubné (hydrofilní)**, **větroprašné (anemofilní)**, **zvěrosnubné (zoidiogamní)**. Vedle **hmyzu (entomofilní)** se uplatňují zvláště někteří **ptáci** (kolibříci v tropech), ale i plži (u dáblika bahenního).

(Jmenujte příklady rostlin, u nichž se vyskytují jmenované způsoby opylování, a vytkněte účelná zařízení rostlin k tomu.)

Pokud je u živočichů voda prvotním živlem, pronikají spermatozoidy k vajíčkům rovněž vodou. Vaječníky bývají rovněž do vody vyprazdňovány (ostnokožci, láčkovci, ryby, žáby). U živočichů suchozemských a těch, již se octli ve vodě druhotně (kýtovcí, ploutvo-nožci), dochází k oplození ve vývodech pohlavních žláz samičích.

Vajíčko bývá normálně oploženo jediným spermatozoidem. Oplozené vajíčko zamezuje zvláštní blankou, jež se velmi rychle po oplození vytvoří, dalším spermatozoidům vniknutí dovnitř.

Spermatozoidy jsou vajíčky přitahovány působením chemických substancí vajíčky vylučovaných (**chemotaxie**).

Vývoj embrya.

Neoplozené vajíčko, pokud není partenogenetické, zaniká. Oplozené se počíná čile dělit — vzniká z něho **zárodek** či **embryo** příštího jedince. Vytvářející se zárodek, nastává-li oplození v těle mateřském, bývá ve svém počátečním vývoji více méně na mateřském těle závislý. Tam, kde se oplození děje mimo tělo mateřské, nebo vajíčko záhy po oplození tělo mateřské opouští, obsahuje **rezervní látky** pro počátek dalšího vývoje.

Rostliny: U mechorostů vzniká z oplozeného vajíčka sporogon, který trvale zůstává ve spojení s mateřskou rostlinou, jež mu dodává živiny čerpané ze země. U kaprad'orostů je embryo sice také s počátku odvislé od mateřské rostliny (prvoklíčku), ta však později zaniká a embryo vzroste v samostatnou generaci. U semenných jsou

tyto poměry poněkud složitější, v zásadě jsou však tytéž jako u karpod'orostů. Po oplození se tu vajíčko mění v semeno, jež dříve nebo později mateřskou rostlinu opouští. Jeho nejpodstatnější částí je klíčení schopné embryo.

Živočichové: Poněkud jinak vývoj embrya probíhá u živočichů. Oplozené vajíčko se dělí, rýhuje a to dle obsahu zásobních látek, t. zv. **živného žloutku** a jeho uložení ve vajíčku, různým způsobem. Celkem lze říci, že žloutek rýhování ztěžuje.

Je-li žloutku málo, rýhuje se vajíčko **celé** — **rýhování celkové** či **totální**. Je-li žloutek stejnoměrně ve vajíčku rozptýlen, jsou dělením vzniklé buňky (**blastomery**) přibližně stejně velké (**totální rýhování aequální**). Je-li nahromaděn při jedné straně, jsou blastomery nestejně (**totální rýhování inaequální**). Takový způsob rýhování znázorňuje Tab. I. obr. 8. a—e. Vajíčko se rýhuje postupně ve třech rovinách na sobě kolmých, čímž vzniká osm buněk, které dalším dělením vytvoří shluk buněk t. zv. **morulu (morušku)** — e.

Totálně se dělí vajíčka některých obratlovců (amphioxus, některé ryby, obojživelníci, ssavci).

U vajíček s množstvím výživného žloutku rýhuje se jen určitá část vajíčka. Vzniká tak rýhování částečné či **parciální**. U plazů a ptáků rozrýhovaná část sedí na povrchu vajíčka (Tab. I. obr. 7.). Pro její podobu nazývá se toto rýhování **diskoidálním**. Hmyzí vajíčka, kde žloutek je uložen ve středu, rýhuje se vajíčko na povrchu (**rýhování superficiální** — Tab. I. obr. 8.).

Další vývoj rozrýhovaného vajíčka je povšechně tento: (Sleduj obr. 9.—13. Tab. I. Obrázky znázorňují vývoj kopinatce.) Morula vyvine se v dutou kouli-**blastulu** (průřez na obr. 9.). Dutina blastuly nazývá se **blastocoel** (blc). Blastula se počne při dalším vývoji vchli- povati dovnitř (10). Tím se počínají rozlišovati dvě vrstvy buněk, dva zárodečné lupeny-**ektoderm** či **ektoblast** (e) a **entoderm** či **ento- blast** (en). Konečně blastocoel je úplně zatlačen, vzniká nová dutina — **prvoční dutina střevní** (pr. stř. obr. 11.) otevřená **prvoústí** (pr. ú.). V dalším stadiu (12.) ektoblast vytvoří **brázdíčku míšní** (tm), základ to příští míchy. Entoblast se na horním pólu třikrát zvlní. Ze dvou postranních záhybů vznikne třetí zárodečný lupen-**mesoderm-ms** či **mesoblast**, uzavírající **druhotnou** neboli **pravou** dutinu tělní či **coelom**. Střední záhyb je základem t. zv. chordy. V následujícím stadiu (13.) vytvoří se orgány ve stadiu předešlém založené: **mícha** (m), **chorda** (ch), mesoblast se oddělí od entoblastu (ms) a uzavře pra- vou a levou dutinu **coelomovou**.

Ze tří zárodečných lupenů: **ekto-**, **ento-** a **mesoblastu** se složitý- mi pochody vývojovými vytvářejí orgány živočišného těla. Mluvíme potom o pokožce a jejích zplodinách (chlupy, nehty a j.), o nervstvu a některých částech orgánů smyslových jako o **orgánech ektoder- malních**, o rouře zažívací (bez dutiny ústní a konečníku, jež jsou původu ektodermálního), plicích, chordě a j., jako o **orgánech ento- dermálních** a o svalstvu, chrupavce, kostech, pobřišnici a pohrud-

nici, orgánech močových a pohlavních jako o **orgánech mesodermálních**.

Poměr zárodku k tělu mateřskému.

U nejnižších rostlin-řas a hub, pokud se tam pohlavní rozmnožování vyskytuje, vajíčko buď již před oplozením nebo záhy po oplození se od mateřské rostliny odlučuje. Mateřská rostlina neposkytuje tu embryu ani výživy, ani ochrany. Toliko u řas ruduchovitých vyskytuje se zajímavý zjev, že buňky pod vajíčkem se po oplození dělí a vytvoří kolem vajíčka ochranný obal.

U mechorostů se ze zúrodněného vajíčka vyvine **sporogon**, který jak při vývoji, tak i později přijímá živiny ze země prostřednictvím mateřské rostliny — **»listnaté lodyžky«**. U kaprad'orostů mateřská rostlina — **prothallium**, skýtá zárodku výživu jen v nejranějších vývojových stádiích. Pak zaniká a nová generace čerpá živiny ze země vlastními kořeny. U rostlin semenných konečně je pohlavní generace tak redukována, že vajíčko i embryo je odkázáno na výživu generace předchozí, jak bude vyloženo podrobně později.

Při pohlavním rozmnožování většiny živočichů vajíčko po oplození a často již před oplozením odchází z těla mateřského. O zdárný vývoj embrya je postaráno tím, že vajíčko je vybaveno dostatečným množstvím **zásobních látek výživných**. Nicméně i potom jsou vajíčka nezdědka ukládána na místa, kde z vajíčka vylíhlý tvor má dostatečně o svou výživu postaráno. Jmenovitě ve skupině členovců je řada podivuhodných příkladů. (Vyjmenujte některé!) Jindy jsou zase vajíčka kladena na místa s vhodnými podmínkami pro vývoj embrya. (Kam kladou vajíčka užovky? Proč táhnou sledi před vytřením ku břehům?)

Živočichy, jichž vajíčka jsou opložena při kladení (hmyz, obojživelníci, ptáci), nebo po položení (ryby), nazýváme **vejcorodými**. Živočichy, rodící vyspělá mláďata, nazýváme **živorodými**. Přecho-dem jsou živočichové, již sice kladou vejce, v nich jsou však již embrya více méně vyvinutá. Nazýváme je **ovovivipárními** (někteří plazi, ryby žralokovité). Kdežto u vejcorodých embrya se vyvíjejí neodvisle na těle mateřském, u obou zbývajících přijímají z něho potravu, nebo alespoň jsou jím chráněna při vývoji.

U zvířat ovovivipárních a vivipárních vyskytují se rozmanitá zařízení ochranná a jiná k čerpání živin z vajíčka nebo z těla mateřského. U ssavců jsou jimi 1. žloutkový vak, 2. amnion, 3. allantois.

Vývoj embrya ssavčího z rozrýhovaného vajíčka je znázorněn na Tab. V. obr. 1.—6. Diskoidálně rozrýhované vajíčko nese na po-

vrchu **zárodečný terč**, z něhož vzniká vlastní tělo embrya. Povrchové buňky zárodečného terče vytvoří vnější obal embrya-**ektoblast**, jenž krom toho přeroste i část nerozrýhovanou — **živný žloutek** (1a). Pod **ektoblastem** vzniká **mesoblast** a nejnižší **entoblast** (1b). V dalším vývoji žloutek (žv) je obrůstán (1a) a konečně obalen (2) také entoblastem. Mezi ně se vsune mesoblast (1a, 2., 3.), který rovněž nakonec žloutek obrostle (4). Takto obrostlý žloutek nazývá se **žloutkovým vakem**. Vlastní tělo embrya-e je obrůstáno řasou ektoblastu (-s 3.), která nakonec embryo uzavře (4., 5.), čímž vzniknou kolem embrya dva ektodermální obaly — **chorion** či **blána klkatá** (ch 4., 5., 6., u ptáků serosa) a **amnion** či **blána ovčí**, (am, 4., 5.). Amnion je vyplněn tekutinou, t. zv. **plodovou vodou**. Je to výměšek embrya a snad i tkání mateřských. Chrání plod před mechanickým úrazem, umožňuje jeho pohyb a volný vývoj.

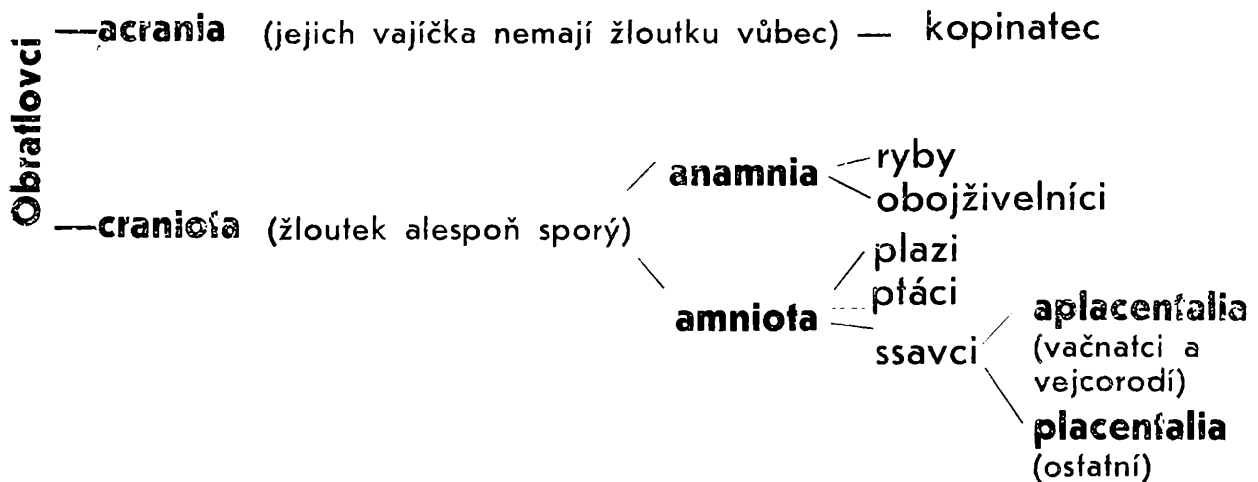
V zadní části roury zažívací vychlípí se vak — **allantois**. Představuje jakýsi **vnější močový měchýř**. Bývá hojně zásobena krví, která u ptáků absorbuje kyslík ze vzduchu, pronikajícího do vejce porovitou skořápkou. (Allantois vstřebává u ptáků také bílek.)

Rybám a obojživelníkům amnion i allantois chybí. Nazývají se proto **anamnia** oproti **amniotům**, jimiž jsou plazi, ptáci a ssavci. Anamnia kladou vajíčka do vody, jež je chrání od poškození a před vypařováním vody; nepotřebují tudíž amnionu, který je nezbytný u amniotů, kladoucích vajíčka na souši, nebo jichž embrya se vyvíjejí v těle.

Žloutkový vak je u ryb, plazů, ptáků orgánem velmi důležitým, neboť je jediným zdrojem potravy pro vyvíjející se embryo. Vajíčko ssavčí je na žloutek velmi chudé. Žloutkový vak se tu považuje za doklad, že předchůdci nynějších ssavců měli vajíčka žloutkem bohatá. U ssavců je postaráno o výživu vyvíjejícího se embrya jinak. Embryo zůstává dlouho ve spojení s mateřským tělem v děloze. Děložní sliznice především vajíčko obrostle. Kol vajíčka vytvoří se tak slizniční obal děložní — t. zv. **decidua**. Do ní vrostle chorion embrya klkovitými útvary (kl. 5., 6.). Embryu přivádí odtud živiny allantois, jež vrostla a rozprostřela se pod chorion. Její cévy vrůstají do klků, jimiž do krve embrya difundují živiny a kyslík z krve matčiny. Toto spojení embrya s tělem matčiny nazývá se **placentou**. Je tudíž placenta jednak z pletiva mateřského (decidua), jednak z pletiva embrya (chorion, allantois).

U vejcorodých a vačnatců placenta chybí. Tvoří skupinu »**aplacentalia**« (bez placenty), oproti ssavcům ostatním — »**placentalia**« (s placentou).

Lze tedy dle vývoje embryonálního rozdělení obratlovce následně:



Vypělý plod odchází při **porodu** z dělohy. Jeho odchod je podporován stahováním svalstva děložního a svalstva břišního. Odchodem z dělohy končí se embryonální život jedince ssavčího. Embryo následují pak plodové blány.

U mnohých zvířat neprobíhá vývoj přímo od vajíčka k typické formě dospělého živočicha, nýbrž je do tohoto vývoje vsunuta t. zv. **larva**, mající zatímní orgány, někde se i celkovým tvarem značně lišíc od tvora dospělého. Mluvíme potom o t. zv. **vývoji nepřímém** či **metamorfose**. Příkladem jsou obojživelníci, jichž vývoj se děje přes **larvy-pulce**. Typický je vývoj přes larvy u členovců, kde u některých se vyskytuje delší stadium klidu - **kukla**. (Vysvětlete, co je to u hmyzu **vývoj bez proměny**, s **proměnou nedokonalou** a s **proměnou dokonalou** a doložte příklady!) Také korýši mají larvy (**nauplius**, **zoea**), podobně ostnokožci a červi. Larvy některých červů — **trochofory** — jsou vývojově velmi důležité, neboť se v podstatných rysech své stavby shodují s vířníky a larvami některých měkkýšů.

První stadia vývoje postembryonálního; péče o potomstvo.

I po vylíhnutí z vajíčka nebo zrození jsou mláďata řady živočichů odkázána na dospělé. Povšechně lze říci, že čím vyšší systematická skupina, tím nedokonaleji jsou mláďata vybavena k samostatnému životu. Je zajisté příznačné, že mezi tvory nejbezbrannější vůči prostředí náleží novorozeně člověka. Čím nedostatečněji je mladý tvor vybaven pro své prostředí, tím větší je jeho závislost na dospělých. Tato závislost se jeví jednak v ochraně, již mu dospělí skýtají, jednak v potravě, již mu dodávají. Někdy se mláďatům dostává jen jednoho, zhuště však obého. V obou případech mluvíme o **péči o potomstvo**.

U nižších skupin zvířecích ochrany mláďat není třeba (prvoci, láčkovci, červi, ostnokožci). Vyskytuje se teprve u členovců a tam

v nejrozličnějších obměnách. (Uveďte příklady z jednotlivých skupin!)

Péče o potomstvo u zvířat je **projevem pudovým**, vyvolaným patrně t. zv. hormonální činností některých žláz, o nichž bude mluveno v jedné z nejbližších kapitol. »Smutek«, jež zvířata projevují, jsou-li jim mláďata předčasně odňata, má původ v zabránění ukončení pud. Tak jako každé jiné zbraňování v ukájení pudu u zvířat, jest i toto těžkým proviněním. Mluví proti němu nejen důvody hmotné (vybírání mláďat zvířatům, jež nějak člověku prospívají), nýbrž hlavně důvody etické. Zabraňuje se tím násilně plnění zákonů přírodních.

Mylně bývá někdy ztotožňována péče o potomstvo zvířat s **láskou mateřskou** u člověka, kde vedle pudového základu působí i důležitý prvek mravní zodpovědnosti k dítěti, jehož u zvířat není.

U rostlin není **přímé aktivní péče** o potomstvo vůbec. **Účelná zařízení** k rozšiřování semen nelze s ní ztotožňovati. Nicméně pro zdárný vývoj rostliny je důležité, aby se semena dostala co nejdále od rostliny mateřské, jednak proto, že rostliny naleznou tak lepší podmínky životní, než kdyby se tísnily na nevelké prostoře kol rostliny mateřské, a dále proto, že tím je umožněno oploďňování mezi jedinci od různých rostlin mateřských, což je důležité pro vývoj zdatného potomstva.

Ekologie rostlinná (studující vztahy rostlin k okolí) rozeznává dle způsobu rozšiřování semen rostliny 1. **větroplodé (anemochorní)**, jejichž semena (nebo spory) jsou lehoučká, takže jsou roznášena i slabými proudy vzdušnými (výtrusy vůbec, semena vstavačovitých, hruštic a j.), nebo jsou vybavena zvláštními **aparáty létacími** (semena mnohých složnokvětých, smrků, javorů a j.), 2. **Rostliny vodoplodé (hydrochorní)** mají zařízení plovací, zpravidla ve vzdušných dutinách osemení nebo oplodí (rostliny vodní). 3. **Rostliny zvěroplodé (zoochorní)** mají semena vybavena háčky, koťvičkami a pod., k přichycení na srst ssavců (lopuch, svízel, řepíček) nebo různé výrůstky (**masičko**), pro něž jsou vyhledávána a rozšiřována hmyzem, zvláště mravenci (rostliny **mravencoplodé** či **myrmekochorní** jako violky, dymnivky a j.). Konečně témuž účelu slouží dužniny peckovic a bobulí. Ptáci je požírají a neztrávená semena s trusem roznášejí. (Co značí latinské úsloví »Brávník sám sobě záhubu připravuje?«) 4. **Samoplodé** rostliny rozšiřují semena neodvisle od zevních vlivů. (Lusky mnohých rostlin motýlokvětých prudce praskají, při čemž se semena rozletují po okolí. (Jak se dostávají semena z makovic?))

Příčiny ontogenetického vývoje.

Biologie se nespokojuje s pouhým popisem proměn, jež se dějí při ontogenetickém vývoji, nýbrž táže se po jejich příčinách. Vlastní

podstata vývoje nám dosud uniká. Dosavadní metody biologické nepřinesly rozluštění, co je vlastní příčinou vývoje, která nepochybně úzce souvisí s podstatou života vůbec. Nicméně zdařilo se již alespoň hlouběji proniknouti do **vývojového mechanismu**. Stalo se tak na základě studia **dědičnosti a hormonů**.

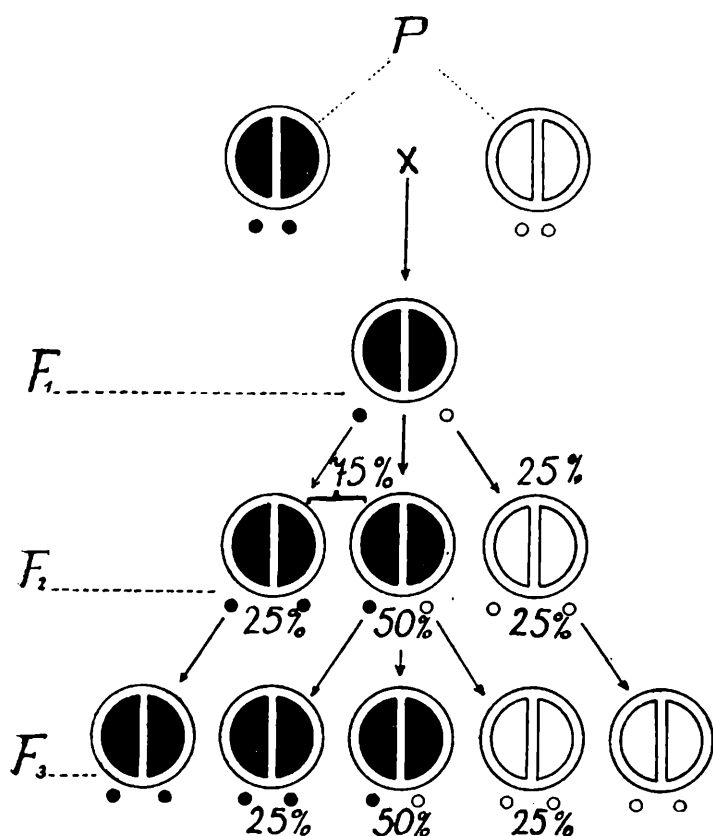
D ě d i č n o s t.

Dědičností rozumíme zjev, při němž potomstvo získává, dědí vlastnosti rodičů. Nejnapadnější jsou z nich vlastnosti tvarové; dědí se však i vlastnosti fyziologické a psychické.

Jelikož dědičnost je všeobecně rozšířeným zjevem v celé říši organické, zajímá biologii otázka, jak se uskutečňuje přenášení dědičných vlastností z rodičů na potomstvo. Prostá úvaha nás vede k závěru, že se tak může díti jedině prostřednictvím protoplasmy zárodečných buněk-vajíčka a spermatozoidu — nebo některé její části. Jakožto nejpravděpodobnějším nositelem dědičnosti se nám jeví hmota chromosomů, vzhledem k jejich důležitým vlastnostem a sice k stálému počtu ve všech buňkách jedinců téhož druhu i vzhledem k způsobu jejich dělení při dělení buněčném. Dnes víme již zcela bezpečně, že vskutku chromosomy jsou hmotným podkladem dědičnosti, ba americkému badateli Morganovi se zdařilo jemnými pracemi cytologickými zjistiti na chromosomech mouchy banánové okrsky, v nichž je ta či ona vlastnost uložena. (Mapování chromosomů.) Toto uložení je dlužno si představit tak, že je na určitém místě chromosomu uložena vloha (gena) pro vytvoření té či oné vlastnosti či znaku. To tedy znamená, že jen ty vlastnosti se dědí, jež mají vlohu pro sebe uloženu v protoplasmě chromosomů. Nemohou tudíž býti dědičnými vlastnosti nově jedincem získané během jeho života. Tak na př. děti borce nedědí po otci vypěstované svalstvo, nýbrž, chtějí-li je míti, musí si je samy vypěstovati vhodným cvičením. Poznaitek o nedědičnosti získaných vlastností byl potvrzen všemi dosavadními pozorováními i pokusy.

Přesné studium dědičných vlastností vedlo k závěru, že dědičnost neprobíhá nahodile, nýbrž děje se dle přesných **zákonů dědičnosti**. Toto studium (genetiku) zahájil slavnými svými pokusy P. Řehoř Mendel, opat řádu augustiniánského ve Starém Brně. Objevil dva zákony dědičnosti, které později doplnil americký badatel Morgan dalšími dvěma.

Zákony dědičnosti. I. Mendelův zákon dědičnosti lze názorně vyložit na pokuse, jež provedl sám Mendel, zkříživ dvě rasy hrachu setého. Jedna z nich měla dělohy žluté, druhá zelené. Tito dva rodiče jsou vyznačeni na obrázku 23. kruhy a písmenou P, a sice individuum se žlutými dělohami černě, se zelenými



Obr. 23.

Schematické znázornění prvního zákona Mendelova.

mi dělohami bíle. Menšími kroužky vespod jsou označeny vlohy pro příslušné barvy děloh. Jsou u každého dvě (získané v předěšlé generaci splynutím vajíčka a spermatozoidu). U příslušníků téže rasy jsou shodné, tedy pro vytvoření žlutých (černě vyznačené), neb zelených děloh (kroužky prázdné). Párový počet se ovšem při zrání snižuje na polovinu. Příslušníky rasy s dvojicí týchž vloh nazýváme **čistokrevnými** nebo-li **homozygotními**.

V našem případě zkřížením rasy o žlutých a zelených dělohách vzniká **prvá generace dceřinná** F_1 . Obsahuje chromosomy s vlohami pro žlutou i zelenou barvu děloh. Není to tedy generace čistokrevná, nýbrž

smíšená či **heterozygotní**. Nicméně uplatní se toliko vloha pro žlutou barvu, takže všechna semena této generace mají dělohy žluté. Žlutý znak převládá, nazývá se **dominantním**, zelený byl potlačen, nazývá se **recessivním**. Při tom však nebyla vloha pro zelenou barvu zcela potlačena, jak ukáže již generace následující — F_2 , jež je složena ze dvou druhů rostlin. Jedny tvoří semena se žlutými, druhé se zelenými dělohami. Početný poměr mezi žlutoděložnými a zelenoděložnými semeny této generace je 3 : 1, procentuálně 75% : 25%. Potomstvo další generace F_3 však ukáže, že všechny rostliny žlutoděložné v generaci F_2 nejsou stejnocenné. Jedny z nich produkují jen žlutoděložná semena, druhé semena žluto- i zelenoděložná. Je tedy jen prvá část z nich homozygotní.

Číselný poměr mezi homozygotními žlutými, heterozygotními žlutými a homozygotními zelenými semeny ve druhé (F_2), třetí (F_3) a ve všech generacích následujících je vždy 1 : 2 : 1, či 25% : 50% : 25%.

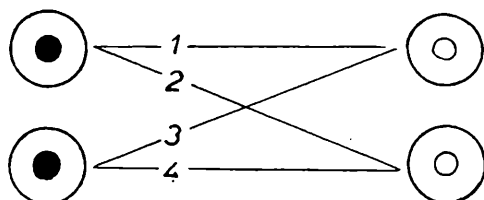
Z řečeného je patrné, že se vlohy pro žlutou a zelenou barvu nemísí, nýbrž zůstávají i v míšencích vedle sebe zachovány a samostatně vstupují v nové pohlavní buňky. Tento zjev platí obecně a nazývá se **prvním zákonem Mendelovým čistoty gamet**.



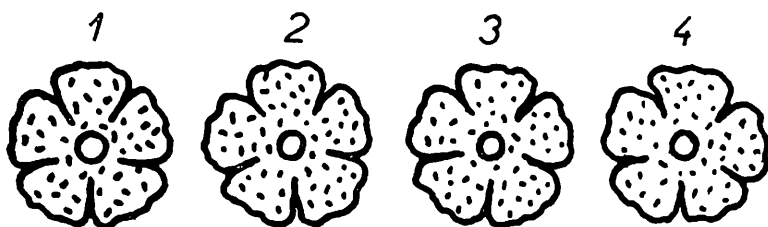
P
Generace rodičovská či parentální
červeně (zde černá) a bíle kve-
tující rasy nočenky.



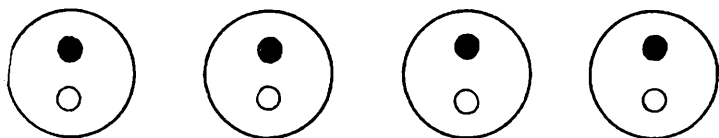
Nezralé gamety generace P.



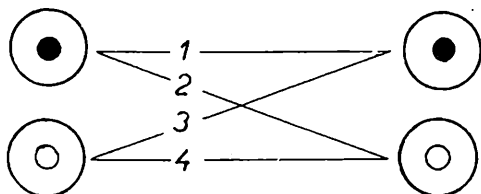
Zralé gamety (vajíčka nebo sper-
mata) generace P jsou vždy jedi-
ného druhu a dávají 4 možné
kombinace.



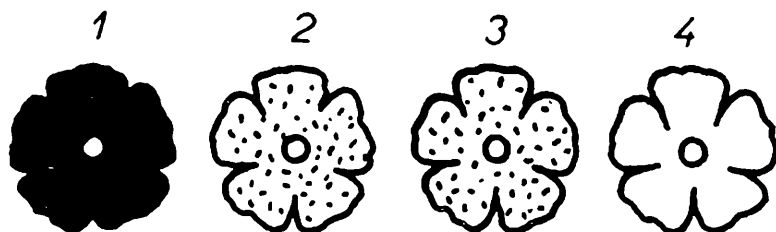
F₁
Tato první generace dceřinná či
filiální poskytuje pouze interme-
diární růžové míšence (znázorněno
tečkovaně).



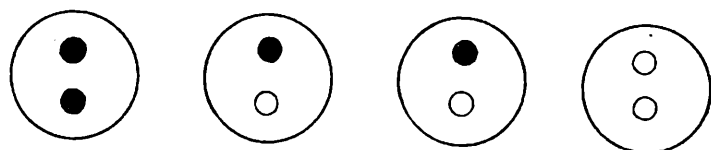
Nezralé gamety generace F₁.



Zralé gamety generace F₁. Vzni-
kají dvojí vajíčka a dvojí sperma-
tozoidy, jež dávají 4 možné kom-
binace (1—4).



F₂
Druhá dceřinná generace vyzna-
čuje se štěpením na čistokrevné
červené (1) a bílé (4) a růžové
míšence (2, 3).



Vlohové znázornění generace F₂.

Procentuelní poměr jedinců gene-
race F₂.

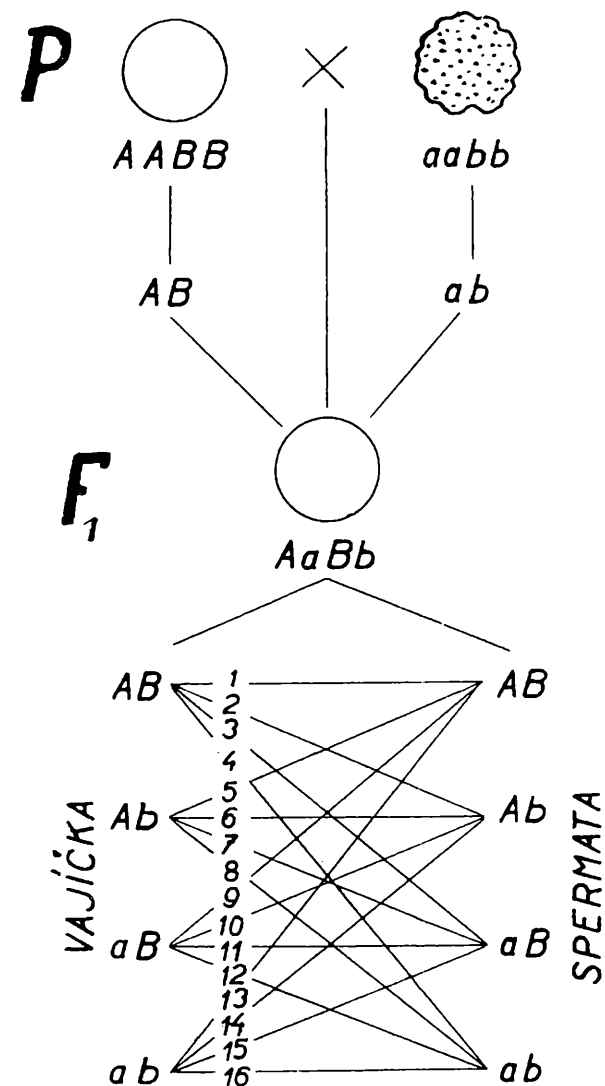
Prostý číselný poměr jedinců ge-
nerace F₂.

Dominance určitého znaku není vždy nezbytná. Někdy se míšenec prozradí i vně znakem, jenž je jakýmsi průměrem dvou odlišných znaků obou rodičů. Mluvíme pak o **dědičnosti smíšené** či **intermediární**. Tak na př. míšenci červeno- a bělokvěté rasy nocenky (*Mirabilis jalapa*) kvetou růžově, nebo zkřížením černých a bílých andalusek vznikají t. zv. andalusky modré. Kdežto u míšenců s dominancí zevní vzhled míšenců, t. zv. **fenotyp**, neprozrazuje vlastní vnitřní vlohovou skladbu, čili **genotyp**, u dědičnosti smíšené ji míšenci ukazují. Ovšem ani zde se nemísí vlohy, nýbrž pouze jejich účinky. To prozrazuje zase generace F_2 , kde se vyšťepí vedle míšenců i individua čistokrevná a to zase v poměru 1:2:1. (Schema a podrobnější výklad obr. 24.)

Oba vyličené příklady jsou poměrně řídkým a jednoduchým případem dědičnosti. Přicházejí tu v úvahu vždy pouze dva sobě odpovídající znaky, resp. vlohy k nim (žluto- a zelenoděložnost, červeno- a bělokvětosť). Takové navzájem si odpovídající znaky nazýváme **allelomorfními** a míšenci charakterisovaní jediným párem allelomorfních znaků se pak nazývají **monohybridi**. Už však Mendel pracoval i se složitějšími případy. Tak na př. křížil rasu hrachu s hladkými žlutoděložnými semeny s rasou se semeny svráštělými zelenoděložnými. Vyskytovaly se tu tedy dva páry allelomorfních znaků, jejichž křížením vznikli **dihybridi**. Jelikož pak zde hladkost a žlutoděložnost jsou znaky dominantními, měli míšenci generace F_1 semena žlutá a hladká. Že však tu běželo o složité míšence, ukázala zase generace F_2 , kde se vyšťepily vedle rostlin se semeny žlutými a hladkými, také rostliny se semeny zelenými a svráštělými a nadto ještě rostliny se semeny žlutými a svráštělými a zelenými a hladkými. Poslední dva případy ukázaly, že jednotlivý pár vloh se dědí nezávisle na páru jiném a že vlohy tvoří v míšencích tolik různých kombinací a takové, v kolik a v jaké je lze sestavit. To je obsah **druhého zákona dědičnosti (Mendelova)**. Bližší vysvětlení podává obr. 25. a výklad k němu.

Allelomorfních vloh je veliké množství a vždy daleko více než je párů chromosomů. Jelikož pak chromosomy jsou nositeli dědičnosti, je jasno, že každý chromosom či přesněji pár chromosomů musí obsahovati více allelomorfních vloh. Vlohy obsažené v jednom páru chromosomů nemohou se ovšem tak volně kombinovati jako vlohy obsažené v různých dvojicích chromosomů, neboť tím, že jsou v témž páru chromosomů, jsou na sebe vázány. Vlohy v jednotlivých dvojicích chromosomů jsou tak vázány ve skupiny a je pak jasno, že takových skupin nemůže býti více, než je dvojic chromosomů v diploidním počtu. To je obsahem **třetího (prvého Morganova) zákona dědičnosti**.

Podrobným studiem se konečně ukázalo, že vlohy jsou uloženy v chromosomech v řadě za sebou na místech od sebe různě vzdále-



Rasa žlutá (bílá) a hladká (kruh) je křížena s rasou zelenou (tečkovaná) a svraštělou (nepravidelný kruh).

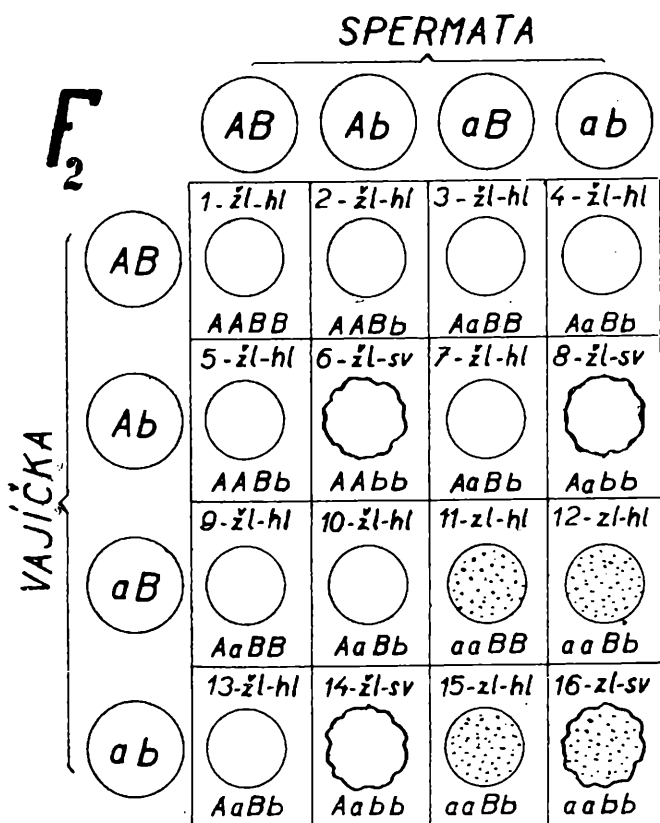
Vlohové složení (zde nezralých) gamet se vyjadřuje písmenami. Velká písmena značí vlohy dominantní (A-žlutost, B-hladkost), malá znaky recesivní (a-zelenost, b-svraštělost).

Vlohové složení zralých gamet (AB, ab).

Mišenci F₁ jsou dihybridi, vzhledem k dominanci žlutosti a hladkosti mají žlutá a hladká semena.

Nezralé gamety mají genotypické složení AaBb.

Gamety uzrávají ve čtvero druhů vajíček a spermat, jež tvoří 16 možných kombinací (1–16).



Generace F₂ štěpí rostliny se semeny žlutými a hladkými (9), žlutými a svraštělými (3), zelenými a hladkými (3) a zelenými a svraštělými (1), v poměru:

9 : 3 : 3 : 1

a to tak, jak to lze teoreticky předem z možných kombinací stanovit.

Výsledek potvrzuje druhý zákon dědičnosti, neboť jednak je tu zastoupeno tolik a takových vlohových kombinací v kolik a v jaké lze 2 páry allelomorfních vloh sestavit a kombinace 6 a 11 ukazují, že se zde dvojice all. vloh dědí nezávisle.

Kombinace 6 a 11 jsou dále důležité tím, že tu křížením vznikly dvě nové čistokrevné rasy. Je to příklad t. zv. **šlechtitelských novinek**, jež jsou tím vzácnější, čím mnohonásobnější mišenci (polyhybridi) vznikají (při velkém počtu allelomorfních vloh).

ných. Tento poznatek je obsahem posledního — **čtvrtého (druhého Morganova) zákona dědičnosti.**

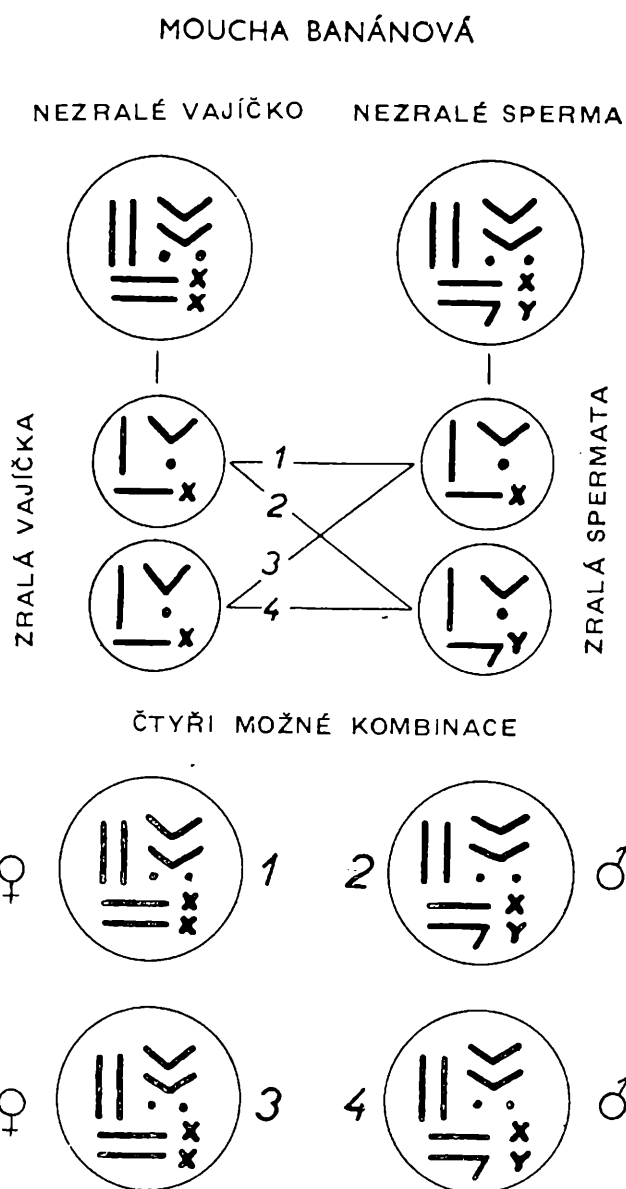
Také **pohlaví** je znak zakotvený vlohově v chromosomech. Ukázalo se, že v diploidním počtu chromosomů si zhusta tvarem, vždy však svým vlohovým obsahem dva a dva chromosomy odpovídají. Jsou tedy na př. v nezralých gametách dvě shodné sádky chromosomů. Při redukčním dělení pak po jedné sádce dostává každá z buněk dceřinných. Jeden pár chromosomů však u samečků četných zvířat (u jiných zase u samic) činí výjimku. Jeho chromosomy se liší. Tyto chromosomy se nazývají pohlavními a značí se X, Y. Samičky mají i tyto chromosomy shodné, jsou to u nich chromosomy X, X.

Z toho plyne, že vloha pro pohlaví samčí je obsažena v Y chromosomu, sameček je vlastně heterozygot, při čemž vloha pro samčí pohlaví je dominantní. Při zrání gamet pak musí vzniknouti dva druhy spermat, z nichž jedny mají X, druhé Y chromosom, ale toliko jeden druh vajíček vesměs s X chromosomy. Tam pak, kde se při oplození sejdou vajíčka se spermaty s Y chromosomy, dávají zárodek pohlaví samčího, kdežto při spojení vajíček se spermaty s X chromosomy vznikají samičky.

Tento způsob dědičnosti pohlaví byl nejdříve objeven u mouchy banánové či drosofilu (**typ drosofilový**). Je dále rozšířen u všech obratlovců vyjma ptáků a i mezi bezobratlými. U motýlů a ptáků jsou naopak samičky heterozygoty (s pohl. chromosomy ZW), samečkové homozygoty (ZZ, **typ ptačí**). Vedle pohlaví jsou na pohlavní chromosomy vázány ještě jiné vlohy. Tak si vysvětlíme také, proč určité choroby jsou vázány jen jedno pohlaví.

(Bližší o dědičnosti pohlaví viz na obr. 26. a jeho výkladu.)

Všechny zákony dědičnosti platí pro celou říši organickou, tedy i pro člověka. Připomeneme-li si, že se dědí i vlohy pro znaky pa-



Obr. 26.

Při kombinaci 1 a 3 vznikají samičky s ge-
typickým složením pohl. chromosomů XX, při
kombinaci 2 a 4 vznikají samečkové s ge-
typickým složením XY pohl. chromosomů.

Poměr pohlaví 1 : 1.

tologické (zrůdy tvarové, choroby tělesné i duševní), vysvitne, jakou má studium dědičnosti praktickou důležitost.

*

Je patrné, že nauka o dědičnosti nás sice poučuje o pravidlech, dle nichž vývoj probíhá, o vlastní příčině vývoje však nepraví ničeho.

H o r m o n y .

Žlázy těla lidského a zvířecího jsou dvojího typu. První z nich, na př. žlázy, slinné, slzní, žaludeční, odvádějí své produkty (sliny, tekutinu slzní, šťávy žaludeční) zřetelnými vývody na místa jejich určení. Druhý typ žláz, na př. brzlík, žláza štítná, nadledvinky a j., nemají vývodů, odevzdávajíce své produkty přímo do cév krevních, jež je v podobě jemných vlásečnic protkávají. Tyto žlázy nazýváme **žlázami s vnitřním vylučováním** či s **vnitřní sekrecí**, nebo také žlázami **endokrinními**. Jejich produkty, chemicky a fyziologicky se navzájem lišící, nazýváme souborně **hormony**. Výraz je původu řeckého (hormao značí zvěstuji, probouzím) a nazvány byly tak proto, že nepůsobí zpravidla na místě svého vzniku, nezřídka ani v jeho blízkosti, nýbrž na místech vzdálených, někdy v celém těle, kam jsou krví roznášeny. Jsou tudíž jakýmsi posly od orgánů, jež je produkují, k orgánům jiným, kde působí.

Hormonální činnost byla zjištěna dosud u těchto orgánů: **žlázy štítné, žlázek parathyreoidálních** (4 drobné žlásky při žláze štítné), **brzlíku, hypofyzy, epifyzy, nadledvinek, pankreasu, pohlavního ústrojí, srdce, zažívacího ústrojí**. Některé z nich, jako pankreas, pohlavní orgány, jsou žlázami **smíšenými**, produkujíce krom hormonů látky odváděné vývody.

Působnost hormonů jest dvojí. Řídí fyziologické pochody v těle, nebo se uplatňují v tvarovém vývoji tělesných orgánů.

Fyziologicky se uplatňuje hormon **insulin**, produkovaný pankreasem. Rozhoduje o cukerním hospodářství v krvi. Pracuje-li pankreas nedostatečně, projeví se to hromaděním cukru v krvi, který nevyužit odchází močí. Vzniká vážné onemocnění obecně znávané pod názvem **»cukrovka«** (lépe **úplavice cukrová**).

Tvarově se na př. uplatňuje hormon produkovaný přední částí hypofyzy. (Hypofyza produkuje několik druhů hormonů.) Nadměrná činnost této žlázy projeví se neúměrným vzrůstem končetin. Člověk nabývá nápadně velikého vzrůstu. Některé orgány na hlavě (uši, nos, brada) vzrůstají, takže výraz obličeje stává se obhroublým. Lícni kosti zesílí, jazyk ztloustne (**nemoc Basedowova**). Nepracuje-li hypofyza dostatečně, projeví se to v malých proporcích těla. Lékaři mluví o **trpasličím vzrůstu** či nanismu. Člověk nanismem stížený nedosahuje často ani 1 m výšky. Jiným příkladem jsou žlázy pohlavní (vaječníky a varlata). Produkují jednak pohlavní buňky (vajíčka a spermata), odcházející trubicovitými vývody; jsou tedy žlázami s vnějším vylučováním. Krom toho tvoří se v nich hormony, odplavované krví. Hormony pohlavních žláz vyvolávají při vývoji t. zv. **druhotné znaky pohlavní**, jimiž jsou na př. u mužů vousy, silnější kostra, hlubší hlas a j., u žen širší pánev, mléčné žlázy atd. Následky doprovázející hormonální činnost po-

hlavních žláz jsou odedávna známy a prakticky se jich používá při **kastraci** zvířat (kapouni, skopci a j.). Je-li kastrace provedena před pohlavní dospělostí, nevyvinou se druhotné znaky pohlavní nebo jen nedokonale. Kastrovaným jelenům nerostou parohy, kapouni mají hřebínek a ostruhy nedokonale vyvinuty.

Zdá se, že při vývoji působí jednotlivé orgány vzájemně na své tvarové utváření velmi silně prostřednictvím hormonů. Snad se jedenkrát podaří veškeré proměny tvarové při vývoji vyložit jako důsledek hormonální činnosti orgánů, které se ve své činnosti podporují, doplňují a zesilují nebo tlumí.

Ani tím by ovšem nebyla rozřešena vlastní příčina vývoje. Podivuhodná harmonie vývoje může být sice pomocí hormonů uskutečňována, ony však nemusí být ještě vlastní příčinou vývoje, jako nejsou příčinou umělecké sochy veškeré nástroje, jichž bylo použito, od klínu k vylomení kamene ze skály až po nejjemnější dláto sochaře umělce. Vlastní příčinou je myšlenka umělcova a vůle vtělit ji do kamene.

Látky obdobné hormonům živočišným byly objeveny také u rostlin. Ukázalo se dále, že některé hormony živočišné vyvolávají obdobné zjevy i na rostlinách.

Rostlinných hormonů je několik druhů. Především je to skupina růstových hormonů **auxinu** a **heteroauxinu**. Auxin byl prvním objeveným rostlinným hormonem vůbec. Řídí růst rostlin a jejich tropické pohyby. **Organogeny** pojmenoval náš fyziolog Němec rostlinné hormony určující, které orgány a na kterých místech se vytvoří. Specifické posláním realizovat dědičné vlastnosti mají **genhormony** vytvářené dědičnou hmotou chromosomů. Konečně za rostlinné hormony jsou také považovány t. zv. **vitaminy**.

Názor, dle něhož lze vývoj a život vůbec vyložit beze zbytku jako vzájemné působení sil chemicko-fyzikálních, považuje organické bytosti za jakési chemicko-fyzikální stroje. Nazývá se odtud **mechanistickým**.

*

Objev živočišných a rostlinných hormonů nás přivedl zase nesporně blíže k tajemství života. Studium dědičnosti a hormonální činnosti vedlo k poznání podivuhodného mechanismu a chemismu, jež je podkladem ontogenetického vývoje. Poznáváme, že tento vývoj je předurčen složením dědičné hmoty chromosomů oplozeného vajíčka a realizuje se pak chemickou cestou genhormonů a ostatních hormonů. Tajemství života tím ovšem rozřešeno nebylo. Prof. Němec praví: »Ani objevem hormonů nebyla rozřešena záhada života. Byla jím pouze nalezena nová stránka činnosti živé hmoty.«

Z vývoje studia ontogenetického.

Aristotelovy názory na oplozování byly nedokonalé. **Pohlavnost** přiznával pouze živočichům, o oplozování rostlin nevěděl. Z poznámek **Pliniových** vysvítá, že za jeho doby se pohlavnost rostlin tušila. Přispěla k tomu praxe umě-

lého oplodňování (zejména fíkovníku). Na Pliniovy poznámky upozorňuje r. 1592 Čech, profesor pražské university **Adam Zalužanský**. Majetkem biologie se však toto poznání stává až po studiích **Rudolfa Cameraria** na přelomu století 17. a 18., jenž vykonal první oplozovací pokusy na bažance. («De sexu plantarum» 1694). Ušla mu důležitost přenášení pylu, neboť se domníval, že obojaké květy se opylují jen vlastním pylem. Význačnou úlohu hmyzu při opylování objevil teprve po 100 letech **Konrád Sprengel**.

V **embryologii rostlinné** se vynikajících úspěchů dopracoval **W. Hofmeister**. V jeho objevech nachází vývojová teorie jeden z nejlepších dokladů, neboť on první poukázal na vývojový vztah mezi výtrusnými a semennými. Stalo se tak deset let před vystoupením **Darwinovým**. Vývojepisem rostlin obírala se škola **Sachsova**. (**J. Sachs**, fyziolog, anátom a historik botaniky byl žákem **J. E. Purkyně**.) Čelným představitelem byl **K. Goebel** («Organographie»), jenž studiem vývoje ontogenetického se zdarem luštil poměr mezi funkcí a tvarem orgánů.

Spermata živočišná byla sice objevena již r. 1673 **Leuwenhoekem**, vlastní význam jejich při oplozování byl poznán teprve v polovici minulého století, kdy po prvé bylo pozorováno splývání jejich s vajíčky. Vlastní vývoj **embryologie živočišné** spadá však také až do století 19. Ve století 18. a počátkem století 19. je embryologie živočišná ve znamení boje mezi zastánci **epigenese** a **praeformace**. Zastánci praeformace hájili názor, že ontogenetický vývoj spočívá v pouhém vzrůstu zárodku, na němž hned na počátku jsou všechny orgány již hotovy. Epigenetikové tvrdili, že správný je názor Aristotelův, dle něhož embryo je s počátku vajíčkem jednoduchého tvaru a jednotlivé orgány vznikají na něm teprve během ontogenetického vývoje. Třebaže praeformaci vyvrátil již v polovici stol. 18. **Kašpar Wolf** («Theoria generationis») ukázav, že na př. ve vajíčku slepičím není obsaženo s počátku nějaké miniaturní kuře, nýbrž zcela jednoduchý zárodek, zmizela definitivně z biologie teprve počátkem století 19. po embryologických pracích **Baerových**.

Zvláštního významu nabyla embryologie teprve, když pronikla myšlenka vývojová a když byl vysloven t. zv. **zákon biogenetický**, podle něhož vývoj ontogenetický je jakýmsi zkráceným opakováním vývoje fylogenetického, čili, vývoj jednotlivce probíhá zkráceným vývojem celého druhu. Ve studiu vývoje ontogenetického byla hledána odpověď na otázky fylogenetické, jež si klade anatomie srovnávací. Proto také všichni význační čeští anatomové jsou zároveň embryology. Ze starších dlužno znovu vyzdvihnouti význam **Purkyňův**.

V oboru studia dědičnosti po geniálních pracích **Mendelových** nastává delší přestávka, v níž i objev Mendelův zapadl. Teprve na počátku našeho století docházejí k týmž výsledkům botanikové **de Vries**, **Correns** a **Tschermak** a tu teprve práce Mendelovy byly náležitě oceněny. Z jiných význačných badatelů v oboru genetiky jsou **Bateson**, **Morgan** a **Johannsen**. Z českých genetiků vynikli zesnulí profesoři Karlovy university lékař **VI. Růžička** a přírodopisec **Artur Brožek**.

Pojem vnitřního vyměšování zavádí r. 1855 francouzský fyziolog **Claude Bernard**. Rok poté francouzský lékař **Brown Séquard** provádí první pokusy v tomto oboru na zvířatech a na sobě. Třebaže je provedl se zdarem, upadly v zapomenutí. Vlastní rozvoj studia hormonů spadá do století 20.

Vývoj fylogenetický.

Ontogenetický vývoj jedinců rostlinných i živočišných je uskutečňováním velkého vývojového děje, jímž prochází celá říše organická jako celek. Ontogenetický vývoj není totiž naprosto jednotvárným, neproměnným opakováním pochodů, jejichž výsledkem je jedinec ve všem tvarově naprosto shodný se svými rodiči, nýbrž

vyskytují se v něm větší neb menší odchylky, z nichž některé uplatňují se ve vzhledu dospělých jedinců i v jejich potomstvu. Mění-li se jedinci, mění se přirozeně i nadřazené jednotky jako rasy, druhy, rody atd. Dle toho není na př. **druh** něčím neproměnným, stálým, nýbrž je to pouze umělý pojem, zahrnující určitou skupinu jedinců, již se v přítomné době vyznačují určitými shodnými znaky (t. zv. druhovými). Obdobně bychom mohli definovati i ostatní systematické jednotky. Důvodně se domníváme, že vždy několik nynějších druhů vzniklo vývojem z jediného, tak jako se ony v budoucnu nepochybně zase rozčlení v druhy nové, jak to již naznačují četné rasy v okruhu mnohých nynějších druhů.

Tento vysoce pravděpodobný, nicméně přec jen domnělý vývoj nazýváme **vývojem fylogenetickým**.

Zpravidla tímto vývojem vznikají formy dokonalejší, čímž rozumíme tvory složitější skladby vnitřní a bohatšího rozčlenění vnějšího za účelem výhodnějšího přizpůsobení vnějším podmínkám životním. Někdy ovšem toto přizpůsobení může znamenati i organizační zjednodušení. (Srovnej larvu a dospělého jedince u pláštěnců, organizační zjednodušení u parazitů.)

Z dějin názorů o vývoji fylogenetickém.

Za předchůdce badatelů, již vnesli do moderní biologie myšlenku vývoje fylogenetického, bývají považováni někteří **starořeční filosofové**. Jejich výroky nebo jejich učení mívají však k vývojovým myšlenkám vztah zcela náhodný a neurčitý. Přesněji se o vývoji vyslovili ve svých filosofických představách někteří církevní Otcové, jmenovitě **sv. Augustin**. Podle jeho výkladu vložil Bůh do neživé hmoty **zárodky života (semina vitalia)**, jež se pak vyvíjely v dokonalejší tvory podle přirozených zákonů do prvotní takto oživené hmoty vložených.

Jasně teorii vývojovou po několika více méně zdařilých pokusech předchůdců vyslovil francouzský přírodopisec **Jan Lamarck**. Pilný systematik tento záhy pozoroval proměnlivost rostlinných i živočišných druhů a jsa zároveň paleontologem, došel přesvědčení, že nynější rostlinstvo i živočišstvo je posledním článkem dlouhé vývojové řady předchozí. Lamarck se také pokusil vysvětliti příčiny vývoje, jež vidí v **trvalé snaze** živočichů po proměně. Tato snaha je účelnou odpovědí tvora na příznivé i nepříznivé **vlivy prostředí**. Příznivých okolností snaží se využít, nepříznivým se vyhnouti nebo jim vzdorovati. To se děje vhodně vytvořenými orgány. Zvíře i rostlina cítí potřebu nového orgánu. Tento cit působí konečně vývoj takového orgánu. Zdokonalení orgánů se uskutečňuje **stálým užíváním** (cvikem) potřebného orgánu, zatím co opět orgány méně prospěšné a méně užívané zakrňují nebo vůbec mizí. Získané vlastnosti rodičů dědí i jejich potomstvo.

Svou teorii vyslovil Lamarck na přelomu století 18. a 19. Nepronikla tehdy, neboť se proti ní (hlavně pro některé naivní doklady, jež Lamarck volil) postavili někteří tehdejší přírodopisci, ve Francii především **Cuvier**. Také Cuvierovi byly dobře známy nálezy paleontologické, ukazující, že kdysi žilo jiné tvorstvo než nyní. On si však tento zjev vysvětlil tak zvanými **katastrofami**, jež několikráte postihly celou zemi. Při nich veškeré tehdy žijící tvorstvo vyhynulo a pak opět — ovšem v jiné podobě — znovu bylo stvořeno.

Plně byla uznána teorie vývojová jakožto biologická teorie o půl století později, když k ní současně dospělo několik přírodopisců. V Německu to byl botanik **Alexandr Braun** (1851), v Anglii zoologové **Wallace** a **Karel Darwin**. Pronikla zejména zásluhou knihy Darwinovy, vydané r. 1859 pod názvem »**O vzniku druhů přirozeným výběrem**«, v níž autor snesl hojnost dokladů. Sebral je hlavně na pětileté cestě, již podnikl jako účastník vědecké výpravy na lodi Beagle (bigl) světovými moři.

Darwin vychází z obecného zjevu, že potomstvo týchž rodičů liší se rozličnými drobnými znaky i vlastnostmi navzájem i od svých rodičů. Zjev ten nazývá se **variabilitou**. Prakticky ji využívají pěstitelé domácích zvířat a kulturních rostlin, vybírajíce si vždy jen takové jedince k dalšímu chovu, již nejlépe vyhovují jejich pěstitelským snahám (na př. nosnost u slepic, zvláštní často až bizarní tvar u holubů, psů atd.). Jedinci, u nichž je žádoucí vlastnost nejvíce vyvinuta, se kříží a získává se tak potomstvo, z něhož si pěstitel dále účelně vybírá. Tímto **umělým výběrem** vznikly rozličné rasy našich domácích zvířat i kulturních rostlin.

Něco podobného děje se v přírodě při tak zvaném **výběru přirozeném**. Kdežto člověk vede k výběru záliba nebo prospěšnost, dochází v přírodě k výběru bojem o život. Nedostatek potravy a místa znemožňují, aby obstála všechna zvířata a rostliny, jež jsou zplozeny. Nastává soutěžení, **boj**, v němž obstojí jen jedinci nejzdatnější, nejlépe k němu vybavení. Ostatní předčasně hynou. Z potomstva těchto nejzdatnějších obstojí v dalším **boji o život** zase jen ti nejlepší. Tak dochází k stálému zdokonalování organismů — k **vývoji**.

*

Dnes je teorie vývojová jednou z nejdůležitějších teorií biologických, jež svými důsledky zasahuje do všech oborů biologických a druhdy mocně působila i v jiných vědách, ba i umění ovlivňovala. Není ovšem dosud vědecky dokázaným faktem, nicméně je vysoce pravděpodobnou, opírajíc se o řadu dokladů (nikoliv důkazů, jak se někdy chybně píše. Pro co máme důkaz, není pouhou teorií, nýbrž faktem.)

Je však dlužno dobře rozeznávat dvojí a to myšlenku vývojovou, t. j. **názor** o postupném vývoji tvorstva a **výklad** tohoto vývoje. Výkladů je několik. Byl uveden výklad Lamarckův, jenž bývá nazýván krátce **lamarckismem** a výklad Darwinův, t. zv. **darwinismus**. Celkem lze všechny výklady rozdělit ve dvě skupiny. Jedna skupina hledá vlastní příčinu vývoje v nehmotném a neenergetickém činiteli ovládajícím živé bytosti — v **duši**. Do tohoto **vitalistického výkladu** bychom zařadili také lamarckismus. Darwinismus je příkladem druhé skupiny výkladů t. zv. **materialistických**, hledajících příčinu vývoje ve hmotě samé a v jejích vlastnostech fyzikálních a chemických.¹⁾

¹⁾ Chybně bývají osudy vývojové myšlenky ztotožňovány s osudy některé z jmenovaných teorií. Tak se na př. mluví o úpadku darwinismu a myslí se tím i úpadek vývojové myšlenky, což není správné!

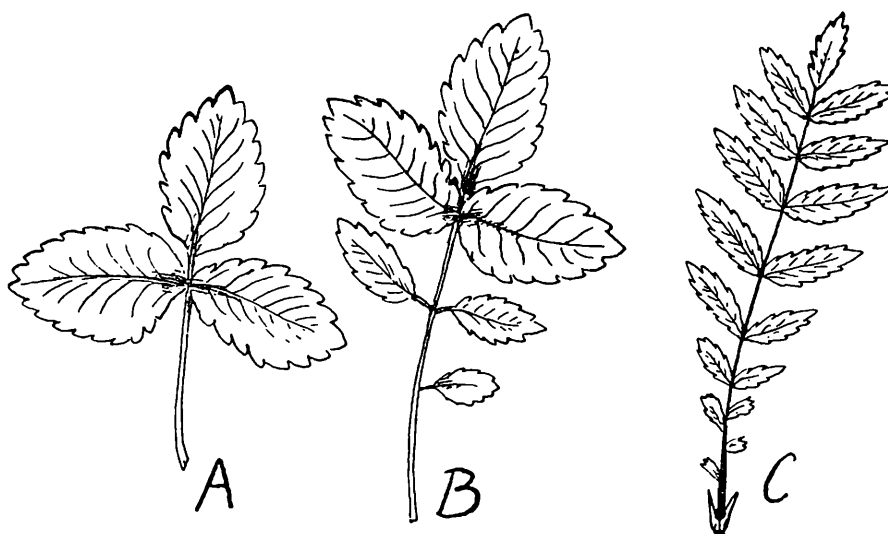
Doklady vývoje fylogenetického.

I. Doklady z biologie.

A. Embryologie.

Embryologie rostlinná. Rostliny dělíme v rostliny **výtrusné** (tajnosnubné) a rostliny **semenné** (jevnosnubné). Obě skupiny se rozpadají zase na menší celky. Srovnávacím studiem vývoje rostlin byly objeveny příbuzenské vztahy, jež lze vyložit pouze tak, že se jedny z druhých vyvíjely nebo měly společné předky.

Vývojepis rostlin ukazuje, že v obou skupinách rostlin jsou zastoupeny dvě generace, t. zv. gametofyt a sporofyt. Kdežto u rostlin výtrusných převládá generace prvá (prokel a listnatá lodyžka mechu) a druhá je tu generací dočasnou (sporogon), u rostlin semenných převládá sporofyt a gametofyt je zastoupen obyčejně jen několika buňkami. Vývoje kaprad'orostů (zejména různovýtrusných kapradin) a rostlin cykasovitých pak nám ukazují jasný přechod mezi oběma skupinami.



Obr. 27.

A normální list jahodníku, B atavistická forma listu jahodníkového, C normální list mochny husí.

Embryologie živočišná. Také ve vývoji živočišstva vyskytuje se řada zjevů, jež lze vyložit snadno teorií vývojovou. Vývoj všech živočichů (ovšem i rostlin) při pohlavním rozmnožování počíná jedinou buňkou — vajíčkem. Na tomto vývojovém stadiu zůstávají prvoci trvale. U mnohobuněčných dělení vzniká **morula**, jež se opakuje jak u obratlovců, tak bezobratlých (analogií moruly jsou prvoci žijící v **koloniích**, na př. valeč). Na stadiu **gastruly**, jež se opět v různých obměnách opakuje v celé říši živočišné, zůstávají trvale láčkovci. U vyšších vyskytují se již tři zárodečné lu-

peny. Přechodem mezi bezobratlými a obratlovci jsou pláštěnci a kopínatci. V embryonálním vývoji konečně sledujeme řadu zjevů, jež poukazují na genetickou souvislost mezi jednotlivými skupinami (žaberní štěrby, žlutkový vak, rodozměna obojživelníků a j.). Lze vůbec sledovati v embryologii velmi častý úkaz, že ve



Obr. 28.
Klíčící rostlina akacie. (Dle Velenovského.)

vývoji jednotlivce se opakují stadia, která poukazují na jeho příbuzenské vztahy s tvory systematicky nižšími. (Žaberní štěrby ve vývoji vyšších obratlovců ukazují na jejich genetickou příbuznost s rybami.) Tento poznatek byl vysloven v tak zvaném **biogenetickém zákoně**, dle něhož, jak již bylo řečeno, vývoj ontogene-

tický probíhá ve zkratce vývojovými stupni, jimiž prošli předkové, čili, vývoj ontogenetický je zkráceným opakováním vývoje fylogenetického.

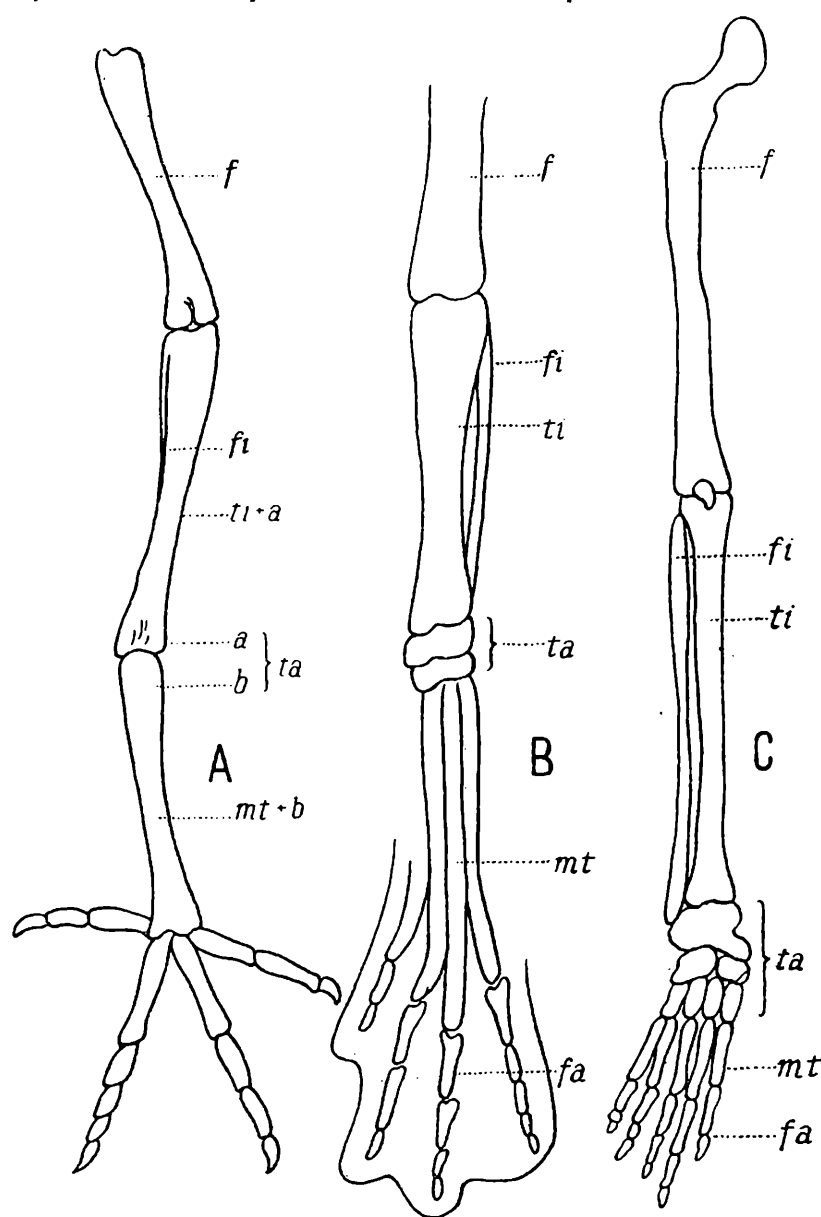
Jiným úkazem, jež vývojová myšlenka dobře vysvětluje, jsou rozmanité ústroje zakrnělé (**rudimenty**). Vysvětlujeme si jejich vznik tak, že druhy měly určitou funkci, které v dalším vývoji pozbyly. Stavše se tak zbytečnými, zakrňují nebo se tvarově mění přijímající jinou funkci (slepé střevo nebo kůstky sluchové, jež se odvozují od kostí oblouků žaberních a j.).

*

S embryonálním vývojem souvisí dále vznik t. zv. **atavismů** či zvratných tvarů, jež jsou zejména časté v říši rostlinné. Tak na př. normální listy jahodníkové jsou dlanitě tříčetné. Vyskytují se však ojediněle listy částečně lichozpeřené, o nichž soudíme, že naznačují

(jsou zvratnými tvary), že původní list jahodníku byl lichozpeřený, jak to nacházíme u četných jiných zástupců čeledi růžokvětých, na př. u blízkce příbuzné mochny husí (viz obr. 27.).

Velmi často se zvraty vyskytují na klíčících rostlinách. Akácie nemají normálních listů. Chybí tu čepel listová a její asimilační funkci přejímá listovitě rozšířený řapík. Rostlina se tím výhodně přizpůsobila suchému a horkému prostředí stepnímu. Předpokládáme však, že předkové akácií měli normální listy čepelnaté s nerozšířenými řapíky. Tuto domněnku potvrzují klíčící rostlinky, jejichž první listy mají předpokládaný tvar. (Viz obr. 28.)



Obr. 29.

Kostry noh: A ptačí, B ptačího embrya, C lidské.

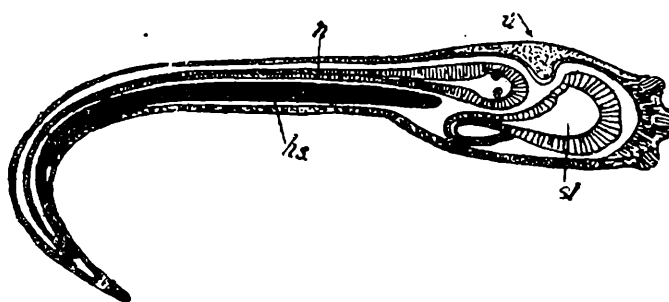
B. Srovnávací anatomie a srovnávací vývojpyt.

Srovnávací anatomie, u rostlin pak srovnávací morfologie, nás poučují o témž původu řady orgánů, který se jeví v témž základním stavebním plánu. Tak na př. kostra zadní okončetiny obojživelníků, plazů a ssavců vykazuje ve své stavbě nápadné shody, majíc tyto základní kosti (obr. 28. C): k. **stehenní** — f (femur), **holení** a **lýtkovou** (tibia, fibula) — ti, fi, drobné **kůstky tarsální** — ta a **metatarsální** — mt a **kůstky prstní** — fa.

Nápadně se od tohoto plánu liší kostra zadní okončetiny ptáků a ryb (párovité ploutve břišní). U ptáků - A - je kost lýtková — fi zakrnělá a krátká, tarsus a metatarsus zdánlivě chybí a jsou nahrazeny t. zv. **běhákem**. Embryologie nás však zase poučuje, že i zadní okončetina ptačí je stavěna dle plánu tohoto orgánu ostatních obratlovců. Na kostře zadní končetiny zárodku ptačího — B — objevuje se tarsus — ta — jakožto dvě ploténky, metatarsus jakožto 4 samostatné kůstky — mt. Teprve později horní kůstka tarsální srůstá s kostí holení (ti + a), dolní se čtyřmi kůstkami metatarsálními (mt + b), čímž se vytvoří běhák. Kostra zadní končetiny ptačí vzniká tudíž zjednodušením základního plánu končetiny obratlovců.

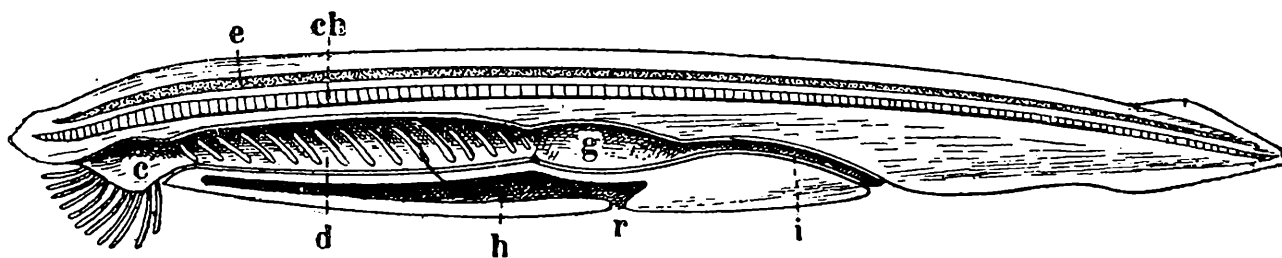
Naproti tomu kostra párovitých ploutví rybích je složitější. Chová velký počet kůstek a lze ji považovati za tvar původnější, z něhož (nebo z podobného) se vyvinula kostra okončetin ostatních obratlovců.

Fylogenetický přechod mezi obratlovci a bezobratlými tvoří **pláštěnci**. Kdežto v larválním stadiu jsou jakýmsi primitivními obratlovci, v dospělosti jsou bezobratlými. Je to zajímavý úkaz vývojový, kde larva představuje systematicky tvora dokonalejšího než zvíře dospělé.



Obr. 30.

Larva sumky: V larválním stadiu sumky vyskytují se orgány jako při vývoji obratlovců. Jest to především struna hřbetní *hs*, entodermálního původu, na jejímž podkladě se vytváří obratlovčí páteř a ektodermální nervová trubice *n*, z níž se u obratlovců vyvíjí mícha a mozek.



Obr. 31.

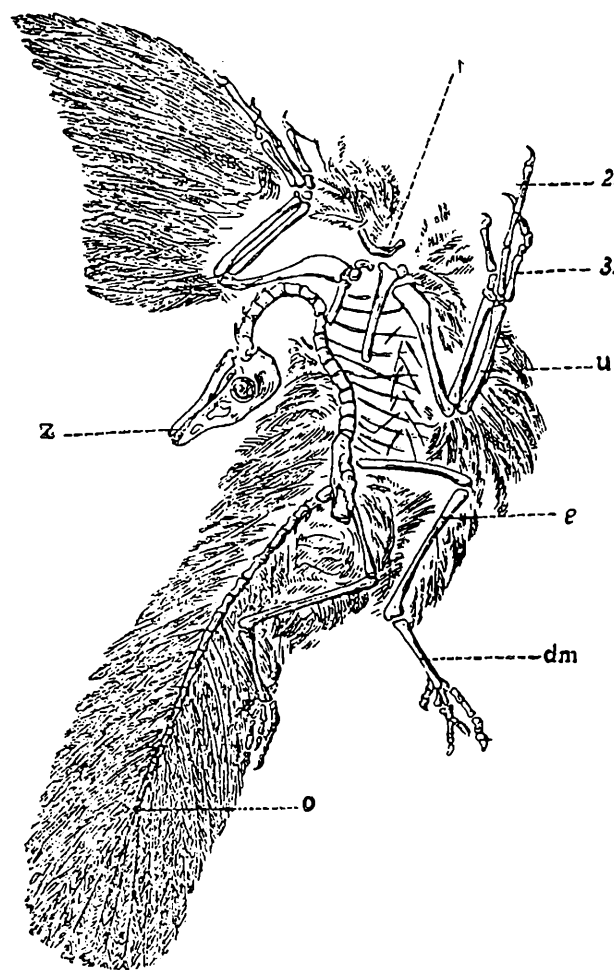
Kopinátec, tvoří přechod mezi bezobratlými a obratlovci. Má trvale chordu *ch* a míchu *e*, dýchá žábami, jež vznikají proděravěním jicnu jako u ryb.

Mluvíme tu o vývoji zpětném (regressivním). Larva dosahuje vývojové výše nejnižší skupiny obratlovců, **bezlebečných** (kopínatec).

Srovnávací morfologie rostlin dochází k závěru, že onu podivuhodnou rozmanitost tvarovou, jakou vykazují rostliny semenné, lze vyložití proměnou několika základních orgánů, jimiž jsou: **kořen, osa, list a chlup**. Všechny rostlinné orgány vznikly pak proměnou či **metamorfosou** některého z těchto základních orgánů. Příčinou metamorfosy, jak již bylo dříve vyloženo, je změna funkce. Orgán, který zaměnil svou původní funkci za jinou, mění současně i svůj původní tvar. (Jmenujte případy metamorfos rostlinných orgánů!)

Srovnávací anatomie zvířat a srovnávací morfologie rostlin zavádějí na základě svých studií dva důležité pojmy a sice pojem **homologie** a **analogie**. Homologickými orgány jsou orgány téhož původu, ať již mají tvar a funkci jakoukoliv. Příklad: děloha, asimilující list, plátky květní, tyčinky, plodolisty; nebo ploutve hrudní u ryb, křídla ptáčích, přední okončejiny ostatních obratlovců. Analogickými jsou pak orgány o téže funkci a podobného tvaru, různého však původu. Příklady: osní trny trnky, listové trny dřeviny, trichomové trny růže; nebo šupiny hadů a šupiny ryb.

(Jmenujte další příklady analogií a homologií!)



Obr. 32.

Zbytky praprláka Archaeopteryx lithographica.

II. Doklady paleontologické.

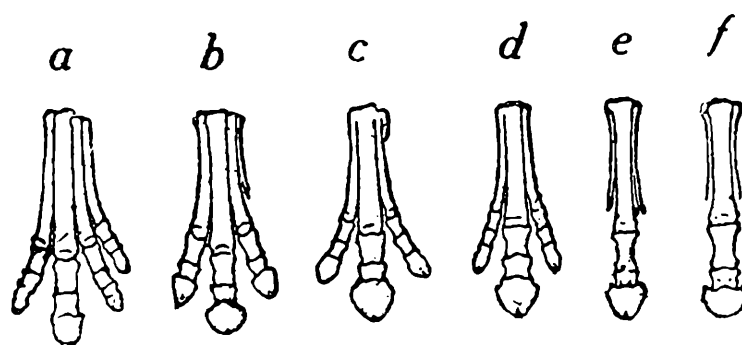
Od **paleontologie** očekáváme poučení o tvorech, z nichž se dnešní vyvinuli. Přesných a úplných vývojových řad nám dosud paleontologie nepodává, což je přirozeno, neboť zbytky všech tvorů, již kdysi žili, se ve vrstvách zemských nedochovaly. Nicméně nám paleontologie podává četné doklady o pravděpodobnosti teorie vývojové.

Povšechně lze především říci, že ve starších vrstvách se nacházejí zbytky systematicky nižších tvorů a čím více se blížíme k sou-

časné době, tím spíše se objevují tvorové s nynějšími příbuznější.

Některé nálezy paleontologické nás velmi přesvědčivě poučují o předcích nynějších tvorů. Tak na př. jedním z předchůdců nynějších ptáků byl **archaeopteryx**, objevený dosud v otiscích dvou exemplářů ve vrstvách z doby jurské. Liší se od dnešních ptáků zuby, úplnější kostrou přední okončtiny, dlouhou páteří ocasní, dlouhou plochou kostí prsní, což vše upomíná na plazy, s nimiž pojí ptáky řada znaků anatomických a embryologických, takže se důvodně domníváme, že obě tyto skupiny měly společné předky. Systematika pak z těchto důvodů zahrnuje obě skupiny do vyšší, nazývané **Sauropsida**.

Dosti přibližnou vývojovou řadu se paleontologům podařilo sestavit u přední okončtiny koně.



Obr. 33.

a-f postupný vývoj prstů koňské nohy od domnělého předka koní z vrchního eocénu (a) až k nynějšímu koni (f).

Přehled vývoje rostlinstva a živočišstva v dobách geologických.

A. Rostlinstvo.

Ve vývoji rostlinstva lze sledovati **tři vývojové fáse**, jež také bývají nazývány **starověkem**, **středověkem** a **novověkem** rostlinstva. Vývoj postupoval tak, jak jej lze teoreticky vyvoditi, od rostlinstva vodního přes bahenní k suchozemskému, od mořských řas přes bažinné tajnosnubné cévnaté k suchozemským semenným.

Starověk rostlinstva. Počíná prvními rostlinami, jimiž byly mořské řasy v algonkiu a ve starších prvohorách. Teprve ke konci tohoto období (koncem devonu) objevují se první **tajnosnubné cévnaté**, jež se pak mohutně rozvinuly a mocně rozšířily v mladších prvohorách, jmenovitě v karbonu. Zuhelnatěním jejich kmenů vzniklo černé uhlí. Na rozsáhlých bažinách tehdejších bujely pralesy stromovitých **kapradin**, **plavuní** (*Lepidodendra*, *Sigillarie*) a **přesliček** (*Calamites*). K **nahosemenným** se počítají tehdejší **Cordaity**.

Středověk rostlinstva. V době druhohorní ustupuje bohatá flora prvohorních tajnosnubných cévnatých. Počíná se středověk rostlinstva, v němž nabývají převahy **rostliny jevnosnubné**. Byly to zejména rostliny **nahosemenné**, jež převládaly od triasu až po svrchní křídou. Nejprve jsou to rostliny **cykasovité**, ke konci tohoto období pak **jehličnaté**, jež se mocně rozšířily. Zvláštní skupinu tvoří **Bennefitaceae**, vnějším tvarem podobné cykasovitým, utvářením mikrosporofylů, připomínající kapradiny. (Viz obr. 34.)

Novověk rostlinstva počíná se svrchní křídou, kdy se objevují rostliny **krytosemenné**. Z nich se nejprve objevují **dvouděložné jednoobalné** se zástupci **jehně-**

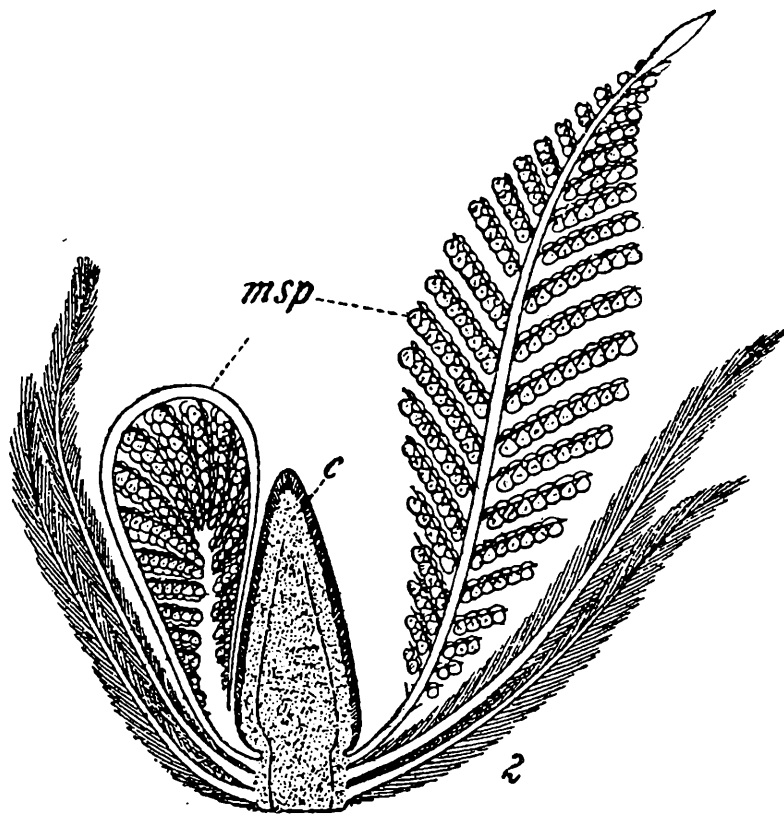
dokvětných, kopřivovitých, vavřínovitých a j. Ke konci křídy vyskytly se již také zástupci **jednoděložných**. Vlastní vývoj krytosemenných spadá však až do třetihor.

B. Živočišstvo.

Předprvohory (**algonkium, proterozoikum, eozoikum**) lze také vzhledem k tehdejšímu živočišstvu nazvat **věkem bezobratlých**. Ještě pozoruhodné, že z této doby známe zkameněliny všech hlavních skupin **bezobratlých**, nikoliv pouze nejnižších, jak bychom čekali, takže se domníváme, že již před touto dobou živočišstvo na zemi žilo. Vývoj bezobratlých postupuje i v **prvohorách**, kde však již také přistupují **obratlovci**, a sice **obojživelníci** a **ryby**. Odtud bývají prvohory (**paleozoikum**) nazývány též **věkem bezobratlých, ryb a obojživelníků**. Z **prvoků** jsou zastoupeni **dírkonožci**, z **láčkovců** **korali** a v době **silurské** **graptoliti**, z **ostnokožců** **jablovci** a **lilijice**. Přechetní jsou **ramenonožci**, jejichž lastury vytvořily celé vápencové horniny. Z měkkýšů jsou zejména rozšířeni **hlavonožci**. Z členovců jsou hojní **korýši** **trilobiti**, karbonem vymírající. V **mladším paleozoiku** přistupuje **hmyz**, **stonožky** a **pavoukovití**. V **siluru** objevují se první primitivní **ryby** bez párovitých ploutví, v mladších prvohorách pak **ryby žralokovité** a **skelnošupinaté**. Z **obojživelníků** se vyskytují v karbonu **krytolebcí**.

Věkem plazů a ptáků bývají nazývány **druhohory** (**mesozoikum**). Vyznačují se pronikáním obratlovců na pevninu. **Plazi**, zejména v **juře**, jsou vyvinuti v četných **veleještěrech**, přizpůsobených jednak k životu vodnímu (**ryboještěři** - **Ichthyosauři**), jednak suchozemskému (**Dinosauři**). Pomocí létavých blan létali **Pterodaktylové**. V jurských vápencích u Solenhofenu v Bavorsku byl objeven **Archaeopteryx** velikosti holuba. V **křídě** žily snad již i některé skupiny **ssavců** (**vačnatci**). **Ryby** jsou doplněny **kostnatými**. Z **bezobratlých** jsou opět četní **hlavonožci** (**ammoniti, belemniti**), **mlži** a **ježovky**, četné **houby** a **dírkonožci** (vrstvy psací křídy!).

Třetihory jsou **věkem ssavců**. Vymřeli veleještěři a nastupují **nynější formy plazů, obojživelníků a ryb**. Rozvoj **krytosemenných** doprovází rozvoj **hmyzu**. Z **měkkýšů** zůstávají **mlži**, ubývá však **hlavonožců**. Povšechně lze říci, že všechny nynější skupiny živočišné mají v třetihorách zástupce blízké příbuzné. Jedině přímé předky **člověka** z té doby neznáme. Člověk se objevuje až ve čtvrtohorách, jež proto nazýváme **věkem člověka** či **antropozoikem**.



Obr. 34.

Schema květu Bennetitacei (*Cycadeidea ingens*).
msp mikrosporangium (tyčinka), c základ pestíku.

Rostlinstvo a živočišstvo **starších čtvrtohor (diluvium)**, je většinou totožné s nynějším. Do jeho rozšíření v Evropě zasáhla mocně diluviální doba ledová, jež teplomilnou floru i faunu třetihorní zatlačila k jihu a přivodila v krajích na okraji ledovců zvláštní obraz života, v němž se již uplatňuje **člověk**. Jeho vývoj, jakož i vývoj diluviálního tvorstva ostatního bude popsán v kapitole »Člověk paleolitický«.

III. Doklady z rozšíření tvorstva.

Očekávali bychom, že zvířena a rostlinstvo územních celků od sebe po dlouhá geologická období oddělených, budou značně rozdílné, neboť se vyvíjely za různých podmínek vnějších. Je tomu vskutku tak. Pěkným dokladem je svérázná květina i zvířena australská, zemědílů, který byl záhy odčleněn od zemědílů ostatních (snad již koncem druhohor). Naopak zase tvorstvo územních celků, jež byly v minulosti spojeny, vykazuje značnou podobnost. Tak je tomu na př. u tvorstva severních oblastí evropských a severoamerických.

Dnešní zeměpisné rozšíření tvorstva

je výsledkem vývojových pochodů, na něž mocným vlivem působily životní podmínky prostředí. Studium zeměpisného rozšíření tvorstva obírá se **biogeografie**. Snaží se nejen vystihnouti svérázné celky faunistické a floristické, nýbrž studuje i **zákony** tohoto **rozšíření**. Tím úzce souvisí s **oekologií**, jež rovněž studuje vztah tvorů k prostředí.

Biogeografie se rozpadá na **fytogeografii** (či **geobotaniku**) a **zoo-geografii**.

IV. Doklady z systematiky.

Přirozená příbuznost mezi systematickými jednotkami jako rasami, druhy, rody, čeleděmi, řády a kmeny, jež snaží se přírodopisci vystihnouti při budování systémů zvířecích i rostlinných, je rovněž závažným dokladem oprávněnosti teorie vývojové. Vývojová teorie je zatím nejpřirozenějším výkladem zmíněné příbuznosti.

Systematický přehled říše rostlinné a živočišné bude uveden později.

*

Z **dějiny systematiky**. V dějinách systematického studia lze vymeziti tři epochy. Představiteli první epochy jsou starořímský lékař **Galenus**, starořeční lékaři **Theofrastos** a **Dioscorides**. Živočichové a rostliny je zajímali jen co zdroj léčiv, nebo používali živočichů k pitvě, aby pak poznatky takto získané přenášeli na člověka (Galenus). Pokud pak ve svých spisech rostlinstvo a živočišstvo třídili, činili tak vesměs s ohledem na tuto praktickou potřebu. Botanické spisy jejich staly se pak podkladem t. zv. **herbářů**, ve středověku oblíbených to lékařských knih, popisujících rostliny vzhledem k jejich léčivé moci. Z toho období pochází také latinský herbář **Kříšťana z Prachatic** z poč. stol. 15. a český herbář **Jana Černého** z poč. stol. 16. O českém překladu proslulého herbáře Mattioliho byla již zmínka.

V druhé epoše systematické knihy byly psány bez zřetele k praktické potřebě. Objevují se od století 16. Soustava je tu ovšem budována na znacích zcela nahodilých. Tak na př. za rozřídovací znak rostlin se přijímá, je-li rostlina stromem, keřem nebo bylinou. Výsledkem jsou systémy naprosto **umělé**. Postupně však jsou nahrazovány dokonalejšími, v nichž se již vyskytují pohromadě rostliny podle přirozené příbuznosti, ovšem takové, kde nějaký zevní znak ji činil zvlášť nápadnou (Okoličnaté). Tato perioda vrcholí v pracích Švéda **Karla Linnéa** (18. stol.). V technice systematické proslul **stručnými a výraznými diagnosami** a zavedením **binomického názvosloví**. Každý rostlinný a živočišný druh dostává dvě jména: rodové (violka) a druhové (vonná). Rostlinstvo rozřídil na základě počtu a uspořádání tyčinek a plodolistů. Nebyl to rozřídovací znak šťastně volený a jeho systém je rovněž **umělý**. Je zajímavé, že tento geniální systematik správně vytušil, že tvorstvo je spojeno **přirozenými vztahy příbuzenskými**. Poznatkem tento se v systematice mohl uplatnit teprve po přijetí myšlenky vývojové, kdy se počíná **třetí epocha systematiky**, usilující o vystižení **fylogenetické příbuznosti**, tedy o vybudování **systému přirozeného**. Je zajímavé, že v zoologii tuto cestu nastoupil vlastně již **Aristoteles** a svědčí o jeho genialitě, když, nevěda naprosto ničeho o vývojových vztazích mezi tvory, seskupil živočišstvo v celky tak mírně, že novověká zoologie mohla v nich provést opravy a je doplnit teprve koncem století 18. .

Systematická díla česká napsali v botanice **L. Čelakovský** (Prodromus květeny české, Analytická květena Čech, Moravy a Slezska), **J. Velenovský** (České houby, Mechy české, Jatrovky české, Systematická botanika), **K. Domin** (Pteridophyta, Gymnospermae), **A. Bayer** (Botanika speciální ve sbírce »Velký ilustr. přírodopis«), **K. Kavina** (Botanika zemědělská, díl II., České rašeliníky), **F. Novák** (Systematická botanika ve sbírce »Rostlinopis«). Obsáhlé a původní české dílo systematické zoologie vyšlo z pera několika autorů ve »Velkém ilustrovaném přírodopise«. K prohloubení znalostí floristických přispěly »Klíče«. Výborný Klíč květeny českomoravské sestavil Fr. Polívka. Klíč byl nověji rozšířen profesory Dominem a Podpěrou na celou oblast republiky. Také Polívkova »Květena zemí koruny České« vydatně přispěla k rozšíření vědomostí floristických u nás.

Dnešní stav studia fylogenetického vývoje.

Vývojová teorie Lamarckova i Darwinova, snažíce se vysvětlit fylogenetický vývoj, selhaly. Nauka o dědičnosti totiž ukázala, že **dědičnost získaných vlastností**, t. j. vlastností získaných nově během života jedince, jak ji předpokládal lamarckismus, nelze dokázat. Rovněž výklad Darwinův, počítající s přirozeným výběrem mezi odlišnými jedinci téhož druhu, nemůže vést k zdokonalení a k vývoji, neboť takto variabilitou vznikající odchylky nejsou ničím novým, nýbrž pouhými reakcemi jedince na odchylné vlivy prostředí, tedy zase jen nově získanými nedědičnými vlastnostmi, jež, jak pokusy ukázaly, mají své hranice uvnitř hranic druhu. Nedědičnými pak jsou proto, že nepostihují dědičný základ chromosomů, což jedině může vést ku vzniku dědičných vlastností.

Nověji se připisuje velký význam pro fylogenetický vývoj t. zv. **mutacím**, to je změnám, o nichž lze dokázat, že jsou dědičné a že tedy jejich podkladem je skutečná změna dědičné hmoty. Možná je také vyvolat uměle (teplem, ozařováním Röntgenovými paprsky). Většina biologů však ani tento výklad nepokládá za uspokojivý,

zdůrazňujíc zejména, že mutace jsou poměrně řídkým zjevem, že jen málo z nich znamená skutečný pokrok a zdokonalení a valná část přináší znaky pro život jedince buď lhostejné nebo i škodlivé.

Vývoj fylogenetický je dnes považován za zjev příliš složitý, než aby jej bylo lze vyložit na základě několika málo činitelů, jež předpokládají jednotlivé vývojové teorie. Uspokojivého výkladu tohoto vývoje nemáme.

Dráždivost.

Vnější podněty (tlakové, tepelné, zvukové, světelné a chemické) dovede živá hmota vnímat a na ně zpravidla účelně reagovat. Tuto schopnost nazýváme **čivostí** či **dráždivostí**. Dráždivost je jednou z typických vlastností živé hmoty, úzce souvisící s trváním života. Čivost umožňuje organismům využití příznivých okolností prostředí a vyhnouti se vlivům škodlivým.

Dráždivost projevují bezvýjimečně všechny organismy, i ty nejjednodušší. Rozdíl spočívá jednak v odlišném stupni, jednak v odlišné organizační dokonalosti **orgánů smyslových**, jakož i v odlišné stavbě orgánů, jež podráždění vedou a umožňují vhodnou odpověď, či reakci.

U organismů jednobuněčných je dráždivou veškerá plasma buňky, ač i zde se vyskytují místa k přijímání podráždění určená, jakési prvotní orgány smyslové. Tak na př. t. zv. »**rubínová skvrna**« některých bičíkovců se považuje za orgán světločivný.

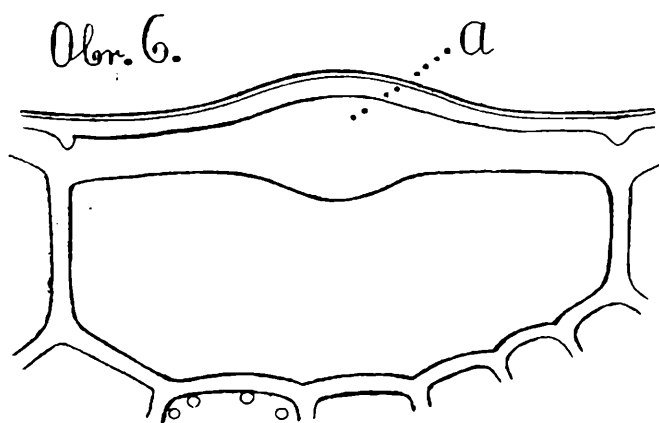
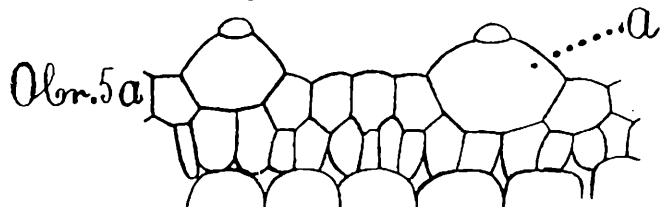
U mnohobuněčných je čivost pro různé podněty lokalizována na určitá místa, kde je pak vyvinut speciální, někdy velmi složitý **orgán smyslový**. Odlišný způsob výživy rostlin a zvířat se odráží v odlišném vybavení smyslovými orgány, což je pochopitelné, neboť smyslové orgány se účastní velmi pronikavě, byť jen nepřímou, na opatřování potravy. Živočichové, nucení potravu vyhledávat, musí býti přirozeně daleko dokonaleji vybaveni smysly než rostliny, jež, odezírajíc od některých jednobuněčných a pohyblivých spor, místa svého nemění, nalézajíce potřebnou potravu na místě. Také **vodivé dráhy** u živočichů, nucených zpravidla rychle reagovat na vnější popudy, jsou dokonalejší.

Smyslové orgány rostlin.

Rostliny, pokud jsou autotrofními, čerpají živiny ze země a ze vzduchu. Nejdůležitějším zdrojem energie jest jim sluneční záření. Očekáváme tudíž, že smyslové orgány, pokud jsou vyvinuty, budou především zařízeny k tomu, aby umožnily rostlině dosáhnouti těchto zdrojů potravy a energie. K tomu slouží **orgány světločivé, statické a tlakové**. Takové skutečně byly u rostlin zjištěny.

Orgány světločivné.

Světločivnými orgány jsou patrně všechny epidermální buňky, zejména na lícni straně listů. Bývají čočkovitě vypuklé, sloužíce jako sběrné čočky koncentrující světlo do středu spodní plochy buněčné, té tedy, jež hraničí s asimilačním parenchymem listovým. Při kolmém dopadu světla na líc listovou je světlo koncentrováno na



Obr. 35.

5a. Průřez pokožkou Fittonie a: »oko« — orgán světločivný. 6. Průřez pokožkovou buňkou zvonku broskvolistého; a čočkovitě ztlustlá blána buněčná. (Dle Tereby.)

určité místo. Jakmile však dopadne světlo pod kosým úhlem, vysune se ono místo ze své polohy. Tím vzniká podráždění, jež přechází do řádku listového, v němž vlivem nestejnomyšerného růstu nastává pohyb, uvádějící list do vhodné polohy.

U některých rostlin jsou blány světločivných buněk zvláštním způsobem ztlustlé, takže tím spíše vybavují představu čoček. Jindy se mění trichomy na povrchu epidermálních buněk v čočkovité útvary. (Obr. 35.)

Dlužno si ovšem zapamatovati, že tyto orgány neslouží k vidění, nýbrž pouze k zjištění světla a směru jeho šíření.

Orgány statické a hmatové.

Aby rostlina mohla orientovati vhodně kořen a lodyhu, k tomu slouží orgány statické. Za takové jsou považovány buňky, opatřené hojným škrobem na místech, kde určení polohy je pro rostlinu zvlášť důležité. Tak na př. na špičce kořenové v t. zv. ochranné čepičce nalézá se uprostřed **sloupek** z buněk, opatřených zrnky škrobu. (Tab. II. 5.) Škrobová zrna tu působí jako statolity ve statických orgánech živočichů (**statolitový škrob**). Vysune-li se špička kořenová do nevhodné polohy, přepadnou opět na nejnižší místo v buňce, kde vzbudí podráždění, na něž kořen reaguje opět růstem vhodným směrem (hlavní kořen na př. ve směru tíže).

U některých rostlin určité orgány reagují na mechanický tlak (tyčinky dříšťálu, chrp, listy citlivek). U chrp se za hmatové orgány považují trichomy nitek tyčinkových. V bláně epidermálních buněk úponek rostlin tykvovitých byly zjištěny prohlubinky, takže blána

buněčná v těch místech je tenká. Toto místo považuje se také za hmatový orgán. Dotkne-li se buňka tímto místem podkladu, prohne se blána buněčná a tlak působí podráždění vnitřní plasmu. Rostlina reaguje na podráždění vhodným růstem tak, že podklad úponkou obtočí, využívši ho jako opory.

Jak je podráždění u rostlin vedeno na místa, kde rostlina na ně reaguje, není známo. Byly však popsány určité struktury v plasmě, jimž se přikládá funkce obdobná nervům. Pohyby se ve většině případů uskutečňují nestejným růstem vlivem zvláštní růstové látky — auxinu.

Smyslové a vodivé orgány živočišné.

U živočichů jsou ústrojí smyslová mnohem výraznější. S jejich zdokonalením pokračuje i zdokonalení vodivých drah nervových.

Dráhy vodivé.

Jednotkou soustav nervových je **gangliová buňka**. (T. VI. 1.) Vlastní tělo (t) obsahuje jádro (j) a protoplasmu. Bývá rozčleněno ve větvici se výběžky — **dendrity** (d) a v jedno i více dlouhých vláken nervových — **neuritů** (n), někdy nahých, jindy opatřených jednou — **dřeňovou (myelinovou)**, nebo dvěma — dřeňovou a **Schwanovou** (či **neurilemmovou**) pochvou (dř., Sch.). Za vlastní vodivé elementy považují se vláskovité útvary — **neurofibrilly**, proplétající všemi směry tělo gangliových buněk i jejich výběžků a procházející souvisle z buňky do buňky (**teorie neurofibrillární**). Dle jiného výkladu se buňky nervové svými výběžky pouze sblížují nebo dotýkají, nejsou však spojeny (**teorie neuronová**).

Nervové elementy jsou původu ektodermálního.

Gangliové buňky jsou jen zřídka osamoceny, zpravidla jsou sdruženy v celky. Dle uspořádání a složitosti těchto celků rozeznáváme čtvero **nervových soustav**.

1. **Nervová soustava rozptýlená**. (T. VI. 2.) Buňky gangliové jsou u ní stejnoměrně rozptýleny po těle pod ektodermem, tedy blízko povrchu. Svými výběžky na sebe navazují. Je to nejprimitivnější nervová soustava a patrně i původní. Vyskytuje se u většiny láčkovců, tedy u nejnižše organisovaných Metazoi.

2. **Kruhová soustava nervová** vznikla z rozptýlené soustředěním gangliových buněk v místech, jež jsou nejúčelněji pro rozvoj smyslových orgánů položena. Takovou soustavu nervovou mají medusy, u nichž pod pokožkou zvonce táhne se dvojitý pruh nervový, vysílající nervová vlákna do blízkých orgánů smyslových (zrakových, hmatových; statických). Podobně je organisována nervová soustava ostnokožců (T. VI. 3.). Kolem jícnu táhne se nervový kruh, vysílající pět dále se větvících paprsků do stran.

3. **Gangliová soustava** je složena ze dvou či více **gangliových zauzlin**, tvořených hlavně z těl gangliových buněk (T. VI. 4.). Navzájem jsou zauzliny spojeny **spojkami** či **komisurami**, tvořenými hlavně z nervových vláken. Tato soustava vyskytuje se u měkkýšů, červů a členovců. U posledních dvou skupin je vyvinuta v charakteristické podobě **řebříkovité**. Vpředu nad jícnem je uložena zauzlina **nadjícnová** či **mozková**, jež vysílá vpravo i vlevo kolem jícnu na spodní stranu tělní komisury, jež navazují na dvě **ganglia podjícnová**, ovládající hladké svalstvo soustavy zažívací, pracující neoddvisle páru ganglií, jež jsou spojeny jednak komisurami příčnými mezi sebou, jednak komisurami podélnými s páry sousedními. Tím vzniká útvar řebříkovitého vzhledu (T. VI. 6.). U červů a členovců vyskytují se různé modifikace této typické soustavy nervové. Nižší její stupeň je vyvinut u červů nižších. Tak u ploštěnek je vyvinuto pouze ganglion mozkové, od něhož vybíhají nazad po stranách těla dvě větve bez ganglií. (T. VI. 5.). Zhusta dochází k srůstu obou větví i s ganglií. (T. VI. 7.). U členovců konečně dochází k dalšímu zjednodušení v tom, že některá sousední ganglia navzájem splývají, následující tak seskupování tělních segmentů u této skupiny ve větší celky. (T. VI. 8.). K nejpronikavějšímu zjednodušení dochází u pavoukovitých. (T. VI. 9.)

4. **Trubicovitá soustava nervová** charakterisuje obratlovce. Její počátky lze sledovat u larev pláštěnců. Leží na hřbetní straně zvířete, vznikajíc zachlípěním hřbetní části ektoblastu. Původní ploténka nervová zapadá do hloubky žlábkovitě se prohýbajíc, až se utvoří uzavřená trubice, jež se od povrchu odčlení. (Srovnej T. I. 12., 13., tm, m.) S počátku je to jednoduchá trubice, jež v prvních stádiích vývojových ústí navenek otvorem zvaným **neuroporus**, na opačné (zadní) straně je spojena se soustavou zažívací otvorem zvaným — **canalis neurentericus** (T. VI. 11, np, ne). Později se oba otvory uzavrou a míšní trubice se osamostatní. Rozlišuje se pak v objemnější část přední, základ to mozku a válcovitou zadní část míšní. U kopinatce k tomuto rozlišení zevně ještě nedochází, uvnitř se však míšní kanál v přední části znatelně rozšiřuje. U larev pláštěnců je i zevně patrna přední objemnější část. (Obr. 27.) U ostatních obratlovců je mozek rozčleněn v pět dílů: 1. **přední** či **velký mozek**, 2. **mezimozek**, 3. **střední mozek**, 4. **mozeček**, 5. **prodlouženou míchu**. Členění původního jednoduchého váčku ve vývoji ontogenetickém postupuje následovně (sleduj T. VI. 10. a—c.): Váčkovitá část (a) trubice míšní určená k vytvoření mozku, rozčlení se nejprve ve tři díly, v t. zv. **prvotní přední**, **prvotní střední** a **prvotní zadní mozek** (b). Prvotní přední mozek rozdělí se pak ve vlastní (druhotný) **přední mozek** a **mezimozek**. Z prvotního středního mozku vyvine se vlastní **střední mozek** a z prvotního zadního mozku vzniká **mozeček** a **prodloužená mícha**.

(Zopakujte si část o lidském mozku a míše z učebnice somatologie!)

Poměr velikosti i rozčlenění jednotlivých částí mozkových je různý u různých skupin obratlovců (T. VI. 12.—15.). U ryb (12.) jsou nejobjemnější tři zadní části: střední mozek, mozeček a prodloužená mícha, kdežto přední mozek a mezimozek jsou nepatrné. U obojživelníků (13.) je přední mozek už značně objemný, střední mozek ustupuje. U plazů přední mozek ještě více mohutní, přikrývá nahoře i se strany mezimozek. Také mozeček se zvětšuje. Totéž se ještě ve zvýšené míře opakuje u ptáků (14.). U ssavců přední mozek má dominující postavení, přerůstaje nazad i se stran všechny ostatní části. Nazývá se tedy teprve zde vhodně »**velký mozek**«. U nižších skupin je hladký, u vyšších rozrýhovaný. Také mozeček nabývá značně na objemu a dělí se ve dvě hemisféry.

Mozek a mícha jsou **centrální části** trubicovité soustavy nervové, od nichž vycházejí párovité nervy, větvící se v úzké praménky, protkávající pletiva tělní. Nazývají se **periferickou částí** nervové soustavy. Zvláštní postavení má t. zv. **sympatická soustava nervů**. Nachází se na hřbetní straně po obou stranách páteře; inervuje svaly nepodléhající naší vůli.

Z psychologie zvířat.

Prostřednictvím lidského mozku uskutečňuje se vynikající duševní projev — **myšlení**, t. j. záměrné kombinování představ. Této schopnosti zvířata nemají. Kdežto v lidském jednání vedle pudové složky uplatňuje se více méně úvaha rozumová, zvířata jednají toliko **instinktivně-pudově**.

Co je vlastní příčinou duševního dění, na př. myšlení u člověka, nevíme. Nepochybně tato otázka souvisí s otázkou o podstatě života vůbec. Také zde se shledáváme se dvěma protichůdnými názory na duševní dění dle toho, co považujeme za podstatu života. Pro mechanistický názor na život není ani duševní dění ničím jiným než přímým výrazem chemicko-fyzikálních změn v mozku. Sem náleží t. zv. »**psychofysický parallelismus**«, domněnka, dle níž každému dění duševnímu odpovídá určitá současná chemicko-fyzikální změna v nervstvu.

Mechanisté dovozují svou teorii především tím, že výše duševní činnosti je v přímém vztahu s organizační vyspělostí soustavy nervové, jakož i tím, že porucha nervové soustavy je doprovázena současnou poruchou v duševních projevech.

Vitalisté považují za poslední příčinu duševních projevů nehmotného a neenergetického činitele — **duši**. Nepopíratelnou souvislost mezi vyspělostí duševních projevů a organizační dokonalostí nervové soustavy, hlavně mozku, vysvětlují tak, že činnost duše, proje-

vující se prostřednictvím soustavy nervové, je tím vyšší, čím vyspělejší je hmotný podklad, — t. j. soustava nervová. Byl by tedy dle vitalistů poměr mezi duší a nervovou soustavou asi takový, jako mezi umělcem a jeho nástrojem.

Obě tato vysvětlení jsou ovšem pouze přírodovědeckými hypotézami. Jisté je tolik, že vskutku děje duševní jsou doprovázeny změnami chemickými a fyzikálními. Jinak bychom si těžko vysvětlili na př. únavu po duševní práci nebo ovlivnění duševní činnosti různými chemickými činidly, jako jsou prostředky dráždivé a pod. Nicméně se zdá málo pravděpodobným, že tak složitý a svérázný děj, jakým je na př. myšlení, je pouhým důsledkem chemicko-fyzikálních pochodů v mozku.

Rozborem duševní činnosti zvířat obírá se **psychologie zvířecí**. Vniknouti do duševních výkonů zvířat je velmi obtížné. Mnoho se chybuje tím, že se přenášejí prostě duševní výkony lidské na zvířata. S tímto **antropomorfismem** setkáváme se velmi často v populárních knihách o zvířatech, jež sice mohou velmi přispěti k probuzení zájmu o přírodu a touhy po jejím poznání, nicméně však skutečný život zvířat zkreslují.

Zvířata se nám v takových knihách představují jako myslící tvorové a dle toho záměrně jednající. Jako důkaz, že zvíře myslí, uvádějí se počítající koně nebo psi. Vskutku však se dosud vždy ukázalo, že »myšlení« tu bylo výsledkem **dresury**, podvodně zneužité majiteli takových zvířat. Plodem myšlení je **řeč**. Nemyslí-li zvířata, nemohou ani mluvit. Různé zvuky, jež zejména vyšší živočichové vydávají, nelze naprosto srovnávat s řečí lidskou.

Jednání zvířat je řízeno pouze pudově. **Pud** bývá definován jako »síla«, jež nutí zvíře k určitému výkonu. Skutečnou odpovědí na otázku »Co je pud?« tato definice není, neboť to nejdůležitější zůstává nezodpověděno, totiž, jaká je to síla. Podobně pouhým opisem skutečnosti je také definice, dle níž pud je nevědomé účelné jednání.

V poslední době se podařilo najít vztah mezi některými pudy a hormonální činností. Nicméně nelze opět z pouhé zvýšené nebo ztlumené činnosti určitých hormonálních žláz vyložit tak vysoce účelné výkony, k nimž jsou zvířata instinktivně puzena. Hormony a jejich působení mohou tu býti snad nutným chemickým doprovodem, to však ještě neznamená, že jsou vlastní jejich příčinou.

Jistěže mnohé pudové výkony zvířat působí na nezkušeného pozorovatele dojmem, že vyvěrají z rozumové úvahy. Vzpomeňme jen života společenského hmyzu: včel, mravenců, termitů nebo rozličných výkonů hmyzu, jimiž je velmi účelně postaráno o potomstvo. Údiv vzbuzuje pudově vyvolané stěhování ptáků, jejich »dovednost« v budování hnízda, pozoruhodná péče o mladé atd.

Nejvýrazněji ze všech pudů se jeví snaha **sebezáchovy** a **zachování druhu**. Všechny ostatní odstíny pudové slouží přímo nebo nepřímo temto dvěma snahám, ať již je to pud, jenž vede ptáka ke stavbě hnízda nebo křečka k hromadění zásob, saranče k přeletu do krajín bohatých na pastvu, mravence k přenášení larev a kukel na vhodná místa, jelena k říji.

»Pud« v běžném slova smyslu je nepochybně pojem velmi složitý, neboť sem bývá zahrnováno vše, co nelze na jedné straně vysvětliti pouhým reflexem, na druhé straně se odehrává bez předběžné rozumové úvahy.

Poznání, že život zvířete je povýtce životem pudovým, zavazuje člověka, tvora, jehož jednání je řízeno rozumem, aby ve styku se zvířetem tuto okolnost měl na zřeteli. Násilným a svévolným zabráněním v ukájení pudů je zvíře trýzněno a může mu tak býti způsobena i smrt. Vzpomeňme na př. ptáků stěhovavých, uzavřených v klecích. V době stěhování se většina těchto zajatců v kleci ubije, nebo prostě hyne. Také nucení a »učení« zvířat nepřiměřeným výkonem bývá zpravidla spojeno s týráním a je tudíž trestuhodné. I v tom je zajisté smysl přírodovědeckého studia, aby nejen uvádělo do poznání přírody, nýbrž naučilo i správnému poměru k ní.

Snažme se všude v životě, kde přijdeme ve styk se zvířetem, ať již s domácím, či ve volné přírodě, proniknouti co nehlouběji do jeho duševního života, což nás naučí nejlépe správnému poměru k němu. Varujme se antropomorfismu, jenž snad nám může zvíře přiblížiti, může však vésti k nepřirozenému poměru k němu. Zvířata naší lásky nechápou tak, jak my se často domníváme, a také t. zv. vděčnost zvířat nelze srovnávat s vděčností lidskou. Naproti tomu však zase se vydáváme v nebezpečí, že zvířeti ublížíme, předpokládajíce u něho určitý úmysl, jehož zvíře nemá a míti nemůže. Pamatujme, že o zvířeti nelze prohlásiti, že je dobré nebo špatné ve smyslu, v jakém těch výrazů používáme u člověka. Předpokládá to mravní zodpovědnost a té zvíře nemá.

Smyslové orgány zvířat.

Smyslovými orgány nazýváme taková zařízení, jimiž se živočich dovídá o jsoucnosti a některých vlastnostech svého okolí. O vnějším světě je zpravován živočich jen potud, pokud se o něm dovídá svými smysly prostřednictvím smyslových orgánů.

U člověka se zpravidla mluví o pěti smyslech: **zraku**, **sluchu**, **čichu**, **chuti** a **hmatu**. Dlužno však ještě přičísti smysl **statický** a pamatovati, že »smysl hmatový« je složitý pojem, zahrnující schopnosti přijímati nejen podráždění tlaková, nýbrž i tepelná a chladová, jakož i podráždění působící fysickou bolest (píchání, štipání a pod.). Nelze také poznatky o smyslech a smyslových orgánech lidských a vyšších

obratlovců přenášeti prostě na smysly a smyslové orgány ostatních zvířat. Pravidelně jsou jednodušší a lze souditi, že i jednodušší jsou jejich výkony. Tak na př. všechny orgány nazývané »oči«, nemusí býti zařízeny na vidění. Některé slouží jistě prostě pouze k zachycení světelného podráždění a neprozrazují zvířeti ničeho o tvaru předmětu. Některé smysly mohou u nižších živočichů chyběti úplně, a naopak známe smyslové orgány, jichž funkce nám není zcela zřejmá, nebo se jim přikládá funkce, pro niž my nemáme smyslových orgánů (postranní čára ryb).

Ústrojí zraková.

Ústrojím zraku jsou zařízení, sloužící k přijímání podráždění světelného. Zpravidla jsou vyvinuta ve specifické orgány — **oči**, sloužící výhradně smyslu zrakovému, řidčeji je živočich citlivý na větších oblastech nebo na celém povrchu těla. Tak na př. celým povrchem těla přijímají světelné podráždění dešťovky; u některých měkkýšů jsou citlivy jen omezené oblasti pokožky.

Dokonalejším zařízením jsou t. zv. **oční skvrny** některých láčkovců a červů. U ploštěnek leží takovéto jednoduché oči pod povrchem. Oko je tu složeno z pohárkovitého obalu (T. VII. 4.), v němž jsou uloženy paličkovité útvary, spojené s gangliovými buňkami. Výkon těchto očí spočívá patrně pouze ve zjištění směru paprsků světelných.

Ke skutečnému vidění dochází po koncentraci světločivných buněk ve složitý útvar — **sítnici**. Vývojově se vytváří oko zpravidla tak, že část ektodermálního epitelu poklesne do hloubky, představujíc v nižším stupni zrakovou jamku (T. VII. 1.) která je někdy vyplněna sklivcem neb i čočkou (T. VII. 2.), nebo se uzavře pod povrchem v samostatný kulovitý útvar — **zenici** (T. VII. 3.). Všechny tyto zobrazené a popsané stupně t. zv. zeničného oka vyskytují se u měkkýšů.

Popsaným způsobem vznikající oči mají t. zv. **sítnici přímospěrnou**. Horní části buněk smyslových, které končí čípky, jsou obráceny proti směru dopadajícího světla. Naproti tomu nejdokonalejší oči obratlovců mají smyslové tyčinky a čípky obráceny dozadu, po směru vnikajícího světla. I to lze vysvětliti vývojem těchto očí. Sítnice zde totiž nevzniká zachlípěním ektodermu, nýbrž vychlípěním přední části mozku (T. VI. 5.—7.) a toliko čočka je původu přímo ektodermálního. (Bližší výklad viz ve výkladu Tab. VII. Popište oko lidské!)

Charakteristické oči mají členovci. Jsou to t. zv. **složené oči**, sestávající z velkého počtu oček — **ommatidií**. Složení oka je toto (T. VII. 8.): Na povrchu mu připadá šestiboce ohraničená část průhledného chitinu — **čočka** — (chč), vyloučená dvěma plochými

buňkami pod ní ležícími (b). Pod nimi jsou čtyři buňky (c), vylučující do středu mezi sebe průhlednou hmotu — **sklivec** (s). Pod nimi je větší počet (obvykle 7) buněk, seskupených do kuželovitého tvaru. Na vnitřní straně vylučují tyčinkovité čípky (č). To jsou vlastní buňky smyslové, na něž dole navazuje nerv (n). Počet ommatidií v složeném oku je různý, od několika do mnoha tisíc. Vidění je mosaikovitě, jelikož každé oko zachytí pouze část viděného předmětu.

Ústrojí statická a sluchová.

Orgány statické slouží k přijímání takových podráždění, jež vznikají při různých polohách těla. Zjednáávají tedy živočichům zprávy o poloze jejich těl. Mnohé z nich, jmenovitě u bezobratlých, byly dlouho považovány za ústrojí sluchová. Omyl vznikl tím, že vývojově mají mnoho společného, což platí zejména o obratlovcích, kde se zakládají společně, zůstávajíce i v dospělosti v jednom organizačním celku (vnitřní ucho či labyrint).

U bezobratlých jsou orgány statické či **statoblasty** jednoduché. Je to dutý váček, tvořený smyslovými buňkami, opatřenými na straně dutiny brvami, na straně vnější navazují na ně buňky nervové. (T. VII. 9.). Dutina je opatřena tekutinou — **lymfou**, v níž plove jeden či více kousků uhličitanu vápenatého — **statolitů**. Dle polohy tlačí statolit na brvy různých buněk. Podráždění se přenáší do nervového ústředí, kde si živočich uvědomuje polohu těla.

Statické orgány obratlovců se nalézají v t. zv. **ampulách polokružných chodeb** labyrintu (crista statica). Jsou to lahvovité, silně zvýšené buňky epitelální, opatřené nahoře vláskovitými výběžky, mezi nimiž se nalézají mikroskopické krystaly uhličitanu vápenatého. Na druhém konci jsou spojeny s výběžky buněk nervových.

Sluchové orgány známe teprve u hmyzu ve způsobu t. zv. **orgánů tympanálních a chordotonálních**.

Tympanální orgány vyskytují se u hmyzu rovnokřídlého. Cvrčkové a kobylky mají je na holeních prvního páru nohou. (T. VII. 10.), saranče po stranách prvního článku zadečku. Zevně se jeví jako políčko hladké blanky, vsazené do rámečku. Na průřezu (T. VII. 11.) vidíme pod blankou vzdušnice. Na vzdušnice přiléhají (nahore) sluchové tyčinky se smyslovými buňkami.

Chordotonální orgány sluchové vyskytují se u různých skupin hmyzu na různých místech. Je to uzavřená dutinka při povrchu, v níž jsou napjaté protáhlé buňky (T. VII. 12.). Na ně přiléhají sluchové buňky, spojené s buňkami gangliovými. Vlněním vzduchu jsou rozechvívány strunovité buňky, chvění se přenáší na buňky sluchové a do buněk gangliových.

Sluchový aparát ssavců spolu s ústrojím statickým vzniká prohloubením ektoblastu (T. VII. 15. a). Vzniklá jamka se uzavře ve

váček (15. b). Ten se rozčlení ve váček oválný — **utriculus** (15. c) a **váček kulovitý** (dolní) — **sacculus**. Z prvního vzniknou polokruhovitě chodby, z druhého se vytvoří **druhotný váček kulovitý** a **hlemýžď**.

(Popište lidské ucho!)

Uspořádání labyrintu je u jednotlivých skupin obratlovců odlišné. Kopinatci chybí. U kruhoústých je to váček s jedinou polokruhovitou chodbou. Labyrint ostatních obratlovců je rozčleněn na tři polokruhovitě chodby jako u člověka, váček oválný a kulovitý. U ryb je na sacculu mírně vyklenutá část, základ t. zv. **lageny**. (Viz obr. 33.) U obojživelníků je vyklenutá část zřetelnější a u plazů je lagena značně protáhlá. U krokodilů a ptáků je mírně prohnutá. Dokonalý hlemýžď je pouze u ssavců.

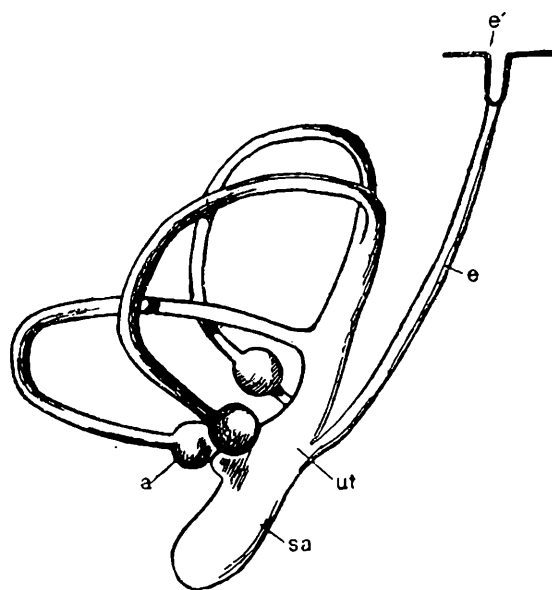
Dle způsobu života jsou rozličně vytvořeny pomocné orgány ucha. U živočichů vodních, jako jsou ryby, kde sluchový orgán nemá valného významu, je labyrint hluboko pod kůží, bez přímého spojení s vnějškem. Slouží patrně jen co orgán statický. (Ryby nevyládávají také zvuku!) Obojživelníky počínaje. sousedí labyrint s t. zv. **dutinou bubínkovou** či **středním uchem**, jež je od vnějšího prostředí oddělena blanitým bubínkem. Pouze u hadů a slepýšů dutina bubínková opět chybí (proč?). U ptáků je naznačen již také **vnější zvukod** tím, že bubínek klesá do hloubky. Toliko ssavci mají **bolte**.

Dutina bubínková a **trubice Eustachova** se odvozují od jedné ze štěrbin žaberních. **Columella**, jediná kůstka sluchová u obojživelníků, plazů a ptáků a tři **sluchové kůstky** ssavců odvozují se od kostí obloků žaberních.

Orgány chuťové.

Orgány chuťové přijímají chemické podráždění vznikající tekutinami. S chuťovými orgány nižších obratlovců jsme nedostatečně obeznámeni, ač lze předpokládati, že na př. měkkýši a červi chuťový smysl mají. Byla skutečně popsána rozličná ústrojí, jež snad slouží co orgány chuťové. Dobře jsou vyvinuty chuťové orgány u členovců v ústech a na orgánech ústních. Z obratlovců mají nejtýpčtěji vyvinuty chuťové orgány ssavci v podobě **chuťových pohárků** na bradavkách chuťových, rozložených v dutině ústní, zvláště na jazyku.

(Kolikeré chuťové bradavky má člověk? Popište hrozenou papilu!)



Obr. 36.

Statický ústrojí ryb. a ampuly, sa sacculus, ut utriculus. (Z Pechočovy Zoologie.)

Orgány čichové.

Přijímají chemická podráždění. působená látkami plynými. U bezobratlých byla nalezena čichová ústrojí u měkkýšů na tykadlech a u členovců. Zvláště některé skupiny hmyzu jsou nadány vynikajícím čichem, jímž se orientují na veliké vzdálenosti (hrobaříci, chrobáci, motýli a j.). Tomu odpovídá veliká rozmanitost čichových orgánů, jež byly popsány na rozličných ústrojích, na hlavě, hlavně na tykadlech. Jsou to čípkovité a pohárkovité útvary, z nichž dva — u vosy a u drabčíka — jsou zobrazeny na T. VII. 13., 14. U mnohých hmyzů byly popsány několikere orgány čichové.

Čichový epitel obratlovců složený z buněk čichových a podpůrných, je umístěn buď v čichových jamkách (ryby) nebo (u všech ostatních) v dutině nosní, vznikající prolomením čichových jamek do dutiny ústní.

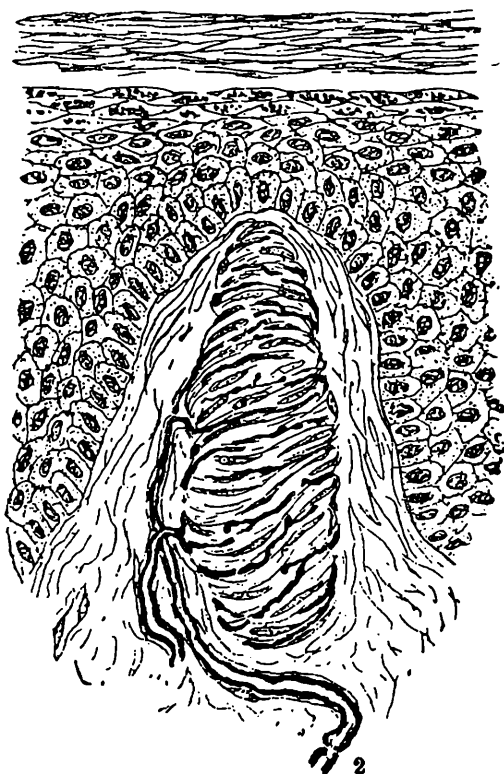
(Kde je uložen čichový epitel u člověka a jaký má rozsah?)

Smysl kožní.

Zahrnuje schopnost přijímatí podráždění tlaková, teplotná a bolestivá. Každému druhu podráždění přísluší ovšem i zvláštní orgány.

U bezobratlých jsme s těmito orgány nedostatečně obeznámeni. Lépe jsme o nich zpraveni u obratlovců.

Jakožto **ústrojí hmatová**, přijímající podráždění tlaková, byla popsána řada orgánů, pojmenovaných dle objevitelů. Meissnerova nacházejí se tělíska u obratlovců v brdečkách, jimiž vniká škára do pokožky (obr. 37.).



Obr. 37.

Hmatové tělísko Meissnerovo v brdečku škáry.

Hluběji v těle a na útrobách jsou tělíska Paciniho. Hmatový smysl je lokalizován zvláště na místech vystavených tlaku (konečky prstů, špička jazyka, zuby některých ptáků, rypáky hmyzožravých a pod.).

Zvláštní orgány k přijímání tepelných a chladových pocitů nebyly dosud popsány, ač lze pokusně dokázat jejich rozložení v kůži.

Ani orgány k přijímání bolestivých podráždění nebyly dosud zjištěny, ač lze usouditi, že existují. Na 1 cm² kůže hřbetu ruky lidské se jich odhaduje na 200.

Dosud ne zcela jasný je význam smyslových orgánů, uložených v t. zv. **postranní čáře** ryb a larev obojživelníků. Jak novější výzkumy ukazují,

slouží patrně k zjištění proudění vodního nebo blízkosti pevných těles (potravy, nepřítelé, kamenů, kořenů a pod.).

Pohyb.

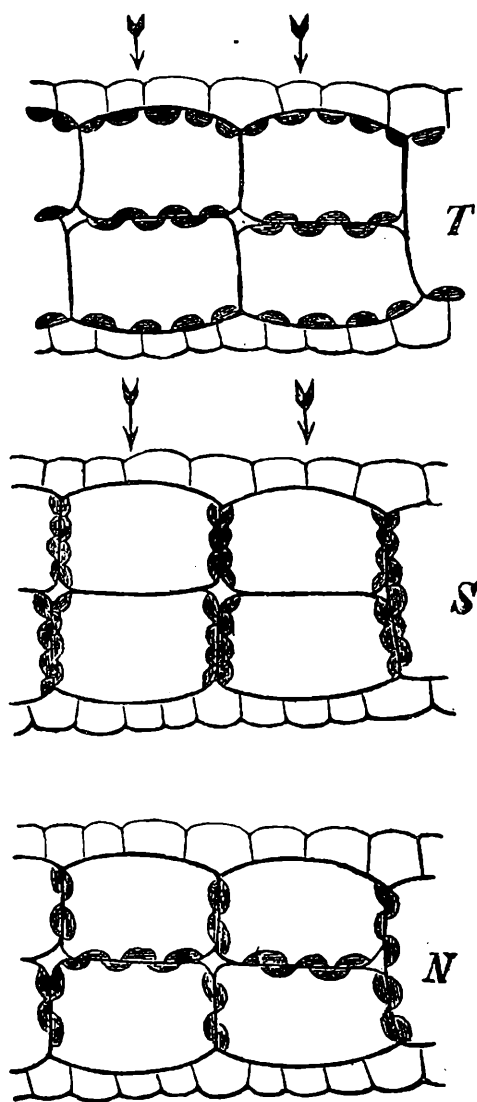
Pohyb je dalším základním projevem všech organismů. Jeví se rozličně. Nejpatrnější je **aktivní pohyb lokomoční**, t. j. pohyb spojený se změnou místa. Vyznačují se jím zejména živočichové. Jako dráždivost tak i pohyb souvisí úzce se způsobem získávání potravy. U rostlin se vyskytuje pouze u některých jednobuněčných řas a hub, dále u některých druhů výtrusů (zoospory) nebo u pohlavních buněk, zejména u spermatozoidů. Zpravidla jsou organismy k tomuto pohybu vybaveny speciálními orgány pohybovými (brvami, bičíky), řídčeji je to lokomoční **pohyb mechanický**, působený proudem vzdušným nebo vodním (spory většiny tajnosnubných, encystovaní prvoci). U rostlin je lokomoční pohyb zřídka konán z důvodů výživných (zelené jednobuněčné řasy vyhledávají místa nezastíněná), spíše slouží rozmnožování (pohyb spermatozoidů) nebo rozšiřování zárodků. Jinak je v obou říších všeobecně rozšířen pohyb jednotlivých útrojů a pohyb cytoplasmy.

Pohyby rostlin.

Zmíněné lokomoční pohyby rostlin, — na př. vyhledávání světla řasami nebo cesta spermatozoidů k buňkám vajecným, nazýváme **taxiemi**. Jsou to pohyby volných rostlin, nebo volných rostlinných částí (pojem se ovšem vztahuje i na živočichy), jež se dějí určitým směrem, vyvolávány jsou zevními, jednostranně působícími podněty.

Dle způsobu podráždění rozeznáváme na př.:

1. **Fototaxie** jsou pohyby, jimiž reagují organismy na podráždění světelná. Jednobuněčné řasy pohybují se směrem ke světlu. Fototaktické pohyby vykonávají chloroplasty. V mírném světle difusním staví se ku stěnám buněčným, jimiž světlo do buněk vniká. Při intenzivnějším osvětlení staví se k stěnám méně osvětleným, chráníce se tak před poškozením. (Viz text a obr. 38.)



Obr. 38.

Fototaktické pohyby zrn chlorofylových v listu okřehku. T list ve světle rozptýleném, S v přímém světle slunečním, N ve tmě. (Šipkami označen směr světla.)

2. **Chemotaxie** jsou pohyby, jimiž rostliny reagují na podráždění chemická. Za chemotaktické jsou považovány pohyby spermatozoidů, směřujících k vajíčkům. Vajíčka patrně vylučují určité látky, jimiž jsou k nim spermatozoidy lákány.

3. **Thermotaxie** jsou pohyby rostlin vyvolané teplem.

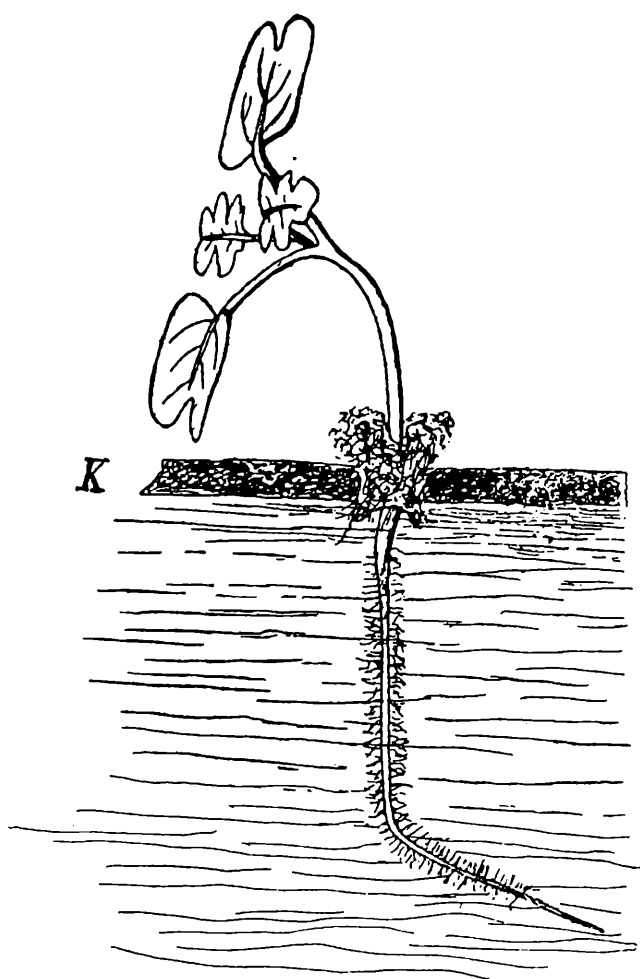
4. **Geotaxie** jsou pohyby vyvolané tíží zemskou.

Jakožto taxie bývá vysvětlován pohyb plasmu uvnitř buněk. Plasma buď **cirkuluje**, pohybujíc se v buňce několika směry, nebo **rotuje** směrem toliko jediným. Tyto pohyby lze vyvolati nebo zesílití poraněním, osvětlením a pod. Často však nejeví tyto pohyby plasmu závislost na vnějších činitelích.

Od taxii rozlišují se **tropismy**, pohyby vyvolané rovněž zevními vlivy, konané však jednotlivými orgány rostlin. Působí-li podráždění tak, že vyvolává pohyb směrem podráždění, mluvíme o tropismech **pozitivních**. Opačným směrem dějí se tropismy **negativní**.

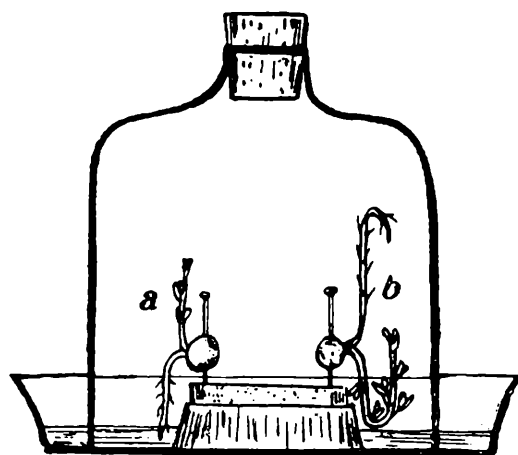
Nejdůležitější tropismy jsou:

1. **Fototropismus** je pohyb vyvolaný světlem. Stonek se ohýbá ke světlu, je pozitivně fo-



Obr. 39.

Pokus znázorňující fototropismus pozitivní u stonku a negativní u kořene. Rostlina je pěstována v živném roztoku. (K korková destička. Rostlina jest osvětlena zleva.)



Obr. 40.

Pokus znázorňující geotropismus pozitivní u kořene a negativní u stonku) (a klíčící hrách v poloze normální, b převrácené). Z Bartuškovy Botaniky.)

totropický, kořen se ohýbá od světla, je negativně fototropický. K zjištění směru světla slouží orgány světločivné, popsané v kapitole předešlé. (K výkladu srovnej obr. 39.)

2. **Geotropismus** je pohyb, jímž rostlina reaguje na tíži zemskou. Pozitivně geotropické jsou hlavní kořeny, rostoucí svisle do země.

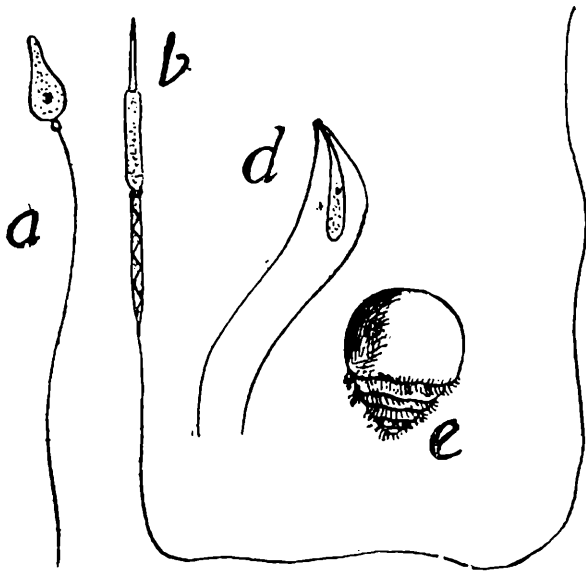
Negativně geotropické jsou stonky. Směr tíže je určován statickým ústrojím rostlin. (Srovnej obr. 40.)

Konečně **nastíemi** nazývají se pohyby vyvolané dotykem nebo jiným podrážděním všesměrným. Sem náleží nápadné pohyby listů citlivek, pohyby tyčinek dříšťálu a chrpy, svírání listů mucholapek, přiklápění se chlupů rosičky ku kořisti. **Nyktinastíemi** či pohyby spánkodobými jsou pohyby vyvolané střídáním dne a noci (uzavírání se květů na noc a otevírání z rána, noční klesání úkrojků listových u akátu, jetele a j.).

Všechny tyto pohyby lze vyložit jako prospěšné zařízení.

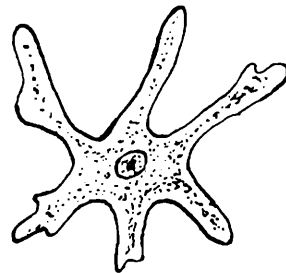
Pohybové a podpůrné orgány.

K lokomočním pohybům mechanickým přispívají organismy pouze nepřímo buď tím, že jejich těla jsou dostatečně lehká, mají zvláštní létací nebo záchytná a plovací zařízení, aniž by jich aktivně využívaly. (Jmenujte příklady!)



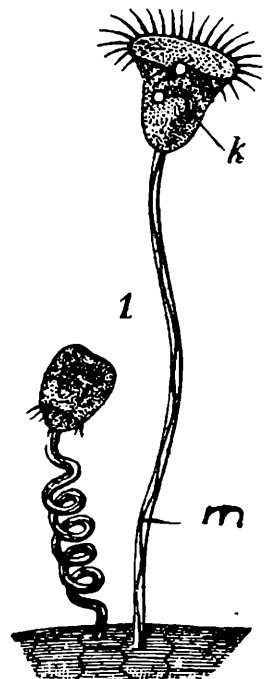
Obr. 41.

Různé druhy spermatozoidů: a ssavčí, b chameleona, d Selaginelly, e Zamie.



Obr. 42.

Amoeba proteus — pohyb pomocí pseudopodií.



Obr. 43.

Vířenka, m je vlákno umožňující spirální stáčení stvolu.

Tam, kde rostlina nebo zvíře užívají pohybových zařízení přímo, mluvíme o aktivních **pohybech lokomočních**.

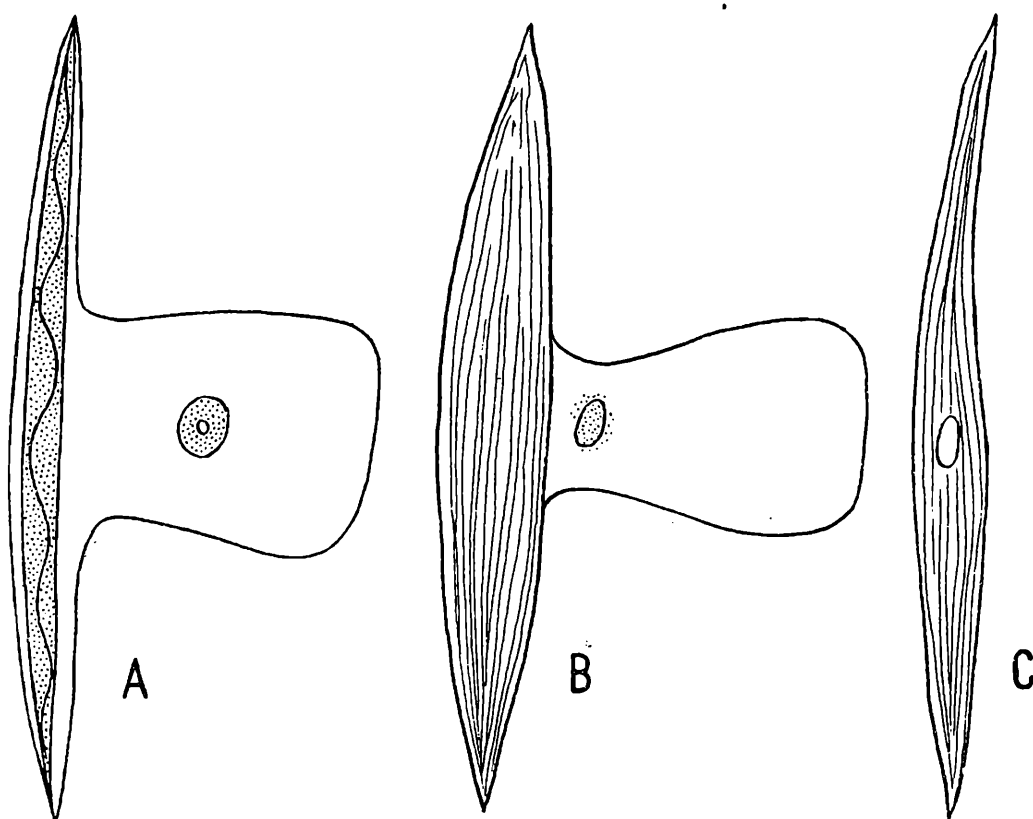
V rostlinstvu vykonávají takové pohyby, jak již bylo vzpomenuto, pouze rostliny nejnižší, především jednobuněčné. Některé řasy zelené jsou vybaveny bičíky, rozsivky se pohybují pomocí plasmy, pronikající ven z křemité skořápky, hlenky ve vegetačním stadiu se šinou po podkladu amoebovitě. Mechorosty počínajíc, omezují se lokomoční pohyby pouze na buňky pohlavní, především na spermatozoidy. (Viz obr. 41.)

Živočichové se vyznačují aktivním pohybem lokomočním ve všech skupinách. Jen nemnozí z nich žijí přisedle. (Jmenujte je!)

Pohyb prvoků je buď amoebovitý pomocí pseudopodií (obr. 42.), nebo pomocí brv (nálevníci) (T. III., obr. 2.) a bičíků (bičíkovci). Při koření bičíků i brv je zvláštní plasmatické tělísko **blefaroblast**, bez něhož pohyb není možný. Už však u některých prvoků sledujeme se s pohybem umožněným stažitelným vláčénkem, jednoduchým jakýmsi svaem — **myonemem**. Je na př. ve stvolu vířenek, kde při podráždění působí spirální stažení stvolu. (Obr. 43.)

Pohyby metazoi jsou podmíněny činností svalovou.

Jednotkou **plefiva svalového** je **buňka svalová**. Nejjednodušší typ buňky svalové nalézáme u lačkovců a červů (obr. 41. A B), kde není ještě celá buňka diferencována k pohybovému úkonu, nýbrž toliko její spodní část, jež je protažena ve vláknitý útvar. Horní část buňky slouží jako normální epitel. Mluvíme pak o **svalovém epitelu**.



Obr. 44.
Různé typy buněk svalových.

Nejblíže k této z části diferencované buňce svalové má úplně diferencovaná **buňka svalstva hladkého** (obr. 44. C). Epiteliální část zúplna mizí a zůstává pouze vřetenovitý útvar, obsahující krom jádra a cytoplasmu jemná vláčénka, vlastní stažitelné elementy. Svalstvo hladké umožňuje volný a vytrvalý pohyb o malé okamžité výkonnosti. Tímto svalstvem jsou opatřeni na př. měkkýši. U obratlovců je toto svalstvo na útrokách, působící stahování stěn střevních, žlaz a pod.

K rychlým pohybům o větší okamžité výkonnosti slouží **svalstvo žíhané** či **příčně pruhované**, jehož jednotkou je **vláčeno svalové**. Je

vícejaderné, pročez je považováno za útvar vzniklý splynutím více svalových buněk. Charakteristickým znakem svalstva příčně pruhovaného jsou vlákénka-**myofibrily**, složená střídavě z hmoty jednolomné a dvojlomné. Myofibrily svalového vlákna běží souběžně tak, že část jednolomná a dvojlomná je u všech ve stejné výši, čímž právě vzniká příčné pruhování vlákna. (Obr. 45.)

Svalstvo příčně pruhované vyskytuje se již u láčkovců a to u medus, dále u členovců. U obratlovců tvoří mohutné svalstvo povrchové. (Zopakujte si hlavní svaly těla lidského!)

Původní uspořádání povrchového svalstva je pravidelné. Svalstvo tvoří pravidelné články-**myotomy** či **myomery**, jak to shledáváme u kopinatce a částečně i u ryb. U vyšších obratlovců toto pravidelné rozčlánkování jeví pouze embryo. Vývojem končetin je pravidelnost porušena, vytváří se nové uspořádání, lépe vyhovující pohybu pomocí okončetin.

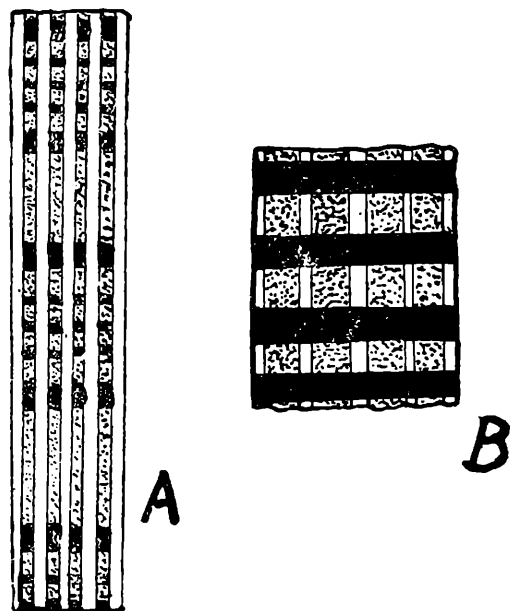
Končetiny obratlovců, ať jsou již vyvinuty v podobě ploutví, noh, rukou či křídel, nejsou homologické s obdobnými orgány členovců, měkkýšů a pod.

S pohybovými orgány namnoze úzce souvisí **orgány podpůrné** a **kostry**. Chybí tam, kde jich není potřeba, jako na př. u mnohých jednobuněčných. Sem řadíme též útvary, které mívají jen funkci ochrannou (skořápky dírkovců, lastury a ulity měkkýšů), nebo udržují vhodný tvar těla, nebo slouží k jeho ochraně.

S podpůrnými orgány v tomto širokém slova smyslu shledáváme se již u rostlin. Jsou jimi především celulosní pevné blány buněčné, jež bývají ještě vyztuženy partiemi různě ztloustlými (schodovitě, spirálovitě, kruhovitě, dvoutečkovitě). Pro větší odolnost bývají mnohé blány buněčné impregnovány **dřevovinou** či **ligninem**, v povrchovéch partiích stromů a keřů **korkovinou** či **suberinem**. Jsou zařízením ochranným.

Buňky s pravidelně ztlustlými stěnami sklerenchymatickými doprovázejí části dřevní i lýkové ve svazcích cévních, dodávající rostlině význačné pevnosti zvláště v tahu. (Mnohých sklerenchymatických pletiv svazků cévních se užívá technicky: konopí, len, ramie.)

Jinou impregnační látkou je kyselina křemičitá a uhličitá a šfa-
velan vápenatý. Kyselinou křemičitou jsou impregnovány blány bu-

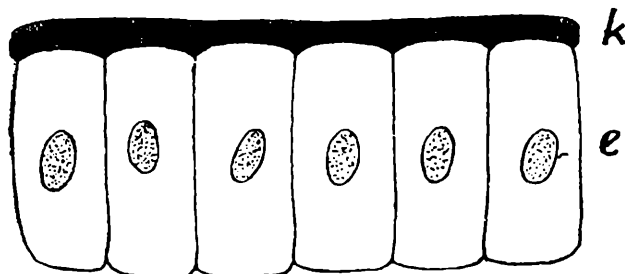


Obr. 45.

Schema vlákna svalového se čtyřmi myofibrilami; A v klidu, B při stažení.

něčné rozsivek. Ona také impregnuje povrchové části některých rostlin mnohobuněčných (přesličky, rostliny šáchorovité a j.). Tu je impregnace nepochybně také obranou proti býložravcům.

Vápenitými solemi jsou impregnovány buňky některých řas ruduchovitých. Parožnatky vylučují uhličitán vápenatý na povrchu v souvislý povlak.



Obr. 46.

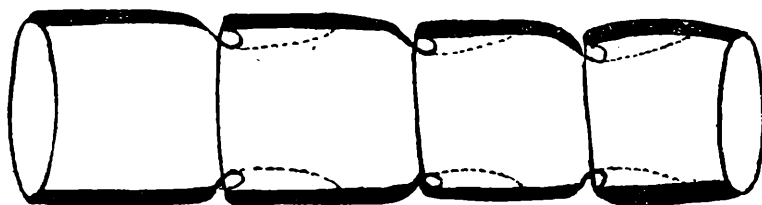
Průřez pokožkou červů, k kutikula, e buňky epitelové.

Podpůrné a ochranné orgány jsou u živočichů zvláštním produktem protoplasmu. U **prvoků** je to nejčastěji vnější nebo vnitřní **kostra vápenitá** (dírkovci a kořenonožci), nebo **křemitá** (mřížovci). Kostry tyto vynikají nezřídka nádhernými tvary. Pro svou odolnost dochovaly se namnoze z dávných dob geologických (křída, nummulitové vápence).

Význačné jsou kostry **láčkovců**. Jsou to ojedinělé **jehlice křemité** nebo **vápenité** u hub nebo souvisle **vápenité stavby korálů**.

Červům je ochranou pouze **kutikula**, tuhá a pružná hmota vyloučená epitelíálními buňkami na povrchu těla. Nedostatek pevné kosterní struktury umožňuje červům charakteristický pohyb. (Obr. 46.)

Výrazným ochranným prostředkem **měkkýšů** jsou **vápenité schránky**, vylučované pláštěm. V podstatě je to opět kutikula, impregnovaná silně uhličitánem vápenatým. Jelikož tu není kostry, jež by přímo podporovala pohyb, jest pohyb měkkýšů pomalý a děje se u většiny zvláštním svalovitým orgánem - »**nohou**«. Jinak je tomu u **členovců**, kde kutikula je impregnována **chitinem**, látkou výborně vzdorující kyselinám a alkáliím a při tom dodávající tělu náležitou pevnost. Chitinový pancíř není souvislý, nýbrž na spojení jednotlivých článků přechází v tenkou blanku, umožňující pohyb článků i celého těla. (Obr. 47.)



Obr. 47.

Schemat. znázornění článků členovců opatřených chitinem.

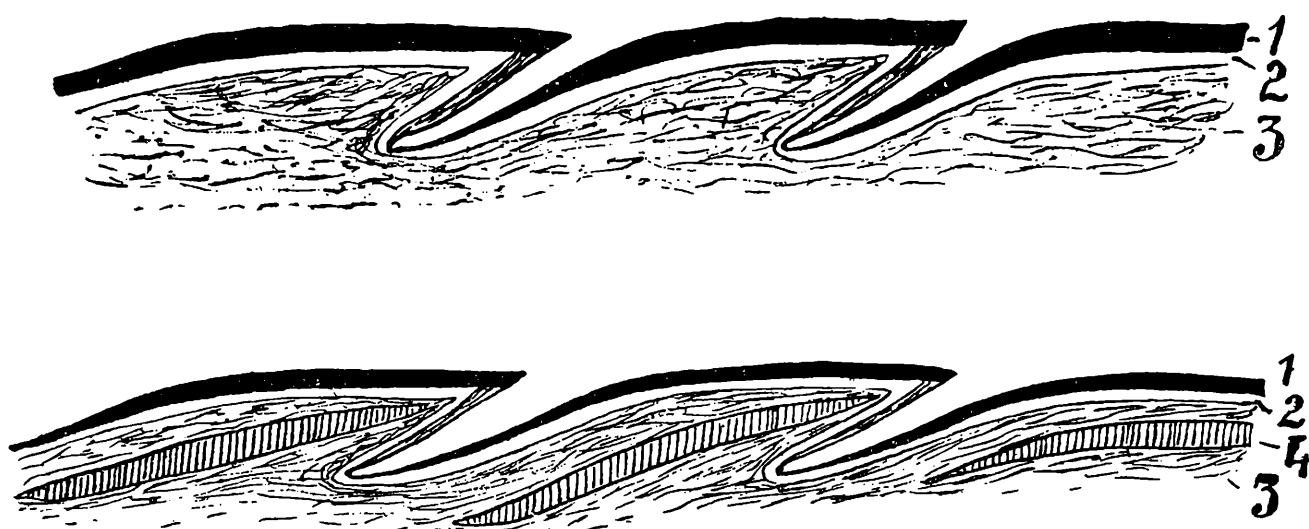
Červovitý pohyb je nahrazen pohybem pomocí **článekovaných končetin**, vyztužených na povrchu rovněž chitinem.

Chitin jakožto neživá hmota neroste úměrně s tělem. Proto se zvíře čas od času zejména při vývoji **svléká** z chitinového povlaku, jenž je nahrazen větším.

Chitinový krunýř korýšů je impregnován uhličitanem vápenatým.

U larev **pláštěnců** a pak u všech **obratlovců** vyskytuje se vnitřní kostra, jež ve své nejjednodušší formě vystupuje jako **chorda**.

Povrch těla obratlovců je pokryt kůží složenou z povrchové mnohovrstevné **pokožky**, pod níž leží **škára**. Pokožka nahrazuje kutikulu tak, že povrchové vrstvy buněčné (**stratum corneum**) jsou zrohovatělé. Tato zrohovatělá část vystupuje pak jako **lupy, šupiny, chlupy, peří, drápy**, jichž modifikací jsou **nehty** a **kopyta**. Otírající



Obr. 48.

Schematisovaný průřez kůží užovky (nahore), slepýše (dole). 1 stratum corneum, 2 stratum Malpighii, 3 škára, 4 kostěnné šupin.

se zrohovatělá část je nahrazována odumírající a rohovatějící svrchní částí živé vrstvy pokožky (**stratum Malpighii**), jejíž buňky se stále množí. Toliko u ryb a obojživelníků pokožka nerohovatí. Vyskytuje se tam slabá kutikula. (Chybí tudíž těmto skupinám také deriváty pokožky jako drápy, chlupy atd. Zvířata tato dýchají také kůží.)

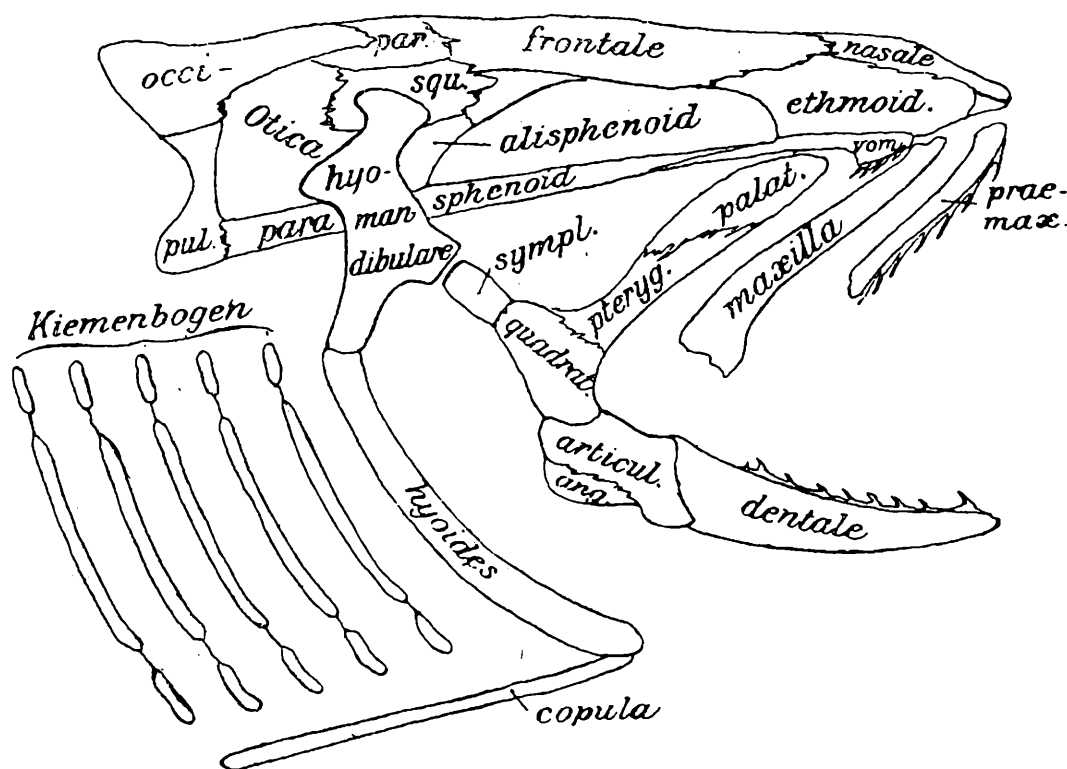
Kdežto pokožka je původu ektodermálního, je škára původu mesodermálního.

(Popište průřez lidskou kůží!)

Ryby a někteří **plazi** jsou opatřeni **kostěnými šupinami** ve škáře, jež dlužno odlišovati od **rohovitých šupin plazů**. Někteří plazi (slepýši) mají šupiny obojí. (Obr. 48.) U **krokodilů** tvoří kožní **kostí volné kostěné desky**, u **želv** srůstají v **souvislý krunýř**, spojený s kostrou vnitřní (s trnovými výběžky obratlů), a potažený rohovitými deskami pokožky (želvovinou).

Ani u **vyšších obratlovců** tato **kožní kostra** zcela nemizí, nýbrž některé části klesají hlouběji, doplňující vnitřní **kostru osní**, jež se tvoří na základech chordy. Kostí kožní na kostře pak nazýváme **kostmi krycími**. (Toliko u pásovců zůstává kostra kožní, tvořící pásovité útvary.)

Od kostí krycích se odvozují také **zuby**. Za přechodní tvar se považují t. zv. **plakoidní šupiny** ryb žralokovitých, jejichž složení souhlasí v hlavních rysech se složením zubů. (Mají ústřední dutinu, dentin i škvlovinu. Viz obr. 17.)



Obr. 49.

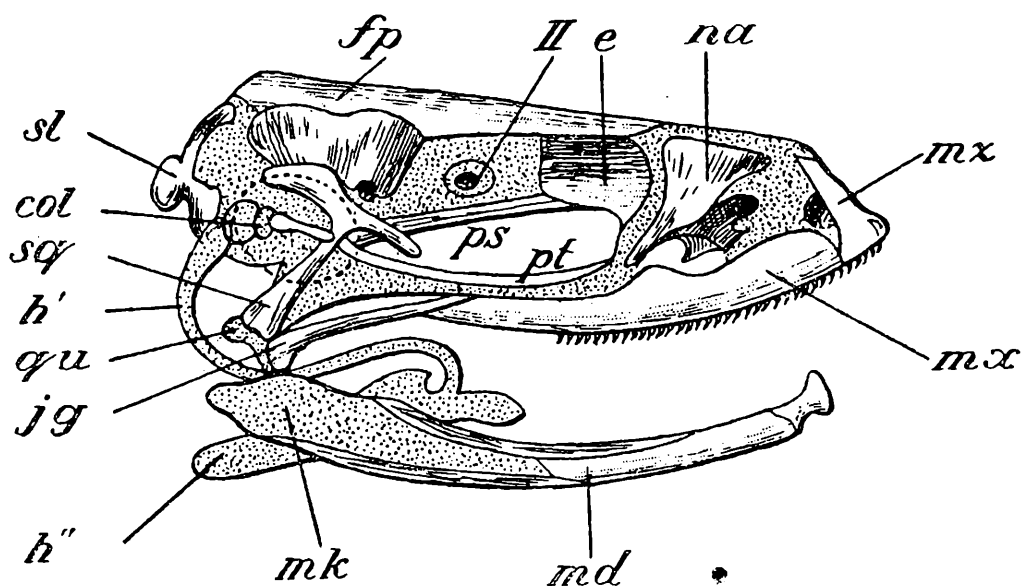
Schemat. znázornění lebky ryb kostnatých. Lebka těchto ryb vyniká bohatstvím kostí oproti všem ostatním skupinám obratlovců. Pro další výklad si povšimni těchto kostí: maxilla, palatinum (palat.), dentale, articulare, quadratum, hyomandibulare! Praemaxillare. a maxilla se odvozují od 1. obl. žaberního, kosti od palatina až po dentale od druhého obl. žaberního, hyomandibulare a hyoid představují třetí oblouk žab. Pak následuje pět řad kostí, jež mají původní funkci — vyztužení oblouků žaberních.

Na lebce se za krycí kosti považují dále **kosti temenní (ossa parietalia)**, **čelní (os frontale)** a **kosti nosní (ossa nasalia)**.

Zvláštní postavení mají **krycí kosti oblouků žaberních**, t. zv. **útrobní** či **viscerální kostra**. U ryb jsou to především kosti vyztužující oblouky žaberní, dále řada kostí skládajících dolní i horní čelist, kosti patrové a konečně kost, tvořící zadní spojení mezi lebkou a čelistmi — t. zv. **hyomandibulare** (srov. obr. 49.). U obojživelníků tato kost se mění v t. zv. **sloupek** — **columellu** — jež je pak jedinou **kůstkou sluchovou** zde i u plazů a ptáků. Novou spojkou mezi dolní čelistí a lebkou je u těchto skupin t. zv. **kost čtvercová (os quadratum)**. (Viz obr. 50.)

Viscerální kosti, vyztužující u ryb oblouky žaberní, ztrácejí u ostatních obratlovců funkci a uplatňují se pak v kostech **jazyky** a v **chrupavkách** vyztužujících hrtan a průdušnici.

U ssavců columella se mění v **tímínek**, kost čtvercová v **kovadlinku** a od dolní čelisti se odčlení další kost (**os articulare**), jež se mění v **kladívko**. Dolní čelist pak přisedá bezprostředně kloubem ke spodině lebeční.



Obr. 50.

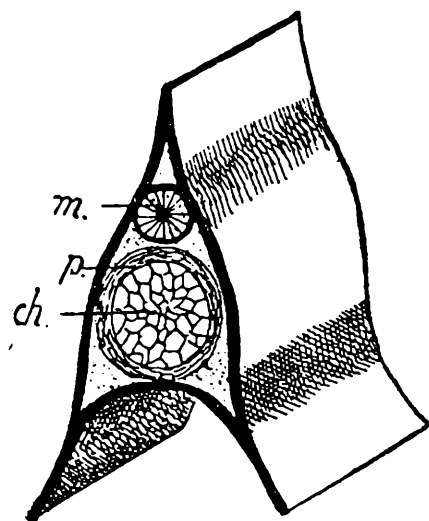
Kostra lebky žáby se strany: **col** sloupek (columella), **qu** kost čtvercová (**os quadratum**) (Ost. části: **mx** svrchní čelist, **mz** mezičelist, **na** kost nosní, **e** kost klínočichová (sphenethnoid), **pt** kost křídlová, **ps** parasphenoid, **fp** srostlá kost čelní a temenní, **sl** kost tylní, **h'** **h''** jazyk, **sq** kost spánková, **mk** Meckelova chrupka, **md** spodní čelist.)

Předchůdcem nejvýznačnější části kostry obratlovců — **kostry osní** — je **chorda** larev pláštěnců a kopinatce. Také u obratlovců ve vývoji embryonálním se **chorda** ještě zakládá, je však záhy chrupavkou a kostí různým způsobem zatlačena.

Kdežto u kopinatce tvoří i v dospělosti jedinou podporu těla, jest již u mihulí uzavřena s míchou ve zvláštním **chrupavčitém pouzdru** (obr. 51).). V krajině hlavy je **chrupavčitá lebka**. Končetiny chybí úplně.

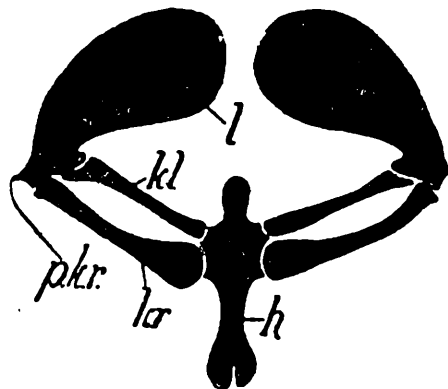
Podobnou jednoduchou schránku lebeční mají ryby chrupavčité. U ryb kostnatých se vyvíjí kostěná lebka s řadou kostí, z nichž mnohé chybí u obratlovců vyšších. (Dle obr. 49. vytkni, které kosti chybí na lebce lidské!) **Páteř** je u obou skupin ryb **rozčlánkována**. Rozčlánkování páteře u ryb předchází rozčlánkování svalstva, k němuž dochází již u kopinatce. Chorda tvoří růžencovitý útvar, souvisle se táhnoucí páteří. Těla obratlů jsou na obou stranách **vydutá** — **amficeální**. Okončetiny jsou vytvořeny v podobě ploutví, z nichž ploutve párovité jsou homologickými útvary s končetinami vyšších obratlovců.

Lebka obojživelníků zůstává částečně chrupavčitou (obr. 50.). K páteři je připojena dvěma kloubovými hrboly — **kondyly**. Obrat-



Obr. 51.

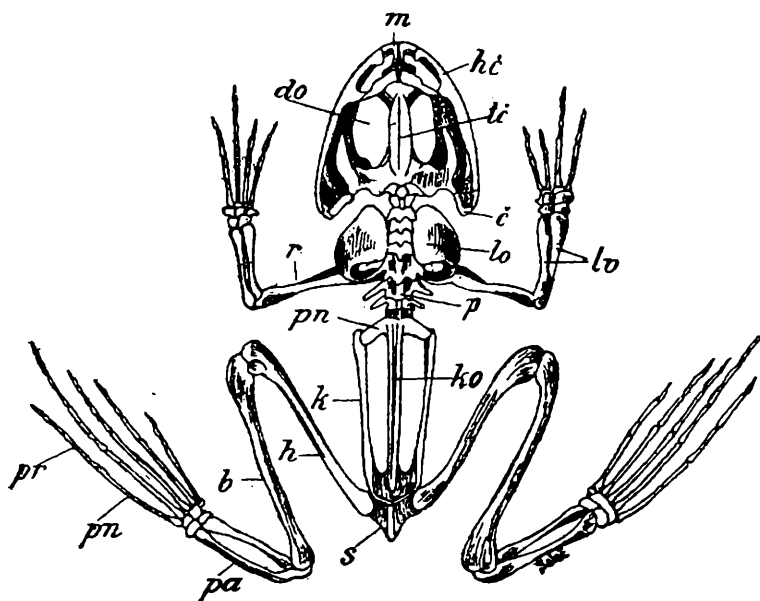
Průřez chrupavčím pouz-
drem chránícím chordu a mí-
chu u mihule (m mícha,
p obal hčordy, ch chorda).
(Daněk Zoologie.)



Obr. 52.

Schema úplného pásma lopatko-
vého. l lopatka, kl clavicula, kr
korakoid, p. k. r. jamka kloubu
ramenního. (Daněk Zoologie.)

le jsou vzadu vyduté. Chorda netvoří souvislého provazce, jsouc
silně redukována nebo úplně zatlačena. **Pásma pánevní i lopatkové**
jsou zastoupena třemi charakteristickými kostmi vyšších obratlovců,



Obr. 53.

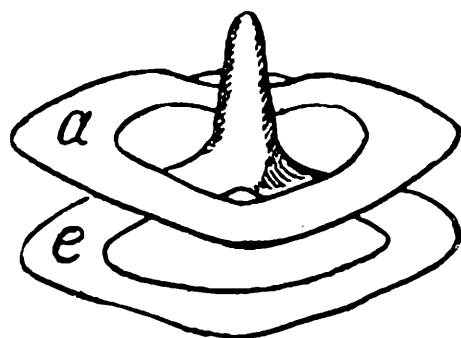
Kostra skokana, lo lopatka, r kost ramenní, lv kost lo-
kevní a vřetenní, p páteř, pn příčné výběžky obratle kří-
žového, ko kostrč, k kost kyčelní, s kost sedací, h kost
stehenní, b kost holení, pa kost patní a hlezňová, pn
kosti zanártní, pr články prstní.

a to pásmo lopatkové se
skládá z **lopatky (scapu-
la)**, **kosti klíční (clavicu-
la)** a **kosti krkavčí (cora-
coid)**. Poslední dvě na-
sedají na **kost prsní (ster-
num)**, jež je značně slo-
žitá. (Obr. 52.) Pásmo
pánevní se skládá rov-
něž ze tří párovitých
kostí: **kyčelní (os ilium)**,
sedací (os ischii) a **styd-
ké (os pubis)**. Tvarově
se pánev obojživelníků
značně liší od pánve
ssavců. (Obr. 53.)

Lebka plazů je **kostě-
ná**. Hadi vyznačují se
dlouhými kostmi čtverco-

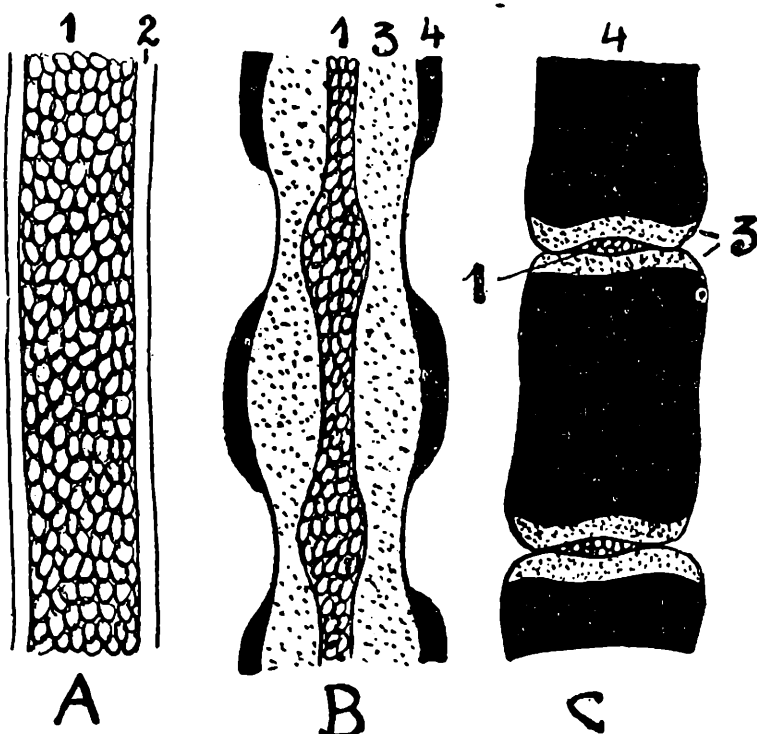
vými a kostmi čelistními. Dolní čelisti nejsou vpředu srostlé, nýbrž
spojeny pouze vazem. Na páteř je lebka připojena kloubovitě **jedi-
ným kondylem**. Prvé dva obratle jsou vytvořeny v **nosič (atlas)** a

čepovec (epistropheus) tak, že tělo nosiče je přirostlé na tělo čepovce, který se jím jako čepem vkládá do kruhovitě vytvořeného atlasu (obr. 54.). Toto uspořádání prvních dvou obratlů krčních je také u ptáků a ssavců.



Obr. 54.

Schema atlasu (a) a epistropheu (e). (Daněk Zoologie.)



Obr. 55.

Schemat. znázornění vývoje článkované páteře kostní z chordy. 1 chorda, 2 vazivová pochva, 3 chrupavka, 4 kost, A páteř se zakládá jako struna hřbetní (chorda) obalená vazivovou pochvou. B později je chorda zatlačena chrupavkou v růžencovitý útvar. Na chrupavku záhy nasedají ploténky kostní. G Kost zatlačí nakonec chordu i chrupavku. Chrupavka zbude mezi kostěnými obratly co meziobratlová ploténka, zbytek chordy tvoří uvnitř ploténky rozsolvité jádro (nucleus pulposus).

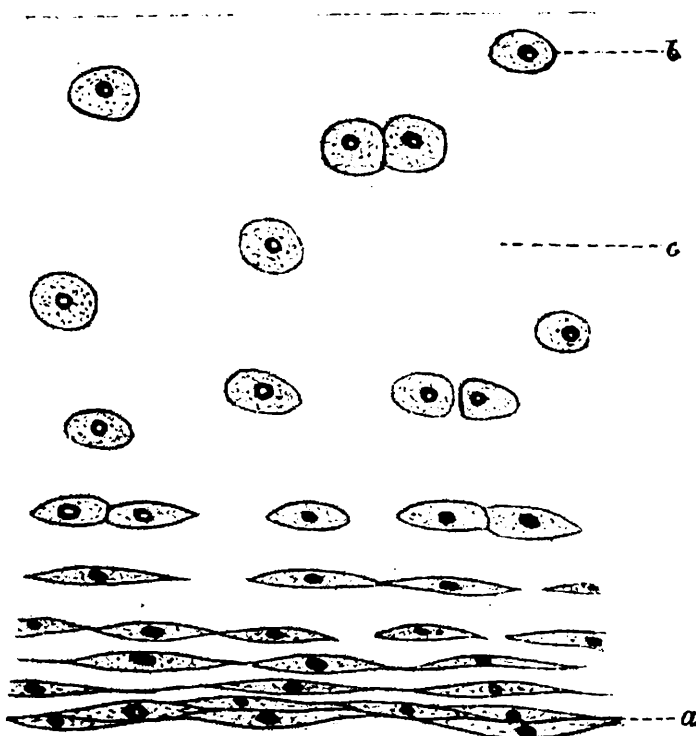


Obr. 56.

Schema buněk kostních. (Pechož Zoologie.)

Obr. 57.

Průřez chrupkou hyalinní a ochrustavice, b buňky chrupky, c hmota hyalinní.



Ptačí lebka shoduje se stavbou s lebku ještěřů. Je kostěná a kosti splývají v **celistvou** mozkovnu. S páteří artikuluje **jediným kondylem**. Páteř tu je pevnou osou těla, v níž řada obratlů vrůstá do pánve nebo srůstá vzájemně nebo konečně pevně do sebe za-

padá. Toliko četné obratle krční umožňují význačný pohyb hlavou. Lopatka je dlouhá a úzká, kosti krkavčí silné, sloupcovité, kosti klíční srůstají ve vidlici. Kost prsní je široká s kolmým hřebenem (výjimkou běžců), jež slouží k upevnění mohutných svalů hrudních (let).

Také kostra zadní okončetiny se značně liší od běžného typu. (Obrázek a výklad viz na str. 81 a 82.)

Kostru ssavců známe z popisu kostry lidské. (Zopakujte!) Chorda je u ssavců redukována na rosolovité jádro (**nucleus pulposus**) uzavřené v ploténkách meziobratlových.

Vývojový poměr chordy, chrupavkových a kostěných částí kostry je schématicky znázorněn na obr. 55.

Základem **pletiva chrupavkového** je **buňka chrupavková**, vylučující hyalinní nebo vláknitou pružnou hmotu mezibuněčnou. Na povrchu chrupavčitých celků je vazivová blána — **ochrůstavice (perichondrium)**, z jejíž buněk vznikají dělením buňky chrupavky. (Viz obr. 56.)

Základem **pletiva kostního** je **buňka kostní**, bohatě větvená ve výběžky, jimiž sousední buňky komunikují (obr. 57.). Hmotu mezibuněčná skládá se z organického osseinu, dodávajícího kosti pružnosti a z nerostných solí, jež činí kost tvrdou a křehkou. (Vyložte poměr mezi oběma substancemi u kostí mladých a starých jedinců! Popište stavbu kosti lidské!)

Systematický přehled.

A. Rostlinstvo.

Přehled povšechný:

I. Rostliny výtrusné (Sporophyta).

1. kmen: **Rostliny bezjaderné** (Akaryonta),
Bakterie (Bacteria),
Sinice (Cyanophyta).
2. kmen: **Rostliny stélkaté** (Thallophyta).
 - I. oddělení: **Řasy** (Algae),
 - II. oddělení: **Houby** (Fungi),
 - III. oddělení: **Lišejníky** (Lichenes).
3. kmen: **Mechorosty** (Bryophyta).
4. kmen: **Kaprad'orosty** (Pteridophyta).

II. Rostliny semenné (Spermophyta)

1. kmen: **Nahosemenné** (Gymnospermae)
2. kmen: **Krytosemenné** (Angiospermae)
 - I. oddělení: **Dvouděložné** (Dicotyledones),
 1. třída: **Prvoobalné** (Archichlamydeae),
 2. třída: **Srostoplátečné** (Metachlamydeae),
 - II. oddělení: **Jednoděložné** (Monocotyledones).

I. Rostliny výtrusné (Sporophyta)

(Dříve též **Tajnosnubné-Cryptogamae**).

Náleží sem **nekvetoucí rostliny**, rozmnožující se nepohlavními nebo pohlavními **výtrusy**.

1. kmen: **Rostliny bezjaderné (Acaryonta)**,
s buňkami bezjadernými. Náleží sem:

1. **Bakterie**. Rozmnožují se nepohlavně dělením. Některé tvoří též trvalé spory. Vyznačují se tvorbou enzymů, jimiž působí chemické reakce v látkách, jichž splodin užívají co potravy (kvašení, hnití). Jsou důležitým činitelem v přírodním hospodářství, rozkládající odumřelé organismy. Jsou pomocníky člověka (kvašení, asimilace vzdušného dusíku) i jeho nepřáteli (parasitické bakterie působící infekční nemoci. Bakterie: tuberkulózy, záškrtu, moru, tyfu. Bacily: tetanu, sněti slezinné a j.).

2. **Sinice** jsou jedno i vícebuněčné rostliny. Název pochází od modravého barviva. Rozmnožují se nepohlavně dělením nebo vytrvalými výtrusy. (**Drkalka**).

1. Oddělení: **Řasy (Algae)**,

mající zeleň listovou. Jsou seskupeny do 7 tříd. •

1. třída — **Řasy spájkivé (Conjugatae)**, jedno- i vícebuněčné vláknité řasy s jadernými buňkami. Rozmnožují se nepohlavním dělením nebo charakteristickou kopulací dvou stejných buněk. (Viz obr. 20.) (**Jařmátka, šroubatka**.)

2. třída — **Řasy zelené (Chlorophyceae)**. Jedno- i vícebuněčné, zpravidla čistě zelené. Rozmnožování nepohlavní děje se rejdivými sporami nebo sporami pohlavními, vznikajícími splýváním dvou stejných buněk pohlavních i velikostí rozlišených vajíček a spermatozoidů. (**Žabí vlas, vaucherie, váleč**.)

3. třída — **Řasy hnědé (Phaeophyceae)**. Většinou mořské mnohobuněčné řasy, obsahující hnědé barvivo fykophaein, jež dodává stélce tmavozeleného zabarvení. Jsou to vývojově vyspělé řasy s velkými členitými stélkami. Rozmnožují se pohlavně i nepohlavně. (**Chaluha bublinatá, hroznovice-Sargassum**.)

4. třída — **Řasy červené či ruduchy (Rhodophyceae)** jsou většinou mořské řasy, vývojově vyspělé se stélkami bohatě členitými, zabarvenými červeným barvivem fykoerythrinem. Rozmnožují se pohlavně i nepohlavně. Pohlavní rozmnožování je složité (trichogyn). (**Žabí símě obecné, puchratka kadeřavá — Chondrus crispus**).

5. třída — **Rozsivky (Diatomaceae)** jsou jednobuněčné žlutozelené řasy s ozdobnou blanou, prostoupenou kyslíčnickem křemičitým. Diatomin je barví žlutě až zahrnědlo. Množí se dělením nebo spájením. Fossilní rozsivky tvoří brusířské břidlice.

6. třída — **Parožnatky (Charophyceae)** jsou mnohobuněčné zelené řasy o složité stélce. Rozmnožování pohlavní děje se pomocí orgánů velmi složitých. (**Parožnatka křehká**.)

II. Oddělení: **H o u b y**,

nemající zeleně listové, proto saprofytují nebo parazitují. Náleží sem jedno- i mnohobuněčné rostliny s nepravými pletivy. U vyšších hub se stélka člení na **podhoubí (mycelium)**, klíčící z výtrusů, a **plodnici**, vyrůstající na podhoubí. Rozmnožování je většinou nepohlavní několika typy výtrusů. Člení se na 4 třídy:

1. třída — **H l e n k y (Myxomycetes)**. Ve vegetačním stadiu tvoří mnohoaderný shluk protoplasmový **(plasmodium)**. V plodnicích, jež jsou často ozdobných tvarů, tvoří se nepohlavní výtrusy. Parazitují i saprofytují. (**Hlízotvorka - Plasmodiophora brassicae.**)

2. třída — **P l í s n ě (Phycomycetes)**. Jedno- i vícebuněčné houby vláknitého tvaru barvy zpravidla bělavé. Saprofytují i parazitují. Množí se nepohlavními výtrusy i pohlavním spájením vláken nebo tvořením výtrusů vaječných. Plísně ničí potraviny (**plesnivění, plíseň hlavičková**), působí nebezpečnou **hnilobou brambor (plíseň bramborová)**, škodí na zeleninách i jiných kulturních i divokých rostlinách (**plíseň bělostná** na kokošce). Některé parazitují nebezpečně na vodních živočiších (rybách, racích). **Plíseň muší** hubí **mouchy**. Jiné působí zkvašování, čehož se i využívá v kvasném průmyslu. Jeden druh plísně r. **Penicillium** poskytuje léčivo penicillin.

3. třída — **H o u b y v ř e c k a t é (Ascomycetes)** jsou mnohobuněčné, výjimkou jednobuněčné (**kvasinky**), s charakteristickým nepohlavním tvořením výtrusů ve **vřeckách**. 4 nebo 8 výtrusů — **ascospor** — tvoří se mitotickým dělením jádra ve vřecku. Podle tvaru plodnic se dělí na 1. **kvasinky (Saccharomycetes)**, jednobuněčné, množící se **pučením** nebo tvořením spor v buňkách. (**Kvasinka pивní, kvasinka vinná**). 2. **terčoplodé (Discomycetes)** s kalíškovou plodnicí (**kušřepkovité**) nebo s dužnatou hlavatou plodnicí (**chřapáčovitě**). 3. **tvrdohouby (paličkovice nachová)**. 4. **lanýžovitě (Turberaceae)** s podzemními hlízovitými plodnicemi s vřecíky o 4 sporách. 5. **Exoascinae**. Podhoubí proniká pletiva rostlin, vřecíka se tvoří na povrchu napadených orgánů (**bouchořec švestkový**).

Hospodářsky jsou důležité kvasinky (zkvašování alkoholických nápojů, kynutí těsta). Mnohé tvrdohouby ničí kulturní rostliny (paličkovice). Exoascinae parazitují na rostlinách, znetvořují je (čarověníky, bouchoře). Nebezpečné jsou některé druhy padlí (padlí révové). Jedlé jsou některé terčoplodé a lanýžovitě.

4. třída — **H o u b y s t o p k o v ý t r u s n é (Basidiomycetes)**. Náleží sem houby mnohobuněčné rozličného vzhledu. Rozmnožují se výhradně nepohlavními výtrusy, jež vznikají na stopkách zvláštních buněk — **basidií**. Náleží sem 1. **sněží (Ustilagineae)**, jež jsou nebezpečnými parazity mnohých kulturních rostlin (**sněží obilná, mazlavá**). 2. **rezy (Uredineae)**, rovněž rostlinní paraziti. Plodné stadium se jeví jako rezavé skvrny na rostlinách. (**Rez obilná, prášilka pryšcová**). 3. **houby rouškaté (Hymenomycetes)** mají vláknité podhoubí a plodnici charakteristického tvaru kloboučkovitého nebo keříčkovitého. Basidie tvoří souvislou vrstvu či **rouško** na lupenech (**h. bedlovité — muchomůrka**), rourkách (**h. chorošovitě — choroš, hřib**), na kuželovitých útvech (**lošákovité**) nebo na keříčkových plodnicích (**kuřátkovitě**). 4. **houby břichatkovité** mají plodnice kulovité s basidiemi uvnitř. (**Pýchavka, prášivka, hadovka**.) Mnohé ze stopkovýtusných jsou jedlé, jsou mezi nimi však i prudce jedovatě.

III. oddělení: **L i š e j n í k y**,

představují soužití houby s řasou. Jsou tedy bytostmi dvojitými. Houba dodává řase anorganické živiny, čerpané z podkladu, řasa asimiluje a část asimilátů předává houbě. Houby lišejníkové patří

převážně do skupiny vřeckatých. Z jejich výtrusů vznikne jen tehdy lišejník, naleznou-li při klíčení řasu. Výhodnější způsob rozmnožování děje se **sorediemi**, v nichž nevelká kolonie řas je opředena vlákny houbovými. Na stromech škodí, na skalách jsou průkopníky života. Dle tvaru stélek dělíme je na 1. **lišejníky se stélkou křovitou (dutohlávky)**, 2. **lišejníky lupenité (terčovka)** a 3. **lišejníky korovité (l. zeměpisný)**.

3. kmen: **Mechorosty (Bryophyta)**.

U mechorostů střídají se dvě generace — **haploidní gametofyt** (prokel a listnatá lodyžka) a **diploidní sporofyt** (sporogon). Gametofyt je generací trvalou, sporofyt dočasnou. O rozmnožování pohlavním viz kapitulu »Doklady z biologie« str. 79. Vyskytuje se též rozmnožování nepohlavní.

1. třída — **Játrovky (Hepaticae)**. Liší se od mechů nedostatkem prokelu. Stélka se větví dichotomicky, nedokonalý sporogon obsahuje krom výtrusů **mrštníky**. Podle tvaru stélek se dělí na 1. **játrovky lupenité (porostnice mnohotvará)** a 2. **keříčkovité (jungermannie dvojzubá)**.

2. třída — **Mechy (Musci)**. Lodyžka se větví monopodialně, sporogon neobsahuje mrštníků. Dělí se na 1. **rašeliníky**, přizpůsobené anatomicky k životu na bažinách. Sporogon je kulovitý s nepatrným štětem, zapuštěným do **pastopěčky**. Jsou hlavní součástí rašelinišť. 2. **mechy prutíkovité** mají sporogon složitě organisovaný s dlouhým štětem. Sporogon vyrůstá buď na konci lodyžky (**m. vrchoplodé — ploník**) nebo po stranách lodyžky (**m. bokoplodé**). Užitek mechů spočívá hlavně v tom, že udržují ve svých polštářích vlhkost, kterou zvolna vydávají, regulujíce tak částečně vlhkost lesa.

4. kmen: **Kaprad'orosty či tajnosrubné cévnaté (Pteridophyta, Cryptogamae vasculares)**.

Gametofyt (prvoklíček-prothalamium) je generací nízce organisovanou a dočasnou. Převládá sporofyt, jenž je rozčleněn v lodyhu a listy. Má svazky cévní a pravé průduchy.

1. třída — **Kapradinovitě (Filicinae)** tvoří výtrusy jednoho druhu (**k. stejnovýtrusné — kaprad' samec, osladič**) nebo dvojího druhu (**k. různovýtrusné — salvinie**).

2. třída — **Přesličky (Equisetinae)**. Gametofyt dvoudomý, keříčkovitý, sporofyt dutý, článkovaný, nesoucí na konci klas šestibokých sporofylů s váčkovitými výtrusnicemi. Výtrusy jsou opatřeny 4 mrštníky. (**Přeslička, rolní, lesní, mokřadní**.)

3. třída — **Plavuně (Lycopodinae)**. Gametofyt hlízovitý nebo červíkovitý, sporofyt dichotomicky se větvící. Sporofyly v klásku s jedinou výtrusnicí. Člení se na řady: a) **plavuně**, b) **vranečky**, c) **šídlatky**.

V současné době mají kaprad'orosty neznačný význam praktický (přeslička rolní je plevel, salvinie je rostlinou aquarijní, některé kapradiny jsou rostlinami ozdobnými). Na vegetačním porostu země účastní se nepatrně.

II. Rostliny **semenné** či **jevnosnubné** (**Spermophyta, Phanerogamae**).

Gametofyt je silně redukován a výživou je zcela odvislý od sporofytu, který je význačně rozlišen morfologicky i anatomicky. (Kořen — stonk — list.) Větví se monopodialně nebo sympodialně a až na jednoděložné roste do šířky **kambiálním válcem**. Sporofyty tvoří charakteristické celky — **květy**. Semena jsou v podstatě odpočívající embrya, vybavená rezervními látkami vně nebo uvnitř (v dělohách). Proti ztrátě vody a mechanickým úrazům jsou semena chráněna obaly.

Dle uložení vajíček a jiných znaků morfologických i anatomických dělí se rostliny semenné na dva kmeny:

1. kmen: **Nahosemenné (Gymnospermae)**.

Vajíčka vznikají na plodolistech bez semeníkového obalu. Počet děloh kolísá. Květy jsou různopohlavné, sestavené do hrozovitých květenství. Bílek se tvoří před oplozením. Dřevní část obsahuje **tracheidy**.

1. třída — **Cykasovité (Cycadinae)**. Stromy podobné sestavením i tvarem listů kapradinám. Jsou dvoudomé s mikrosporofyly šupinovitými. Spermatozoidy jsou brvité. [**Cycas**].

2. třída — **Jehličnaté (Coniferae)**. Stromy i keře s listy často na zkrácených větévkách. Listy většinou jehlicovité, zpravidla vytrvalé s pryskyřičnými kanálky. Květy jedno- i dvoudomé, mikrosporofyly tyčinkovité, zpravidla se dvěma prašníky. Květy samičí tvoří obvykle šisticovitá květenství. Plody jsou suché (šišky) i dužnaté (bobule jalovce a tisů).

2. kmen: **Krytosemenné - Angiospermae**.

Vajíčka jsou skryta v obalech, tvořených makrosporofyly (pestík). Bílek se tvoří až po oplození. Část dřevní obsahuje trachee. Dle počtu děloh a jiných znaků morfologických a anatomických dělí se na:

I. Oddělení: **Dvouděložné (Dicotyledones)**.

Embryo má dvě dělohy. Osa tloustne kambiálním válcem, na němž jsou rozděleny do kruhu svazky cévní. Nervatura listů je šířovitá.

1. třída: **Prvoobalné (Archichlamydeae)**. Obaly květní chybí úplně, nebo jsou nevelké u podtřídy **jednoobalných (Monochlamydeae)**. Podtřída **Dvouobalných (Dialypetalae)** má dva obaly (kalich a korunu) zpravidla velké, úhledných barev i nápadných tvarů. Plátky obalů květních jsou volné.

Podtřída: **Jednoobalné (Monochlamydeae)**. Jak otisky, tak znaky morfologické ukazují, že je to skupina velmi stará. Její původ klademe do doby, kdy nebylo hmyzu k opylování. Patří sem totiž čeledi rostlin větroprašných. (Jehnědovité a j.).

Podtřída: **Dvouobalné (Dialypetalae)** je mladší než předešlá. Potvrzují to opět geologické nálezy, studium srovnávací morfologie i biologie (opylování).

2. třída: **Srostoplátečné - Sympetalae**. Srostoplátečné jsou mnohem mladší než prvoobalné, pro což svědčí jak nálezy geologické, tak znaky morfologické. Srostoplátečnou korunu dlužno považovati za zjev druhotný. Vedle srostoplátečné koruny vyznačují se jednoobalným vajíčkem oproti dvouobalnému vajíčku prvoobalných.

II. Oddělení: **Jednoděložné (Monocotyledones)**.

Embryo je jednoděložné. Hlavní kořen zakrňuje, jsou záhy nahrazen kořeny vedlejšími. V ose jsou svazky cévní rozptýleny. Kambiónní válec chybí. Listy mají zpravidla nervaturu souběžnou. Květ je stavěn dle čísla 3.

Jednoděložné jsou rovněž mladým typem. Příbuzenské vztahy jeví k Prvoobalným.

Přehled soustavy živočišné.

A. **Jednobuněční.**

I. kmen: **Prvoci — Protozoa.**

Tělo je tvořeno jedinou buňkou zpravidla mikroskopické velikosti. Tvar je buď neurčitý (měňavka) nebo určený vnitřní nebo povrchovou kostrou z uhličitanu vápenatého nebo kysličníku křemičitého. Pohybují se pomocí pseudopodií, brv a bičíků. Potravu přijímají celým povrchem těla nebo na určitých místech (cytostom u nálevníků). Exkrečními orgány jsou kontraktilní vakuoly. Rozmnožování děje se pučením, dělením, sporulací. Pohlavní spočívá v trvalém spojení dvou jedinců (kopulace) nebo v dočasném spojení (konjugace), při čemž se vymění určité části jádra. Dle způsobu pohybu a jiných znaků člení se na 4 třídy:

1. třída: **Kořenonožci (Rhizopoda)** pohybují se pomocí pseudopodií. Neurčitý tvar těla mají příslušníci řádu **Měňavek**. Kulovitý tvar těla s kostrou křemitou má řád **Slunivek** a **Mřížovců**. Vnější chitinosní kostru impregnovanou uhličitánem vápenatým má řád **Dirkonožců (šfítek, kulovinka, peníze)**.

2. třída: **Bičíkovci (Flagellata)** pohybují se pomocí bičíku. Někteří, již obsahují chlorofyl, jsou někdy počítáni též mezi řasy (**váleč, krásnoočko**). Spavou nemoc člověka a naganu zvířat působí **trypanosoma**. (Přenáší moucha tse-tse). Syfilis či příjici působí **Spirochaete pallida**.

3. třída: **Hromadinky** či **Výtrusníci (Sporozoa)** jsou paraziti, střídající hostitele. Pohybových orgánů zpravidla nemají. Význačným rozmnožováním je sporulace. Vývoj se děje často složitou proměnou. **Plasmodium malariae** působí **malarii**. Hostiteli jsou člověk a komár r. Anopheles.

4. třída: **Nálevníci (Infusoria)** jsou tvarově nejdokonalejší prvoci, pohybující se pomocí brv. Buňka obsahuje dvě jádra, menší pohlavní a větší vegetativní. Rozmnožování děje se složitou konjugací (str. 58). Zástupci jsou **vířenka, treпка a mrskavka**.

B. **Mnohobuněční (Metazoa).**

II. kmen: **Láčkovci - Coelenterata.**

Tělo je tvořeno toliko dvěma zárodečnými lupeny — ektoblastem a entoblastem, uzavírajícími dutinu tělní — coelenteron. Souměrnost těla je radiální. Množí se nepohlavně pučením i pohlavně. Častá je rodozměna. Člení se na dvě skupiny:

a) **Houby (Spongiae)** mají zpravidla bohatě členěný gastro-vasculární systém, jehož komůrky jsou opatřeny bičíkovitými buňkami. Jsou přisedlí, přijímajíce vodu i potravu póry těla; vodu vyvrhují jediným nebo četnými otvory. Nemají nervů, svalů, smyslových orgánů a oproti další skupině postrádají žahavých buněk. Tvar často masivního těla je udržován kostrou, dle níž je dělíme na 1. **houby vápenité**, 2. **křemičité (venušin koš, houby sladkovodní)** a 3. **rohovité (houba mycí)**.

b) **Žahavci (Cnidaria)** vyznačují se žahavými (řidčeji lep-kavými) buňkami. Někteří mají charakteristickou rodozměnu (přisedlý nepohlavní polyp — volně pohyblivá pohlavní medusa). Tělo je vybaveno svaly, má soustavu nervovou rozptýlenou nebo kruhovitě uspořádanou, orgány smyslové (jednoduché oči a statocysty).

Člení se na 4 třídy:

1. třída: **Žahavci nezmarovití (Hydrozoa)** mají, až na zástupce sladkovodní, rodozměnu. Polypi tvoří zpravidla kolonie. Medusy pučí po straně polypů, jsou malé, opatřené plovacím závojem (velem). Sladkovodní rod **nezmarů (Hydra)** vyniká velkou regenerací. Mořští **trubýši** tvoří volně plovoucí kolonie s individuy přizpůsobenými k různým funkcím. Sem počítáme také vymřelé **graptolity**.

2. třída: **Žahavci pohárkovití (Scyphozoa)**. Medusy odčleňují se na povrchu polypa a nemají závoje. (**Medusa ušatá**.)

3. třída: **Polypi korálovití (Anthozoa)**. Medusa chybí. Tělo je rozčleněno přepážkami v komůrky. Přisedlí, ve velikých koloniích žijící **koráli**, budují svými vápenitými kostrami korálové útesy nebo kruhovitě atoly. (**Korál červený**.) Vápenité kostry postrádají **sasanky**, masivní polypi nádherných barev. (**Sasanka koňská**.)

4. třída: **Žebernačky (Ctenophora)**, tvorové o jemném těle bez buněk žahavých. Žijí v moři.

III. kmen: **Červi — Vermes.**

Jsou nejnižší skupinou coelomát, t. j. tvorů s třetím zárodečným lupenem — mesoblastem, uzavírajícím druhotnou dutinu tělní-coelom. — U nižších červů ještě coelom chybí. Jsou bilaterálně sou-

měrní. Bohatě vyvinuté svalstvo umožňuje charakteristický červovitý pohyb. Nervová soustava je řebříkovitá. Ze smyslových orgánů vyskytují se tu oči, hmatová ústrojí, zřídka statocysty, čichové i chuťové orgány. Vyměšovacími orgány jsou u nižších pronefridie, u vyšších nefridie. Cévy jsou u některých červů vyvinuty, u jiných chybí. Rozmnožování je nepohlavní i pohlavní. Nepohlavní je zastoupeno dělením a pučením. U parazitických červů (motolice) vyskytuje se též heterogonie, t. j. střídají se generace, z nichž některé se množí partenogeneticky. Vývoj mnohých červů děje se metamorfosou. Základním typem larvy je trochofora nápadně shodná s vířníky a podobná larvě měkkýšů. Červi se člení na 3 třídy:

1. třída: **Hlísti ploší (Plathelminthes)** mají tělo zploštělé. Představují vývojově nejnižší červy, jimž chybí coelom. Vyměšují pronefridiemi. Nervová soustava je jednoduchá, skládající se ze dvou ganglií, umístěných na předě tělní; od nich se táhnou po stranách těla dvě nervové větve. (T. VI. 2.) Jsou hermafroditi. Dělí se na tři řady. 1. Ploštěnky (Turbellaria). 2. Motolice (Trematodes). 3. Tasemnice (Cestodes).

2. třída: **Hlísti oblé (Nemathelminthes)** mají tělo oblé, nečlánkované, bohatým svalstvem vybavené. Pohlaví je oddělené. Zahrnují většinou parazity rostlinné i živočišné. Význačnými skupinami jsou 1. Háďátka, 2. Škravky, 3. Trichiny.

3. třída: **Červi vyšší (Coelhelminthes)** mají coelom. Článkování je vnější i vnitřní, postihující soustavu cévní, nervovou, vyměšovací (nefridie), částečně i pohlavní. Vývoj u suchozemských i sladkovodních probíhá jednoduše, u mořských přes larvu. Rozmnožování nepohlavní spočívá v dorůstání zadních článků v nová individua. Význačnou skupinou jsou červi kroužkovití (Annelida).

IV. kmen. Ostnokožci-Echinodermata.

Skupina o radiálně pětičetné souměrnosti. Souměrnost se týká také 1. ambulakrálního systému vodních kanálků, sloužících k pohybu, 2. soustavy nervové, 3. soustavy cévní, 4. soustavy pohlavní, 5. vápenité podkožní kostry, opatřené ostny. Rozmnožování je pohlavní a s proměnou. Larvy jsou bilaterálně souměrné.

Ostnokožci jsou živočichové mořští a člení se na 5 tříd:

1. třída: **Hvězdice (Asteroidea)** mají tělo s pěti širokými rameny, vyplněnými pěti jaterními výběžky žaludku. (**Hvězdice mořská.**)

2. třída: **Hádice (Ophiuroidea)** mají pět tenkých dlouhých pohyblivých ramen bez vnitřností.

3. třída: **Ježovky (Echinoidea)** jsou kulovitá zvířata bez ramen, vybavená souvislým podkožním vápenitým pancířem a vápenitými hroty.

4. třída: **Sumýši (Holothurioidea)** mají tělo válcovité, vybavené četnými rameny kolem úst. Skelet je rudimentární. Některé z nich slouží v oblasti malajské a v Číně za potravu (»trepang«).

5. třída: **Liliice (Crinoidea)**. Zvonovité tělo je opatřeno rozvětvenými rameny. Tělo spočívá trvale nebo dočasně na dlouhém stvolu.

V. kmen: Měkkýši — Mollusca.

Měkké tělo má oporu buď ve vnějším vápenitém pouzdře nebo ve vnitřním vápenitém skeletu (**sepie**). Coelon je druhotně potlačen. Na těle lze zpravidla rozeznati hlavu, trup, nohu a plášť. Vodní měkkýši dýchají zvláštními přívěsky kůže — žábrami, suchozemští »plícemi«, t. j. vaky, vzniklými zachlípáním kůže pláště. Soustava nervová má tři páry ganglií — hlavový (inervuje oči a tykadla), nožní (inervuje statocysty), útrobní. Ganglia jsou navzájem spojena a u různých skupin různě modifikována. Soustava cévní je složena ze srdce o jedné komoře a zpravidla dvou předsíní a z cévních kanálků a dutin. Je otevřená. Soustava zažívací je složitá. V ústech je jazyk, potažený chitinovou drsnou destičkou ke krouhání potravy (radula); tamtéž ústí slinné žlázy. Za jícnem následuje žaludek a střev, do něhož ústí vývody jater. (Soustavu zažívací hlemýžďe viz na T. III. 5.) Měkkýši jsou hermafroditi i pohlaví odděleného. Pohlavní aparát je velmi složitý. Vývoj se děje bez proměny i s proměnou. Larva upomíná na trochoforu červů. Zástupci měkkýšů sahají až do počátku prvohor. Dělí se na 4 třídy:

1. třída: **Chroustnatky (Amphineura)** jsou primitivní mořští měkkýši. Soustava nervová upomíná na červy. Tělo kryje štít složený z osmi vápenitých destiček.

2. třída: **Mlži (Lamellibranchiata)** mají vývoj nepřímý. Bilaterální souměrnost sleduje párovitý záhyb pláště, dvojitá lastura, párovité orgány vyměšovací a pohlavní. Srdce má dvě předsíně. Dýchají dvěma páry lupenitých žaber. Vývoj se děje proměnou (larvy sladkovodních jsou glochidie). Náleží sem **škeble**, **velevrubové (perlonosný)**, **perlorodky (pravá)**. Jedlé jsou **slávky** a **ústřice**.

3. třída: **Břichonožci (Gastropoda)**. Tělo je rozčleněno v plášť, trup, hlavu a nohu. Ušitá je zpravidla spirálovitě vinutá. Dýchají žábrami a »plícemi«. Vývoj je přímý i s proměnou. Mezi **plže plícnaté** náleží: **hlemýžďi**, **slimáci** (bez ulit), **plovatky** a **okružáci**. **Žabernatí** jsou: **bahenka**, **zavinutci**, **ostranky**, **nachovci** a j.

4. třída: **Hlavonožci (Cephalopoda)**. Hlava je opatřena rameny s přísavkami, noha zakrnělá. Oči jsou velmi složité. Plášť tvoří dutinu, v níž jsou 2—4 žáby a kam ústí soustava zažívací, váček se sepiovým barvivem a řiť. Pohybují se pomocí ramen a vystřikováním vody t. zv. stříkací nohou z dutiny plášťové. Náleží sem **sepie**, **loděnka**, **chobotnice**, z vymřelých velicí **ammoniti**, **belemniti**, **orthoceras** a j.

Do příbuzenstva měkkýšů náleží **mechovky** a **ramenonožci**, druhdy bohatá a hojně rozšířená skupina.

VI. kmen: Členovci — Arthropoda.

Členovci se vyznačují vnější i vnitřní členitostí, jež se liší od segmentace červů kroužkovitých tím, že články nejsou homonomní a končetiny jsou článkované. Vnější segmentace umožňuje živočichům, uzavřeným jinak v chitinovém pacíři, pohyb. Původně každý článek měl po páru okončetin; některé z nich přijaly jinou funkci

(tykadla, kusadla, kusadlové nožky), u řady členovců na některých článcích zcela vymizely (zadek hmyzu). Vnitřní členitost postihuje soustavu nervovou, jež je v podstatě řebříkovitá, soustavu cévní a sice srdce, ústrojí vyměšovací a soustavu dýchací, pokud je tracheální. Na těle lze zpravidla rozeznati tři celky: hlavu (cephalon), hrud' (thorax) a zadek (abdomen). První nese většinu orgánů smyslových a ústrojí k rozměňování potravy, druhá je opatřena orgány lokomočními, třetí je zpravidla bez končetin.

Ze smyslových orgánů vynikají jednoduché nebo složené oči, orgány čichové a chuťové, umístěné na tykadlech a makadlech. Vodní členovci dýchají žaberními přívěsky, suchozemští vzdušnicemi. Rozličné jsou orgány vyměšovací. Výjimečně (drápkovci) jsou jimi nefridie. U korýšů jsou to t. zv. antenální žlázy, u hmyzu a stonožek žlázy malpighické. Pohlaví jsou zpravidla odděleného, nezářídka se vyskytuje pohlavní dimorfie (samci jsou odlišeni od samic). Vajíčka se rýhují superficiálně. Metamorfosa je rozšířena téměř obecně. Vyskytuje se též parthenogenese a pedogenese.

1. třída: **Korýši (Crustacea)** mají chitínový pancíř, impregnovaný uhlíčanem vápenatým, nohy jsou rozštěpeny, tykadla ve dvou párech. Žábry jsou umístěny na nohou. Z orgánů smyslových jsou dobře vyvinuty oči a orgány statické. Vývoj se děje metamorfosou. Larva u nižších se nazývá nauplius, u vyšších zoea. Mezi nižší korýše náleží **buchanky**, **perloočky** (potrava ryb), **žabronožka** a vymřelí **trilobiti**, k vyšším náleží na př. **svínky** a řád **korýšů desetinohých** s **rakem říčním** a s mořskými **kraby**, **homarem** a **langustou**.

Přechodným tvorem od korýšů k pavoukovitým je **ostrorep (Limulus)**.

Stonožky, hmyz a pavoukovití dýchají vzdušnicemi, pročež jsou zahrnováni do podkmene — **Tracheata**. Oproti korýšům mají nerozštěpené, jednoduché okončetiny a jediný pár tykadel.

2. třída: **Drápkovci (Protracheata)** jsou zjevným přechodem od červů k stonožkám. Mají nefridie, dýchají však tracheami. Nohy jsou nezřetelně článkovány. Některé znaky (nečlánkované tělo, úprava soustavy nervové) poukazují na příbuznost s hlísty plochými. Systematické zařazení je nejisté.

3. třída: **Stonožky (Myriapoda)**. Články splývají pouze v přední části těla v hlavu. Ostatní zachovávají svou samostatnost, nesplývajíce v hrud' a zadeček. Téměř všechny nesou článkované okončetiny. Vybavení úst, řebříkovitá soustava nervová, srdce a ostatní otevřená soustava cévní, žlázy malpighické dokazují příslušnost k členovcům. U některých stonožek splývají vně vždy dva segmenty v jediný. Ústrojí ústní je jednoduché a slouží buď k přijímání potravy rostlinné (**mnohonožky**) nebo živočišné (**stonožky**).

4. třída: **Hmyz (Hexapoda)**. Články tělní srůstají v hlavu, hrud' a zadeček. Ústa jsou vybavena 4 částmi. (Mezi nepárovým horním a spodním pyskem, který vznikl přeměnou třetího páru ústrojí ústních, se pohybují párovité žuchvy a čelisti.) Tyto základní části jsou však tvarově velmi zrůzněny podle způsobu přijímání potravy (ústrojí kousavé, ssavé, lízavé, bodavé). Složitá je soustava zažívací (popis str. 51—53, obrázek T. VI., 7., 8.). Na řebříkovité soustavě nervové jeví se snaha po zjednodušení stažením břišních ganglií ve větší celky. U vodních hmyzů jsou trachee modifikovány na lupenitě tracheální žábry. Parthenogenese vyskytuje se u mšic. Podle způsobu proměny dělíme hmyz na 1. h.

s proměnou úplnou (vajíčko — larva — kukla — imago), 2. h. s proměnou neúplnou (vajíčko — larva — imago), 3. h. bez proměny (vajíčko — imago). (Doplňte si příklady!)

Hmyz tvoří velikou, systematicky bohatě rozčleněnou skupinu. Studium života hmyzu, zejména hmyzu společenského, zjevuje nám mnoho zajímavého.

5. třída: **Pavoukovití (Arachnoidea)** mají tělo složeno z hlavohruď (cephalothorax) a zadečku (abdomen). Na zadečku končetiny chybí nebo jsou přeměněny (hřebínky štírů, snovací bradavky pavouků). Na hlavohruď jsou 2 páry kusadel a 4 páry nohou. Řebříčkovitá soustava nervová je silně stažena (T. VI., 9.). Očí jednoduchých je zpravidla více. Dýchají vzdušnicemi a »plícemi«. Hermafroditismus je vzácný. Také metamorfosa je řídkým zjevem. Dělí se na: 1. Pavouky, 2. Solpugy a štíry, 3. Klíšfata a roztoče.

VII. kmen: Pláštěnci - Tunicata.

Tvorové významní pro pochopení vývoje tvorstva, neboť ve svém larválním stadiu tvoří přechod mezi bezobratlými a obratlovci, navazující velmi těsně na bezlebečné. Larvy (viz obr. 30.) mají chordu (tvoří s obratlovci skupinu Chordonia), nervovou trubici vzniklou vchlípením hřbetní části ektoblastu. Dospělí tvorové stojí vývojově níže (vývojová regrese). Z anatomie dospělých tvorů je pozoruhodný jícen (branchiální či žaberní vak), jenž tu po prvé slouží též jako orgán dýchací — žábry. Název kmene pochází od vnějšího obalu celulosové povahy (pláště), vyloučeného pokožkovými buňkami, dělí se na přisedlé **sumky** a volně pohyblivé **salpy**.

VIII. kmen: Bezlebeční - Acrania.

Zástupcem je r. **Amphioxus** (kopinatec) (obr. str. 82), vývojově opět velmi důležitý, neboť tvoří přechod mezi pláštěnci a obratlovci a bývá někdy přímo k obratlovcům počítán. Počáteční stadia vývojová souhlasí s vývojovými stadii obratlovců. (viz T. I. 9.—3.) Vývoj se však zastaví na nečláňkované chordě a jednoduché míše. Svalstvo je segmentováno, náznak to vnitřní segmentace obratlovců. Dýchá opět žaberním vakem, proděravěným to jícnem. Uspořádání žaberních štěrbin ve dvou bočních řadách upomíná na podobné uspořádání u ryb. Kopinatec nemá končetin, lebky, mozku a zřetelného srdce.

IX. kmen: Obratlovci - Vertebrata.

Vyznačují se řadou charakteristických znaků, jež je výrazně odlišují od kmenů předchozích, jmenovitě od kmenů I.—VI. S červy je sice poji článkované tělo, avšak u obratlovců je to článkování pouze vnitřní, sledované svalstvem (což je však namnoze patrné pouze při ontogenetickém vývoji), páteří a nervstvem. Počáteční vývojová stadia v podstatných znacích souhlasí s vývojem pláštěnců a bezlebečných. Další stadia však přivodí výraznou svéráznost obratlovčího těla. Vně se vytvoří končetiny, vysoké dokonalosti dostoupí orgány smyslové, základ míchy se záhy dělí ve dvě charak-

teristické části, v složitý mozek a vlastní míchu, chorda je zatlačena chrupavčitou a později zpravidla kostěnou páteří. Orgány dýchací u nižších obratlovců žijících ve vodě (ryby a larvy obojživelníků) jsou žábry stejného původu jako u pláštěnců a kopinatce; počet šterbin se umenšuje, tvarově a funkcionálně se však zdokonalují. Plíce suchozemských vznikají rovněž vychlípením jícnu. Dle orgánů dýchacích řídí se i úprava soustavy cévní. Mozek, jakož i nutná podpora okončin vyžadují složitou kostru. Vyměšování slouží ledviny. Kmen obratlovců rozpadá se na 6 tříd:

1. třída: **Kruhoústí (Cyclostomata)** nemají těla ještě vně rozlišeného v celky: hlavu, trup, ocas. Tvar těla je válcovitý, párovité okončetiny chybí. Pohybují se nepárovými ploutvičkami. Hřbetem táhne se jednotná chrupavčitá trubice, uzavírající chordu a míchu. Jednoduchý mozek je rovněž chráněn chrupavčitou schránkou. Žaberní ústrojí ústí vně 7 páry otvorů ve dvou postranních řadách. V ostatní organizaci se blíží rybám. Rýhování vajíček je úplné, vývoj probíhá stadiem larvy. Náleží sem mihule říční a mořská (cizopasí na rybách; maso je jedlé).

2. třída. **Ryby (Pisces)**. Lze rozlišiti hlavu, trup a ocas. Krom nepárových ploutví mají ploutve párovité (hrudní a břišní), homologické s okončinami ostatních obratlovců. Kůže nerohovatí. Kostra je chrupavčitá nebo kostěná. (O kostře viz na str. 106, o mozku na str. 92.) K udržení rovnováhy ve vodě slouží měchýř, vzniklý vychlípením jícnu (homologie plic). Srdce má jedinou předsíň a komoru. Oběh krevní je jednoduchý, teplota krevní je proměnlivá. Vajíčka (jikry) jsou oplozována vně těla (při »tření«) a rýhují se většinou diskoidálně. Ryby členíme na: 1. žralokovité, 2. skelnošupinaté, 3. kostnaté, 4. dvojdyšné.

3. třída: **Obojživelníci (Amphibia)**. U této třídy dochází k význačnému přizpůsobení k životu suchozemskému. Ploutve se mění v pětiprstou okončetinu. Kostěné vyztužení oblouků žaberních, jež zde ztrácejí svoji funkci, se redukuje a mění. (Viz str. 106.) Ježto larvy dýchají zábrami a dospělí plícemi, mění se během vývoje také soustava cévní. Jednoduchý oběh mění se ve složený. Srdce má jedinou komoru, avšak dvě předsíně. Vydatné je také dýchání kožní. (Kůže nerohovatí!) Krev jeví teplotu proměnlivou. Oči jsou chráněny víčky, nos slouží nejen co orgán čichový, nýbrž čichové jamky jsou spojeny s hrtanem, takže tudý prochází vzduch do plic. Soustava zažívací, vyměšovací a vývody žláz po hlavních ústí do společné kloaky. Zuby jsou na čelistech i na patře narostlé.

Vývoj probíhá typickou metamorfosou.

U nás jsou v současné době zastoupeni dvěma řády. 1. Obojživelníci ocasatí či mloci (Urodela): **mlok, čolek, macarát**. 2. O. bez ocasu (Anura): **Skokani, kuňky, ropuchy, rosničky**. V tropech žijí 3. Červoiři červovitého

těla bez okončetin. Od karbonu do triasu žili 4. Krytolebci (Stegoccephali).

4. třída: **Plazi (Reptilia)** vykazují další zdokonalení v přizpůsobení životu suchozemskému. Zrohovatělá část pokožky (stratum corneum) chrání tělo před přílišnou ztrátou vody vypařováním. Kůže je zvrásněná v šupiny a každoročně se vyměňuje v celku nebo po kusech. O kostře a orgánech dýchacích bylo již pojednáno (str. 108). Srdce má dvě předsíně a dvě komory, jež jsou však toliko u krokodilů dokonaleji (ač ne úplně) přepaženy. Teplota krevní je proměnlivá. Zuby jsou narostlé, toliko u krokodilů jsou vrostlé do čelisti. Vývoj je přímý. Plazi kladou vejce, zřídka jsou živorodí. Vajíčko, oplozované v těle, dělí se parciálně. Dělí se na: 1. plaze šupinaté (ještěři, hadi), 2. krokodily, 3. želvy.

5. třída: **Ptáci (Aves)**. Charakteristickým zevním znakem je peří, přeměna přední okončetiny k letu, úprava »běháku« a zobák. O kostře a soustavě zažívací viz str. 109, 52. Plíce vybíhají v četné vaky spojené s dutinami kostí. Průdušnice má ústroj zvukový — syrinx. Přepážka komor je úplná, krev má teplotu stálou. Oči mají víčka a mžurku. V kouli oční je podpůrný kostěný prstěnek. Zrak je znamenitý, čich slabý.

6. třída: **Ssavci (Mammalia)** mají tělo pokryté srstí (jarní línání), kůži opatřenou žlazami (mazové, potní, mléčné). Chrup je zpravidla dvojitý (mléčný a trvalý), zuby jsou rozlišeny v řezáky, špičáky, zuby třenovní a stoličky. Žaludek jeden, někdy silně rozčleněný (přežvýkavci), zažívací soustava a systém urogenitální vyúsťují odděleně. Krev je teploty stálé. Vajíčka rýhují se totálně.

Člení se na 2 podtřídy:

1. podtřída: **Ssavci nižší - Aplacentalia**.

Embrya nejsou živena prostřednictvím placenty. Mláďata rodí se nedokonalá. Náleží sem 1. Vejcorodí a 2. Vačnatí.

2 podtřída: **Ssavci vyšší - Placentalia**.

Embrya jsou v těle mateřském živena prostřednictvím placenty různě upravené. Náleží sem ostatní řády ssavců.

Postavení člověka v systému a základy prehistorické archeologie.

Člověk bývá kladen s opicemi do společné skupiny **Primátů** — tvorů vývojově nejvyspělejších. Toto systematické zařazení lze provést na základě vztahů anatomických. Avšak vzhledem k vysoké jeho inteligenci, jejíž obdoby nikde v říši živočišné nenalézáme, je vhodné pojednat o jeho vývoji zvlášť.

Jelikož také člověk podléhá vývoji, lze předpokládati, že jeho předkové v dávných dobách geologických byli níže organisováni tělesně a nepochybně i vlastnosti duševní byly primitivnější. Neznáme však dosud žádného fosilního tvora, jež bychom mohli pro-

hlásiti za přímého předchůdce člověka. Zbytky koster, jakož i jiné pozůstatky po prehistorickém člověku jsou památkami po tvorbu rozumném, logicky uvažujícím, tedy zase jen po člověku. Dle dnešního stavu prehistorické archeologie nemůžeme o předchůdcích člověka říci nic určitého, ježto jich neznáme. Tolik je však jisto, že se člověk nevyvinul z dnešních opic.

O člověku předvěkem.

První lidé se objevují v době diluviální. Z doby třetihorní se po člověku žádné stopy nezachovaly. Někteří učenci se domnívali, že objevili lidské nástroje z třetihor v úlomcích pazourků, v t. zv. **eolitech**, jež se zvlášť hojně vyskytují ve štěrcích řek severofrancouzských i jinde. Ve skutečnosti to nejsou nástroje člověkem k použití upravené, nýbrž náhodné tvary pazourku, jak vznikly smykáním ve vodě mezi ostatním štěrkem. Eolity vyskytují se v okolí přirozených nalezišť pazourku.

Nepopíratelné zbytky kostí lidských, nástrojů a jiné pozůstatky lidské práce nalézáme teprve v době diluviální.

Nástroje a zbraně pravěkého člověka byly zprvu hotoveny z kamene, teprve později z kovu a sice nejdříve z mědi a bronzu a teprve v posledním období prehistorickém také ze železa. Proto už r. 1836 slavný archeolog dánský **Christian Thomsen** rozdělil prehistorický kulturní vývoj člověka na tři periody:

- I. dobu kamennou,
- II. dobu bronzovou,
- III. dobu železnou.

Tato trojdobá soustava zůstává dále základem třídění archeologického, ač ovšem vývojem archeologie dostalo se jí podrobnějšího rozčlenění.

Dobou kamennou, jmenovitě starší její periodou, t. zv. **paleolitem** obírají se spíše přírodovědci, **mladší dobou kamennou**, t. zv. **neolit** a zbývající dvě doby studuje zvláštní věda — **archeologie**. Paleolit zajímá biology zejména proto, že se tu objevuje po prvé člověk jakožto nejvyspělejší člen vývojové řady. Zajímá tudíž biology zejména jeho tělesná vyspělost, jakož i jeho duševní projevy a jeho poměr k přírodě.

Člověk paleolitický.

Za nejstarší dosud známý pozůstatek po člověku je považován nález zbytků kostí u Trinilu na Jávě, jež r. 1891—1892 učinil holandský námořní lékař **Dr. E. Dubois**. Ve vrstvě stáří diluviálního

našel nejprve zub, pak spodní část lebky a nakonec kus dále stehenní kost. Tvor, jemuž tyto kosti náležely — ač-li ovšem náležely tvorů jedinému — byl nazván **Pithecanthropus erectus (opičí člověk vzpřímený)**. Název byl volen tak, aby v něm byl naznačen domnělý přechodný tvar, za nějž byl Duboisem a některými jinými antropology považován. Jiní usoudili, že jsou to kosti opičí a konečně dle některých jsou to pozůstatky člověka.

Nové světlo do sporu přinesl nález z r. 1929, kdy byla objevena v jeskyni u městečka Chou-Kou-Tien, jihozáp. Pekingu, ve vrstvách diluviálních svrchní část lebky. Tvor, jemuž tato lebka náležela, používal ohně a hotovil nástroje z kamene a kostí. Byl to tudíž již nesporně člověk, jež americký antropolog **Black** nazval **Sinanthropus Pekinensis** (Čínský člověk, pekingský). Lebka pekingská vykazuje nápadné shody s lebkou trinilskou, takže se soudí, že obě náležely lidem téže rasy.

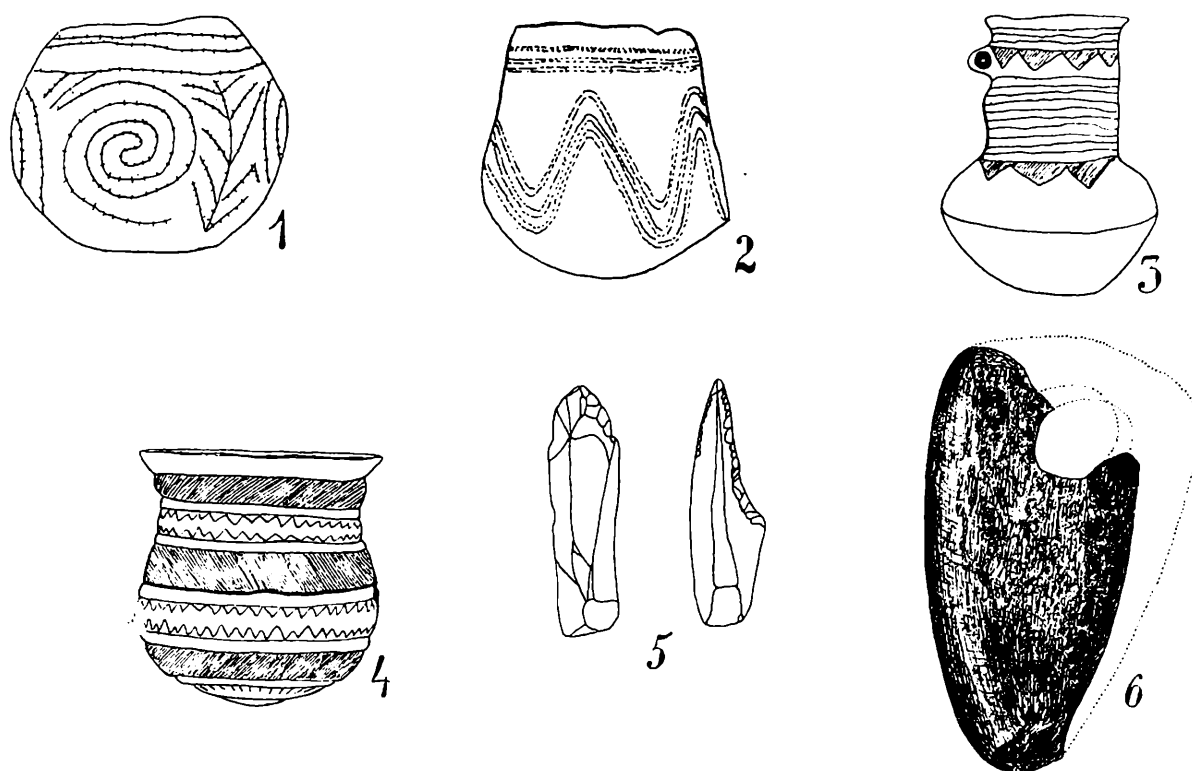
Značné stáří se připisuje také domnělému tvorů, z něhož byla nalezena část dolní čelisti a špičák u Piltdownu v Anglii (1911). Byl nazván **Eoanthropem**. Někteří badatelé však připisují tuto čelist antropoidní opici.

Za nejstarší a nesporně lidskou kost z Evropy je považována dolní čelist objevená v pískovně poblíž Heidelbergu. Čelist nemá brady a je velmi masivní. Člověk, jemuž náležela, byl nazván **Homo heidelbergensis**.

Nejvíce zbytků kostí zanechala po sobě lidská rasa nazvaná **neandertálskou** či **Homo primigenius** (též **neanderthalensis**). Neandertálskou se nazývá dle naleziště lebky v údolí Neanderthalu u Düsseldorfu (1856). Další kosti této rasy byly nalezeny ve Spy v Belgii, v La Chapelle aux Saints a na jiných místech ve Francii, v Krapině v Chorvatsku, na skále v úžině Gibraltarské, v Broken Hill v sev. Rhodesii a j. Z československých nálezů upomíná na tuto rasu dětská čelist z jeskyně Šipky u Štramberku. Jelikož známe dnes různé kosti asi ze 70 Neandertálců, můžeme si učiniti dosti jasnou představu o tělesných znacích této rasy. Neandertálci byli středních postav, nízkých, nazad vtlačených čel, v obličeji vynikaly silné hrboly nadočnicové a kosti lícní. Dolní bezbradá čelist byla masivní, vpřed vystupující.

Rasa neandertálská zastihla Evropu v době velmi nevlídné, totiž v diluviální době ledové. Tehdy celá severní Evropa byla pokryta mocným vnitrozemským ledovcem, dosahujícím až k severním hranicím českým a pronikajícím údolím Odry až na severovýchodní Moravu. Na horách středoevropských splývaly ledovce hluboko do údolí a nížiny na okrajích ledovců, jako na př. vnitrozemí Čech, pokrývaly tundry, proložené místy sporými lesy březovými, osiko-

vými a borovými. Před ledovcem ustoupila od severu a s Alp do tundry zvířena i květena, tvoříc tak smíšenou květenu a zvířenu **arkto-alpinskou**. Z arktických prvků fauny žili u nás tehdy sobi, dlouhosrstí mamuti, sibiřští nosorožci, liška polární, zajíc sněžní, lumík a rosomák. S Alp přišli kamzíci, kozorožci, svišti a j. Čas od času dostavilo se delší dobu trvající oteplení. **Doby ledové (glaciály)** se střídaly s teplejšími periodami, **dobami meziledovými (interglaciály)**, s klimatem stepním. Vítr nanášel vrstvy spraše, v níž krom kostí zvířeny arktoalpínské nalézáme kosti zvířeny stepní — koní, oslů, syslů, křečků, tarbíků a j. Geolog Penck, jenž prostudoval zalednění Alp, rozeznává čtyři doby ledové, tři meziledové a **dobu poledovou (postglaciální)**.



Obr. 58.

1.—4. prehistorické nádoby různých kultur, 5. pazourkové nožiky, 6. kamenomlat.

Sběr plodin rostlinných a lov zvířete byl výživou diluviálního člověka, jenž se po způsobu nomádů v hordách potuloval s místa na místo. Pozůstatky po něm nalézáme na dvou typech nalezišť. Jsou to jednak jeskyně, v nichž se skrýval před nepohodou, jednak stanoviště ve volné přírodě, jež dnes se objevují ve spraši. Vedle kostí jsou to kamenné a kostěné nástroje lovecké a později i pozoruhodné výtvary umělecké, jež diluviální člověk po sobě zanechal.

Paleolit se rozpadá ve dvě výrazná období. V **starším paleolitu** žil v Evropě člověk rasy neandertálské, v mladším přišly rasy nové.

Hlavním materiálem k výrobě náradí a zbraní byl v obou dobách paleolitických kámen a především pazourek — křehká, avšak tvrdá odrůda křemene, tříštící se v ostrohranné úlomky, jimž člověk dodával otloukáním vhodné tvary nožů, škrabadel, hrotů, klínů a pod. Technika opracování se zdokonalovala a také tvar nástrojů se měnil. Poněvadž však přece jen po určitá období byly tvar i opracování přibližně stejné, lze rozdělit obě paleolitická období na další kulturní stupně. (Viz pazourkové nožíky z Předmostí obr. 58.)

Nositeli kulturních stupňů mladšího paleolitu byly nové rasy, tělesně i duševně vyspělejší: **aurignacká**, **cromagnonská**, **předmostská** a j. Byli to lovci, sídlící v jeskyních, kde zanechali výtvary

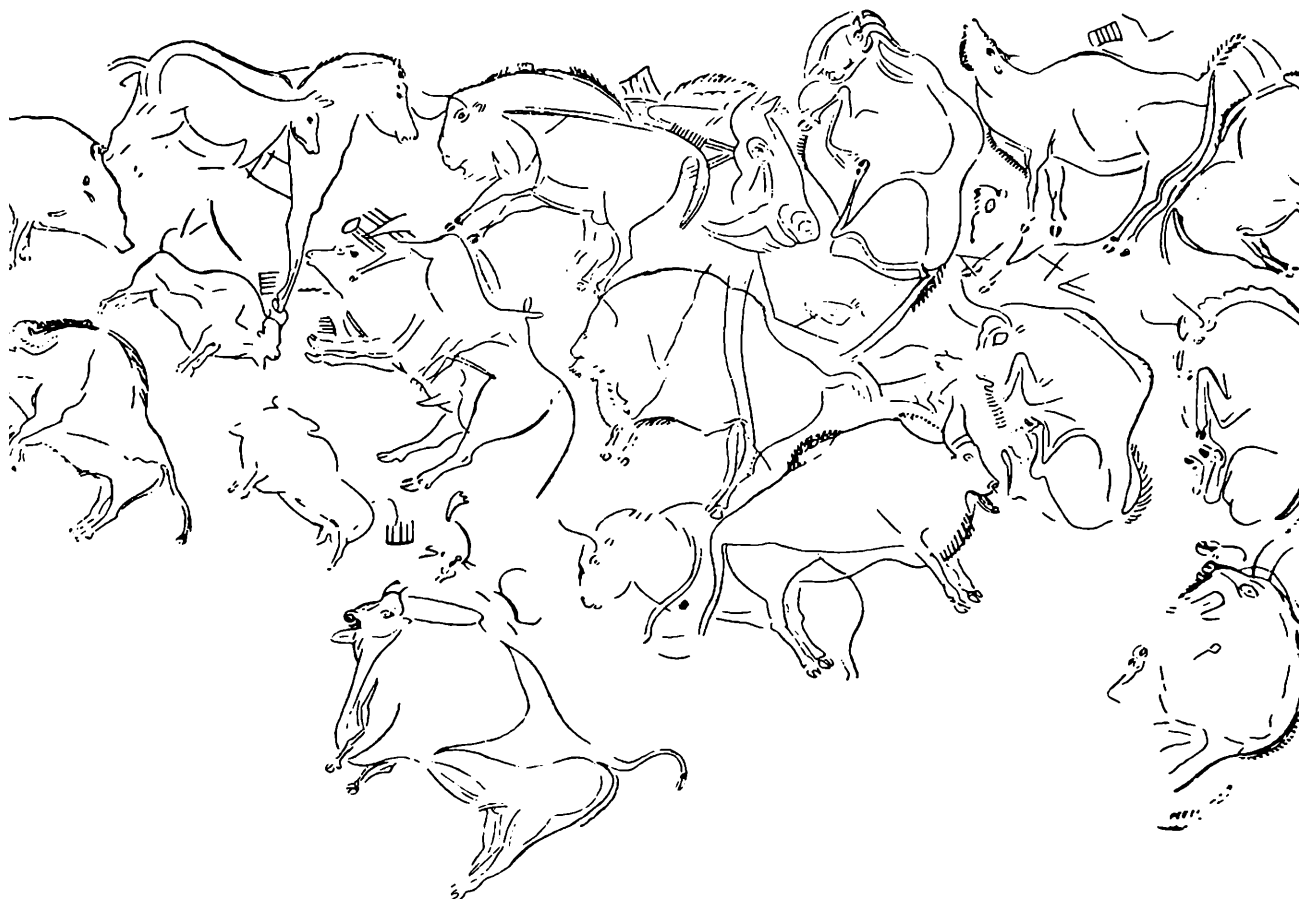


Obr. 59.

Rytina jelena z jeskyně Altamíry. (H. Breuil.)

v nástěnných malbách, rytinách, v řezbách v kostech a v hliněných figurkách nezdědky podivuhodné krásy a umělecké vyspělosti. Takovými nálezy vynikají zejména jeskyně na francouzské i španělské straně Pyreneí i jinde v jižní Francii. Proslulá je zvláště jeskyně Altamíra.

Z mladšího paleolitu máme také u nás, zejména na Moravě, klasická naleziště. Nejdříve bylo objeveno (už ve stol. XVI.) proslulé **naleziště v Předmostí** u Přerova; teprve však od let osmdesátých min. století začalo se systematicky vykopávat (**Wankel, Maška, Kříž**). Sořva 3 m pod zemí nachází se tu mocná kulturní vrstva (místy až 1 m), jejíž plošná rozloha se odhaduje na 10.000 m². Vrstva oplývá množstvím zvířecích kostí, především mamutích klů, jichž bylo zjištěno asi z tisíce kusů, dále byly objeveny kosti



Obr. 60.

Skupina malovaných zvířat na stropě jeskyně Altamíry. (H. Breuil.)

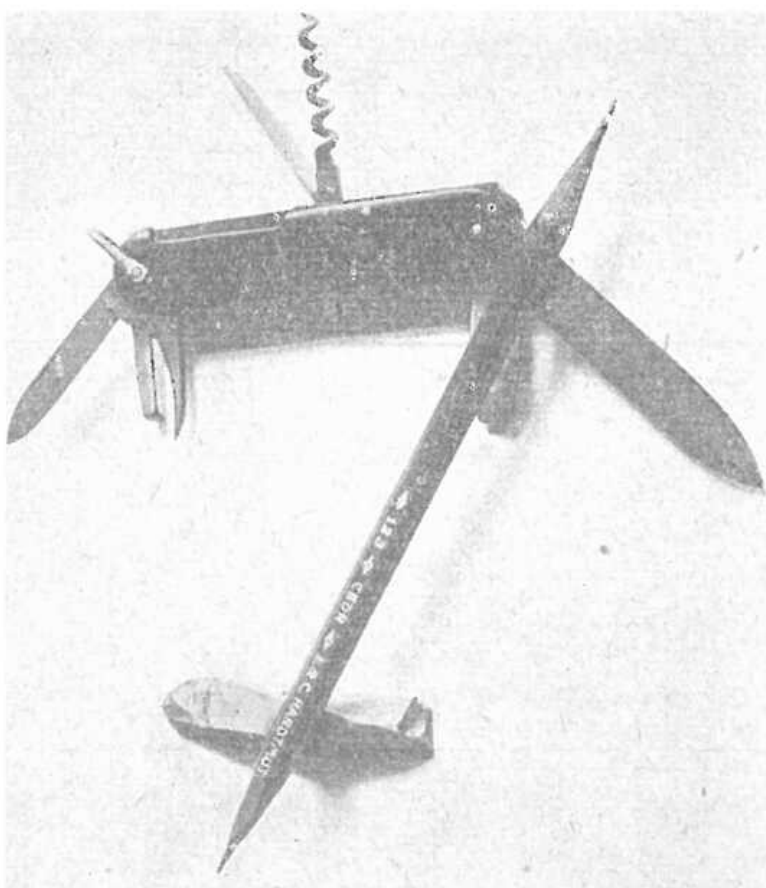
skotu, koní, sobů, nosorožců, kamzíků, lvů, medvědů a j. Dále vyniká toto naleziště množstvím kostěných a kamenných nástrojů, zejména pazourkových, ale také z jiného materiálu. Z uměleckých předmětů zanechal člověk Předmostský rytiny na kostech a drobné sošky řezané z kostí.

Zvlášť důležitým nálezem je společný hrob 20 osob. Kostry nesou známky křížení rasy aurignacké s neandertálskou.

Předmostský člověk byl lovcem. Zdá se, že zvířata sem byla dohnána léčkami a zde teprve zabíjena.

Druhým proslulým nalezištěm moravského aurignacienu je sprásové **naleziště u Dolních Věstonic** pod kopci Pálavskými. Žil tam opět člověk lovec, jenž zanechal po sobě krom nástrojů z kostí a kamene drobné figurky, jako mamutí sošku z hlíny vypálenou, šošku ženy

(»Venuše Věstonická«) a j. Zdá se, že v době diluviální celé okolí naleziště bylo pastviskem stád mamutích a sobích, žily tam smečky vlků, četní byli také medvědi. Byly také nalezeny kosti zajíce sněžného, lišky polární a divokých koní, nosorožců a j. Většina nálezů z moravského paleolitu je uložena v Zemském museu moravském v Brně. Význam těchto sbírek je pro badání o člověku diluviálním vynikající.



Obr. 61.

Tužka ořezaná na jedné straně dobrým perořízkem, na druhé straně pazourkovým nožíkem.

Také Slovensko poskytuje dosti pozůstatostí z mladšího paleolitu v některých ze svých jeskyň. Jsou to většinou pazourkové nástroje a kosti zvířat.

Čechy jsou na nálezy z mladšího paleolitu velmi chudé. Do stupně aurignackého jsou kladeny pazourkové nástroje z Lubné u Rakovníka a pazourek z »Turských maštálí« u Tetína, naleziště u Prahy a v Poplží u Libochovic. Soudí se proto, že nové rasy stěhovaly se do naší vlasti od jihovýchodu po Dyji.

Mezi paleolitem a neolitem lze sledovati dobu přechodní či **mesolitickou**. U nás z této doby nemáme stop. Typicky se vyvinula v t. zv. **periodě litorinové**, vyznačující se velkými hromadami kuchyň-

ských odpadků, **kjökenmödingy** hlavně na pobřeží dánském. Jsou to hromady skořápek hlavně mlžů, promísené kostmi ryb, ptáků i ssavců. V nich nalezeny byly také nástroje pazourkové. Umělecký cit i technické opracování pazourku jeví úpadek. Novou vymožeností je pálená keramika, byť neumělá a hrubá.

Doba neolitická.

Paleolit končí se dobou diluviální. Klimatické podmínky **doby neolitické** byly v Evropě tytéž jako nyní. Evropa byla kryta z nej-

větší části lesy. Člověk neolitický organisací tělesnou byl stejně vyspělý jako nynější Evropan, liše se od něho pouze nižší kulturou. Jeho nástroje zůstávají nadále kamenné. K prostému otloukání přistupuje však již hlazení a vrtání otvorů pro násady. (Viz kamenomlat na obr. 58.)

Také výběr kamenného materiálu je bohatší. Dalším důležitým pokrokem proti paleolitu jsou počátky polního hospodářství a chov domácích zvířat. Člověk se vystěhoval z jeskyň a robí si umělé příbytky ze dřev a proutí nad jamami v zemi vyhloubenými. Vyráběly se také primitivní tkaniny. Zřetelně se projevuje mnohotvárný ritus pohřební. Těla mrtvých byla kladena do země a obkládána kameny. Někdy mrtvoly byly svazovány do kozelce (»skrčenci«). Vyskytuje se také spalování mrtvol. Popel byl pak uložen do popelnic a ty vkládány do země. Do hrobů byly kladeny milodary, jako ozdoby, zbraně a patrně i potraviny. Někdy bývaly nad hrobem nasypávány mohyly.

Význačným znakem neolitu i dalších dob je keramika, jež se stává hlavním vodítkem v rozlišování jednotlivých kultur. Jest totiž ve tvaru nádob a jejich výzdobě zachovávána stylovost, takže dle těchto znaků lze jednotlivé nálezy bezpečně zařaditi do okruhu jednotlivých kultur. Tak dělíme na př. »čistý« či také **starší** neolit na kulturu **keramiky páskové** a **vypíchané**. (Na obr. 58., č. 1. zobrazuje nádobu keramiky páskové, č. 2. nádobu keramiky vypíchané.)

Mladší doba neolitická bývá také nazývána **dobou přechodní** či **měděnou**. Tehdy se udály ve střední Evropě značné přesuny kmenů, které sem vnikaly hlavně z jihovýchodu, odkud — ze starých orientálních zemí kulturních — přichází do našich zemí nový materiál k výrobě předmětů a zbraní a to **měď** a současně s ní i **zlat**. Od severu se pak do našich zemí dopravuje **jantar**.

Kulturně-historicky je v době měděné důležitá **kultura nákolní**. Člověk této kultury, jež se vyvinula hlavně v Alpách, uchyloval se na břehy jezer, kde si stavil chýše na kolech, zaražených do dna. Tato kultura je důležitá také proto, že zvláštní podmínky sídelní nám umožňují blíže nahlédnouti do života tehdejšího člověka. Různé odpadky jídel, jakož i jiné potřeby životní padaly do vody a v bahně jezer byly zvláštním způsobem konservovány. Tam, kde jezera ustoupila, byla původní pobřeží pokryta rašelinou. Při rýpání rašeliny bývá odkryta zmíněná kulturní vrstva a jejím rozborem získáváme poznatky, jakých plodů tehdejší člověk požíval, jaká zvířata lovil a choval, jakých nástrojů užíval atd. Švýcarský botanik Heer zjistil tak 119 druhů rostlinných. Mezi jinými našel tam pšenici, ječmen a oves. O zvířatech bude zmínka později.

D o b a b r o n z o v á.

Konec doby kamenné a počátek doby bronzové klade se u nás na počátek druhého tisíciletí před Kr.

Tato doba je charakterisována rozšířením nástrojů, zbraní a ozdob ze slitiny mědi a cínu — **bronzu**. Bronz přišel k nám opět z východu, ač není vyloučeno, že něco prehistorického cínu pochází i z našich nalezišť z Krušnohoří, jak svědčí stará rýžoviska, objevená pod rašelinou. Tomu také nasvědčuje okolnost, že bronzové předměty u nás objevené, chovají více cínu než jinde.

D o b a ž e l e z n á.

Doba bronzová trvala v Evropě asi 1 tisíciletí. Na přelomu 1. a 2. tisíciletí před Kr. přichází — patrně opět z krajín asijských — do Evropy nový kov, vynikající celou řadou vlastností nad bronz. Bylo to železo. Z nejvýznačnějších vlastností jeho, jež je činily upotřebitelnějším, je poměrně hojný výskyt jeho rud a snadná opracovatelnost. Doba železná trvá až do doby historické.

Kolem Kristova narození byla stará říše římská na vrcholu moci. Kultura římská se rozšířila netoliko v provinciích, nýbrž vyzařovala daleko za hranice, hlavně vlivem kupců. Také v našich zemích jeví se její vliv. V kostrových i žárových hrobech nalézáme bronzové nádoby klasických tvarů. V Čechách, na Moravě i na Slovensku v té době sídlili Germáni (Markomani, Kvádové). Také toto období provinciálně římské má řadu kultur. U nás je to starší kultura pičhorská (Pičhora u Dobřichova) a mladší třebická (Třebická u Bedřichova).

Ve 4.—6. stol. trvá doba stěhování národů, jejíž konec přivádí do naší vlasti kmeny slovanské, které ke konci stol. 6. ovládly nynější území republiky. Od 6.—9. stol. trvá u nás slovanská **doba hradištní**, již se končí pravěk zemí československých. Následující období knížecí patří do éry historické.

Z vývoje české archeologie.

Zakladatelem české archeologie je **Jan E. Vöel**. Jeho základní práce jsou: »Grundzüge der böhmischen Altertumskunde« a »Pravěk země České«. Velikých zásluh o archeologický výzkum naší vlasti si získal znamenitý organisátor **J. L. Píč**, kustos archeologických sbírek Národního musea. Vybudoval bohatou archeologickou sbírku musejní a napsal třídílné »Starožitnosti země české«. Z dalších vynikajících badatelů v oboru prehistorické archeologie dlužno jmenovat **L. Niederle**, **K. Buchtelu**, **J. Schránila**, **A. Stockého**. O probádání prehistorie Moravy se zasloužili **J. Wankel**, **K. Maška**, **J. Palliardi**, **J. Červinka** a j. Studium moravského paleolitu obírá se zevrubně **K. Absolon**, **J. Knies** a j. Základní dílo o pravěku Slovenska »Slovensko v pravěku« napsal **J. Eisner**.

Obsáhlý studijní materiál je uložen v Národním museu pražském a v Zemském museu moravském v Brně.

Roku 1919 založen Státní ústav archeologický, jemuž je třeba hlásiti všechny prehistorické nálezy. Neodbornou prací nezkušených jednotlivců může býti mnohý vzácný nález zničen.

III.

PŘÍRODOVĚDA A ŽIVOT.

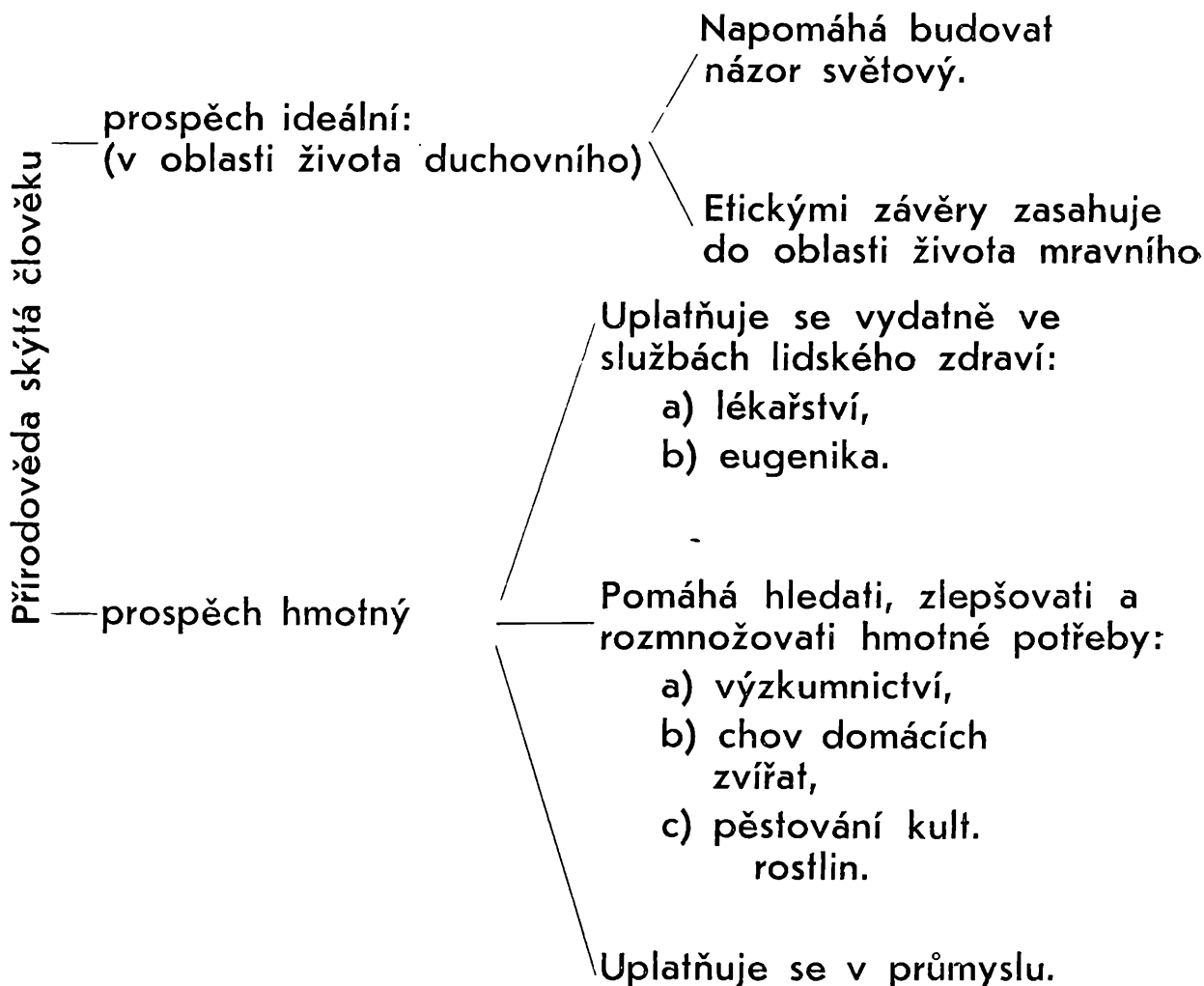
Poznatky, získané studiem přírody, uplatňují se v životě lidském dvojím způsobem. Obohacují jednak náš život duševní a vydatně přispívají k ulehčení života po stránce hmotné, umožňujíce snazší získání hmotných potřeb životních. Obojí vyplývá přirozeně z postavení člověka v přírodě. Po stránce tělesné je člověk článkem přírody a přírodního dění právě tak, jako kterákoliv rostlina i zvíře, podléháje týmž přírodním zákonům. Jsa takto včleněn do přírody, je po stránce hmotné zcela na ní závislý. V ní nachází bohatý zdroj k duševní práci a ona se mocně uplatňuje v jeho duševním životě.

Dějiny vývoje duševní práce lidské ukazují, jak člověk hned od počátku hledá odpovědi na nejzávažnější otázky svého bytí i všeho, co jej obklopuje. Již primitivové si budují pozorováním přírody jakýsi názor na svět. Je zjevné, že tento názor je vždy věrným obrazem současných vědomostí o přírodě.

Ještě však jedním způsobem se uplatňují přírodovědecké poznatky v duševním životě člověka, totiž v oblasti etické. Studium přírodovědy přivádí nás k některým závěrům, jež se mají uplatnit v mravním životě člověka.

Byť bychom smysl přírodovědy spatřovali v první řadě ve snaze poznati pravdu o přírodě, přece jen nelze přezírat, že v praktickém životě se přírodověda uplatňuje velmi pronikavě a způsobem nejrozmanitějším. Některé oblasti vědy přírodní jsou téměř výhradně praktickou aplikací teoretických poznatků. Sem spadá výzkumnictví, lékařství, eugenika a zvěrolékařství. Téměř všechna odvětví průmyslová čerpají více méně z poznatků věd přírodních. Suroviny průmyslové dodává příroda. Zdrojem poznatků, jak tyto suroviny získati a zpracovati, je opět přírodověda. Z geologie a mineralogie čerpá hornictví, z chemie hutnictví. Průmysl pracující se surovinami průvodu organického rovněž při hledání nových surovin se dotazuje botaniků a zoologů. Výzkumným výpravám se pak přímo ukládá, aby vedle výzkumů vědeckých se obíraly i praktickým využitím svých objevů.

Uplatňují se tedy poznatky přírodovědecké v životě lidském velmi pronikavě a mnohostránně. Přehledně bychom si mohli význam přírodovědy v životě lidském vyjádřit takto:



Dle tohoto přehledu je postupováno v následujících kapitolách.

Přírodovědecké základy názoru světového.

Posledním cílem přírodovědy je proniknouti do podstaty přírodního dění a umožniti tak správné nazírání na přírodu čili přispěti k vybudování **názoru světového**.

Dle současného stavu přírodovědy nelze vybudovati definitivní, to je úplný a vědecky závazný názor světový. Dopracujeme se ho teprve tehdy, až bude dosaženo svrchu zmíněného cíle biologie. Pokud si na řadu otázek nejzávažnějších pro světový názor odpovíme pouze hypoteticky a o řadě důležitých jevů máme nezřídka několik hypotes, nelze definitivního názoru budovati. Prozatím názor světový se opírá o všeobecné závěry, jež vyplývají z objevených přírodovědeckých pravd i hypotes. Tento prozatímní názor světový ovšem není jednotný, což je pochopitelné, když na některé závažné otázky si odpovídáme nejednotně.

Jednotnější je nazírání přírodopisců v anorganické části přírody. Je to přirozeno, neboť studium anorganické části je přesnější, exaktnější. Pracujeme zde s pouhou hmotou, k jejímuž studiu máme přesné metody fyzikální a chemické.

Hmota oživená se této přísné exaktnosti značně vymyká. Pokud základ studia tvoří poznatky získané elementárními metodami: smysly a experimentem, jest biologie rovněž vědou exaktní. Těmito metodami vystačíme ovšem jen tehdy, není-li to, co nazýváme životem, ničím více než pouhým projevem sil fyzikálně-chemických. Pakliže však vlastní příčinou života je činitel neenergetické povahy, nedopracujeme se jimi přirozeně k jeho podstatě, leda po stránce negativní, t. j., dovíme se nejvýš jen tolik, že není povahy energetické.

Přísně vědecky vzato, nemáme dosud jistoty, jaké povahy život vlastně je. Názory, že životní projevy jsou pouhým projevem chemicko-fyzikálních sil, nebo že vlastní příčinou života je nehmotný a neenergetický činitel, jsou domněnkami. Tyto domněnky, dovolaávající se určitých životních projevů, se rozrůstají na prozatímni přírodovědecké názory na živé bytosti a nazývají se, jak již bylo podotknuto, **materialismem** (event. **mechanismem**) a **vitalismem**. V předchozích kapitolách bylo několikrát na ně poukázáno.

Toto dvojí pojetí života není naprosto však plodem teprve moderní biologie. V různých obměnách se oba objevují v lidském myšlení patrně od dob, kdy člověk začal o smyslu svého bytí uvažovati. Ve starověku byly tyto názory spíše ovocem filosofických úvah než biologického studia. Pokud se nám písemné doklady dochovaly, teprve u Aristotela nastává patrný obrát. Ač i on byl spíše filosofem než biologem a jeho biologické teorie vyrůstají spíše z filosofického uvažování než ze studia biologického, přece jen se biologií obíral a svůj vitalismus zdůvodňoval nejen filosoficky, nýbrž i biologicky.

Zpravidla jeden ze zmíněných názorů v různých obdobích nabývá vrchu nad druhým. Celkem lze říci, že starověk přál spíše materialismu, křesťanskému názoru světovému vyhovuje lépe vitalismus, s rozvojem přírodních věd ve stol. 18. a zejména 19. získává opět materialismus; nová doba projevuje patrný obrát ve prospěch vitalismu.

Závěry etické ze studia věd přírodních.

Studium přírodovědecké skýtá lidskému duchu poutavý výhled do přírody a přírodního dění. Přírodní jevy oceňuje zcela jinak přírodopisec než člověk, jenž z neznalosti nevšímavě nebo s neporozuměním prochází přírodou. To se nezbytně projeví i v chování k pří-

rodě a často i v duševním životě jednotlivcově, zvláště po stránce mravní.

Mocným motivem pro závěry mravní je poznání, že veškerá živá příroda je podrobena týmž zákonům jako člověk. Poznáváme, že po stránce tělesné jest člověk jedním z organických článků živého společenství naší Země. Poznání, že vyniká nad ostatní přírodu svým duchem, nemá jej vésti jen k pocitu »pána přírody«, nýbrž má v něm především budit zodpovědnost k přírodě. Tato zodpovědnost, spočívající na svobodné vůli člověka, má se ovšem projevovati nejen vůči zevní přírodě, nýbrž i vůči jeho lidské osobnosti, obrážeti se ve snaze zachovati si zdraví tělesné i duševní. Není pochyby, že nejlepším strážcem tohoto dvojího zdraví člověka je cit mravní zodpovědnosti. Zvíře vedené toliko pudem, nemůže jednati nemravně, člověk, vedený pudem a rozumem, může hluboko mravně poklesnouti.

Přírodověda pak ve svých závěrech nám po stránce tělesného i duševního zdraví diktuje důležitý mravní příkaz nejednati proti přirozeným zákonům přírody. Každé násilné zasáhnutí do přírodního dění projeví se, i když nikoliv hned, v poruchách fysického zdraví a nezdá se, aby hluboce zasahuje i do oblasti zdraví duševního. Protipřirozené zasahování do zákonů přírodních vede zpravidla k degeneraci jednotlivce i potomstva. Stojíme zde tudíž před zodpovědností nejen vůči sobě samým, nýbrž i vůči svému potomstvu, rodině, národu i lidstvu.

Nejčastěji se člověk prohřešuje proti přirozeným zákonům v oblasti života pohlavního, kde také následky bývají nejzhoršivější. Pohlavní život člověka je důsledkem pohlavního pudu, jeho smyslem je udržení lidského rodu. Zdrženlivost není na újmu ani tělesného ani duševního zdraví. Je k ní ovšem třeba duševní síly. V dobrovolné zdrženlivosti pohlavní nelze tedy spatřovati nic protipřirozeného. Protipřirozeným však je jakékoliv nezřízené ukájení tohoto pudu a rovněž protipřirozeným je násilný zásah do přirozeného důsledku pohlavního styku, na vyvíjející se plod.

Přirozeným prostředím ukájení pohlavního pudu je manželství.

Připomeňme si slova z učebnice tělovědy univ. profesora K. Weignera — »Manželství se právem pokládá za posvátné, přirozené a zároveň vysoce mravní zařízení společenské; zdravý vývoj národní nelze si mysliti bez zdravého života rodinného«. Pohlavní styk mladých lidí před manželstvím, jakož i pohlavní styk mimomanželský nutí jednak k nepřirozenému jeho ukájení a je velkým nebezpečím rozvratu osobnosti jedincovy, života rodinného a je příznakem úpadku společenství rodinného a tím i národního, nehledě ani k zhoršujícím následkům pro tělesné zdraví jedincovo. Zdravá rodina vedená mravními zásadami, je jedním z nejdůležitějších pilířů

zdraví národa. Dějiny dosvědčují, že prvním příznakem úpadku národa i státu je rozvrat rodiny.

Je třeba, abyste si vy, mladí lidé, již po zkoušce dospělosti vstoupíte v život praktický nebo na svobodnější půdu života akademického, tyto věty náležitě uvážili. Mravní sebekázní projevíte nejlépe lásku k národu. Nenáležitý pohlavní styk není projevem ani odvahy ani svobody, nýbrž projevem duševní a mravní slabosti.

Mravní charakter upevňuje četba vhodných spisů. Naznačenými otázkami obírají se některé spisy Masarykovy a Foersterovy. Mocnou oporou mravnosti je náboženství (Masaryk).

Druhá stránka lidské zodpovědnosti k přírodě má se projevit také navenek v **ochraně přírody**. Bylo již řečeno, že je to především vnitřní pouto — příslušnost člověka po stránce tělesné k přírodě — jež jej vede k její ochraně. Je to především rodný kraj a vlast naše, k níž jsme vázáni mnohem hlubším vztahem než snad pouze hmotným poutem jako k místu, jež nám poskytuje životní prostředky. Je nesporno, že přírodní prostředí mocně působí na povahu jednotlivcovu i na povahu národního celku. Pochmurnější sever, skýtající člověku obživu teprve po tvrdé práci, utváří zcela jinak národního ducha než přírodou přívětivější jih s lehčími podmínkami životními. I pojí tudíž každý národ k jeho domovině organické pouto, v němž třeba spatřovati přirozený biologický základ lásky k vlasti, již by tedy bylo mylné považovati za pouhé citové vzrušení. Plodná láska k domovině se však neprojevuje pouze ochranou proti nepříteli vnějšmu, nýbrž i ochranou přírodních krás a památek rodné země. Člověk, který zná a dovede domysleti tyto vztahy člověka k přírodě a především k přírodě své vlasti, je veden logicky k její ochraně, jež se mu pak stává mravním závazkem. To je pak mnohem bezpečnější záruka ochrany přírody než sebelepší příkaz zákona. V tom tedy spočívá také vysoká etická hodnota studia přírodovědy, že vede k lásce k přírodě a přirozeně zdůvodňuje její ochranu.

V životě dnešního lidstva se hluboce proti snaze po ochraně přírody uplatňují hospodářské zájmy. Průmyslové závody, práce meliorační a regulační stírají stále pronikavěji původní ráz přírody. Tím rychle zanikají naleziště mnohých vzácných druhů rostlinných a také řadě živočichů se odnímají přirozené podmínky životní. Rostliny vyhynou, zvířata se zpravidla vystěhují. Rovněž ráz anorganické části přírody trpí (lomy). Tím ovšem příroda naší vlasti velmi chudne. Tu se naskytá nejobtížnější problém ochranyářský. Nelze zastaviti průmyslový ruch, ani zlepšování a získávání nové orné půdy a luk, jež skýtají obživu tisícům a povznášejí hospodářsky stát. Nicméně nelze také pro tyto hmotné statky obětovati krásy a přírodní památky naší vlasti, jež již nikdy potom nebude možno obnoviti. Jest třeba najíti nejpříznivější způsob řešení, jenž by při rozvoji

národohospodářských potřeb státu šetřil co nejvíce přírodních krás a památek. Jedním z vydatných způsobů je zakládání **přírodních rezervací**, jichž je u nás již řada a nové se připravují. Mnoho práce v oboru ochrany přírody vykonávají okrašlovací a jiné spolky.

Zdravotní a sociální význam přírody netřeba zvlášť zdůrazňovati. Příroda je místem nejpřirozenější rekreace lidí zdravých a ozdravovacím útlukem pro lidi choré. V nové době se mocně probouzí touha po pobytu v přírodě. Lze v ní spatřovati zdravou reakci na způsob života, jenž moderního člověka váže na město a zaměstnání v místnostech, často bez většího pohybu. Nejsilněji se projevuje tato touha u mládeže. Na ni navazuje velmi vhodně **junáctví (skauting)**. Odvádí mládež do přírody, nejen aby se tělesně zotavila, nýbrž používá tohoto pobytů k výchově. Špatně chápaný »volný život« v přírodě, může nejen poškoditi zdraví tělesné, nýbrž podlomiti zdraví duševní. Junáctví těží ze života v přírodě jako nejvhodnějšího prostředí k pěstování sebekázně, k zbystření smyslů a výcviku k samostatnosti a zodpovědnosti.

Přírodověda ve službách lékařství.

Neobyčejně plodným objevem pro lékařskou praxi bylo objevení bakterií. První, kdo bakterie spatřil, byl Leeuwenhoek. Jeho objev však byl pro tehdejší vědu předčasným, nepochopila, co objev znamená, a prakticky ho nevyužila. Stalo se tak teprve ve stol. 19., kdy byl náležitě osvětlen význam bakterií při šíření infekčních nemocí.

Základy moderní bakteriologie položil svými klasickými pracemi francouzský chemik **L. Pasteur**. Vysvětlil především kvašení, poukázav, že příčinou jsou kvasinky. Svými přesnými pokusy vyvrátil definitivně názor o samoplození a poukázal na to, že také infekční choroby jsou jakýmsi druhem kvašení, působeným životní činností choroboplodných mikroorganismů.

Na základech Pasteurových budoval dále bakteriolog **Koch**. Zdokonalil techniku pěstování bakterií. Sám objevil bacila tuberkulosity, cholery a j.

Význam studia bakteriologického pro medicínu je několikerý. Známe-li nepřítele, dovedeme se proti němu úspěšněji brániti. Rozvoj moderní chirurgie datuje se od okamžiku, kdy byly objeveny prostředky proti infekci, to je proti vniknutí hnilobných mikrobů do ran, operací vzniklých. Děje se tak dvojím způsobem. Užívá se při operaci nástrojů sterilisovaných, jako obvazů užívá se látek antiseptických (preparovaných látkami, jež bakterie usmrcují) nebo aseptických, to je látek zbavených mikrobů. K vymývání ran užívá se rovněž tekutin antiseptických.

Z prohloubení studia života mikrobů vyplynulo **očkování**. Choroboplodné mikroorganismy vylučují zaživa jedovaté látky — **toxiny**, zhoubně působící na okolní tkáně, nebo zaplavující celé tělo. U některých bakterií se toxiny uvolňují teprve po jejich smrti (cholera, tyfus). Tělo samo se sice dovede bránit proti mikroorganismům **fagocyty** bílých krvinek (požíráním mikrobů) nebo tvořením **protilátek**, jež buď neutralisují toxiny (**antitoxiny**), nebo ničí bakterie tím, že srážejí jejich bílkoviny (**precipitiny**), nebo konečně je slepují a tím je ničí (**agglutininy**). Tyto protilátky zůstávají po některých přestálých nemocech v těle trvale nebo aspoň dočasně; je tedy tělo proti přestálé nemoci trvale nebo dočasně chráněno. Mluvíme potom o **aktivní imunitě těla**. Tento poznatek vedl k myšlence očkování, čímž rozumíme způsob přenášení aktivní imunity jednoho tvora na tvora jiného. Víme-li na příklad, že protilátky jsou obsaženy v seru krevním, stačí toto serum z tvora aktivně immunisovaného přenést do krve, kde aktivní imunity dosud není. Bakterie, určitou infekční chorobu působící, se pěstují na živných půdách a tu dochází u mnohých druhů k zeslabení jejich účinnosti. Zeslabené bakterie se naočkují zvířatům. V jejich krvi vzniknou protilátky. Krev se zvířatům odnímá a z ní se připravují očkovací látky. Očkovaný, získávající tímto způsobem protilátky, získává rovněž imunitu, již nazýváme **imunitou pasivní**.

Člověk se očkuje hlavně proti těmto chorobám: neštovice, tyfus, záškrť, tetanus, mor, vzteklna, tuberkulóza, cholera. Také zvířata se očkují proti řadě infekčních chorob.

Z mikroorganismů nejvíce infekčních chorob působí bakterie, méně prvoci. Konečně jsou některé choroby způsobeny mikroorganismy, jichž dosud neznáme pro jejich nepatrnou velikost. Procházejí póry jemných porcelánových filtrů, jimiž jinak bakterie neprojdou. Nazývají se **filtrabilní virusy**.

Velmi důležitým biologickým objevem, jenž se stal v moderní medicíně nesmírně požehnaným, byl objev penicillinu anglickým lékařem Flemingem. Fleming nejprve zjistil, že plíseň *Penicillium notatum* ve styku s některými koky tyto mikroby usmrcuje a sice vylučováním látky, kterou Fleming nazval penicillin. Když později byla tato látka připravena v čisté formě, ukázalo se, že hubí tyto bakterie i v těle onemocnělých infekčními chorobami, jež tyto mikroby působí. Tak se stal penicillin neobyčejně účinným léčivem zejména těchto chorob: zánětu mozkových blan (meningitis), zánětu plic (pneumonie), zánětu pohrudnice (pleuritis), zánětu pobřišnice (peritonitis), zánětu srdeční nitroblány (endocarditis), zánětu dřene kostní (osteomyelitis), horečky omladnic (sepsis post abortum) a j. Vedle různých druhů penicillinových injekcí se penicillin inhaluje (choroby plic), připravují se penicillinové masti (na otevřené rány), prášky a pastilky. V poslední době se usiluje o syntetickou přípravu penicilli-

nu, aby mohl býti připraven ve větším množství a cenou byl přístupnější. Za tím se připravuje nákladnou extrakcí z plísně k tomuto účelu pěstované.

Také **látky radioaktivní** se projevily účinnými prostředky v lékařství. Ukázalo se totiž, že buňky živočišné i rostlinné, zejména pokud jsou mladé, nediferencované a dělí se, jsou vůči ozáření radioaktivními látkami velmi citlivé. Už při slabším ozáření buňky zastavují své některé životní projevy, na př. dělení, při silnějším ozáření buňka hyne. Toho se v praxi dá použití k usmrcování tkání chorobných, složených z buněk rychle se dělících, působících na př. rozličné nádory (rakovina). Z radioaktivních látek zhotovují se preparáty, jimiž se prozařují onemocnělá místa, často i pomocí zvláštních přístrojů. Působivé jsou také radioaktivní koupele. Světovou pověst mají naše státní radioaktivní lázně jáchymovské.

X-paprsky, po objeviteli též Röntgenovými nazývané, záhy po objevení (1895) se staly rovněž vydatnými pomocníky lékařovými ve všech téměř oborech medicíny. (O vzniku a podstatě viz příslušnou stať v učebnici fyziky.) Pro lékařství je nesmírnou výhodou jejich pronikavost, jež je nepřímo úměrná specifické hmotě prozařované látky. Také různá pletiva tělní zadržují X paprsky různě. Nej- silněji je zadržují kosti, méně měkká pletiva, ještě méně tuky a nej- méně plyny. Jelikož pak lze X paprsky po průchodu tělem zachytiti na fotografickou desku, vystupují na fotografii nejkontrastněji kosti. Aby se zvýšil kontrast jiných orgánů, plní se, pokud to lze, orgány ty látkami silně X paprsky absorbujícími. Naplní-li se takovou látkou na př. žaludek, projeví se jeho náplň a tím i jeho obrys kontrastně.

Na kostech se vyšetřují röntgenologicky zlomeniny a jejich ho- jení, na plicích lze zjistiti tuberkulosní ložiska — jako temnější skvr- ny. Také srdce lze vyšetřovati, neboť se projeví proti vzdušné tkáni plic kontrastněji. Znamenitou službu koná prosvěcování v chirurgii válečné, kdy lze zjistiti projektily a úlomky střel na různých místech těla, čímž je usnadněna operace. Pomocí látek kontrastních se vy- šetřují: soustava zažívací, orgány močové a j.

Důležité je také přímé léčení X papsky, zakládající se na bio- logických účincích jejich, jež jsou totožné se zmíněnými účinky ra- dioaktivního záření. Léčí se jimi rovněž nádory. Dále se jimi léčí některé druhy tuberkulosy, zejména tuberkulosa kožní, jakož nemo- ci kožní vůbec, a j.

Obor medicíny, jenž vydatně čerpá z objevů fyziky vůbec, na- zývá se **fyzikální terapií**. Náleží sem krom zmíněného léčení X pa- prsky léčení elektřinou, teplem, světlem, léčbou lázeňskou a kli- matickou.

Galvanického proudu užívá medicína jako léčivého prostředku hlavně při chorobách nervů periferních, ovládajících povrchové

svalstvo. **Proudem faradickým** se léčí ochrnuté svalstvo útrobní. **Proudů vysokofrekvenčních** užívá se při léčení rheumatismu, při bolestech kloubních, svalových a j. Výboji proudů vysokofrekvenčních vypalují se bradavice, nádory rakovinné a pod.

Vydatnou pomoc poskytlo medicíně i studium slunečního záření. Paprsky ultrafialové vyznačují se chemickými účinky, převádějíce na př. kyslík v ozon, ve vodě podporují vznik kysličníku vodičitého. Ozon i kysličník vodičitý jsou látkami desinfekčními. První smrcuje mikroorganismy ve vzduchu, druhý ve vodě. Jelikož ultrafialové paprsky jsou zachycovány jemnými částicemi vzduch znečišťujícími, má čisté horské ovzduší mnohem více těchto paprsků než ve městech a krajích nížinatých. V tom se spatřuje jedna z hlavních příčin blahodárného účinku horského klimatu. Silné ozařování slunečním světlem může ovšem působiti i zhoubně, může býti i smrtelným. (Pozor na letní opalování!)

Neodvisle od slunečního záření získává se ultrafialové světlo uměle zvláštními lampami. Zařízení taková nazývají se **»horským sluncem«**. Léčí se jím některé formy tuberkulosity a choroby kožní. Nyní jsou zhotovovány i malé lampy, jež lze zaváděti i do onemocnělých dutin tělních.

Znamenitou pomocí přispěla optika lékařství očnímu (brýle, vyšetřovací přístroje oční).

*

Tímto stručným přehledem nejsou ještě daleko vyčerpány všechny styčné body mezi přírodovědou a lékařstvím. Povšechně lze říci, že v lékařství našly vědy přírodní nejideálnější uplatnění svých objevů. Vždyť mnohé obory medicíny jsou více méně pouhou aplikací věd přírodních.

K povolání lékařskému je třeba vedle pozitivních vědomostí a praktického umění jich využití také vysoké kvality mravní, lásky k bližnímu a z ní plynoucí obětavosti a zodpovědnosti za tělesné jeho zdraví. O tom nechť uvažují ti z vás, jež si chtějí toto povolání zvoliti.

Eugenika.

»Mějme na zřeteli, že nejkrásnějším rodovým odkazem, který mohou dáti rodiče svým dětem, jest, dají-li jim své vlastní zdravé tělo a zdravou duši. Nejšťastnější však bude pak i to potomstvo, které o sobě bude moci s rodovou pýchou říci, že se dobře narodilo, ježto zdědilo po svých rodičích výborné vlohy tělesné a duševní.«

Dr. A. Brožek: »Zušlechtění lidstva.«

Zákony dědičnosti, stanovené na rostlinách a zvířatech, platí v plné šíři i u člověka.

V kapitole o dědičnosti bylo uvedeno, že dědičnými jsou jednak znaky druhové, to je takové, jež nám umožňují zařaditi jedince

k určitému druhu, jednak některé znaky individuální, totiž takové, jimiž se liší jedinci téhož druhu navzájem.

Eugeniku zajímají dědičné znaky individuální. Jsou to znaky nejen tělesné, nýbrž i duševní. A mezi obojími jsou takové, jež mají k tělesnému a duševnímu zdraví člověka trojí vztah: a) jsou jim ke škodě, b) jsou pro ně více méně lhostejny, c) prospívají jim. Z těch eugenika věnuje zvláštní pozornost prvním a třetím.

U většiny dědičných vlastností nerozhoduje vnější životní prostředí. Dědí se neodvisle od něho, jsou-li dány na př. sňatkem k tomu podmínky v dědičném základě chromosomů. U jiných na př. u některých chorob infekčních — jichž příčina pochází ze zevnějšíku, uplatňuje se vnější prostředí potud, že může vyvolati uskutečnění zděděných vloh. Nedědí se tu tedy choroba sama, nýbrž pouze vloh k ní. Tak je tomu na př. u tuberkulósy. Dítě tuberkulózních rodičů se tedy rodí zdravé, avšak s vlohou k tuberkulóze. To znamená, že u něho tuberkulóza propuká spíše než u člověka, žijícího za týchž podmínek vnějších, avšak bez vlohy k tuberkulóze. Některé choroby infekční se zdánlivě dědí přímo. Platí to zejména o některých chorobách pohlavních. »Dědičnost« tato ovšem spočívá na infekci během vývoje v onemocnělé děloze a neřídí se tudíž zákony dědičnosti.

Eugenikou rozumíme snahu vědecky vyložit příčiny, rozhodující o tělesném a duševním zdraví lidstva, jakož i nalézt prostředky, jimiž by se toto zdraví upevnilo a povzneslo a vyloučeny byly všechny rušivé zjevy zdraví poškozující. Má tedy eugenika stránku teoretickou a praktickou.

Po stránce teoretické je speciálním úsekem nauky o dědičnosti, volíc si za studijní předmět člověka. Studium se tu děje ovšem poněkud jinak než u rostlin a zvířat. Tam je základem záměrný pokus — křížení. U člověka z důvodů etických a humanitních přímý pokus zpravidla provést nelze. Eugenik je odkázán na pokus, jež provede »příroda« sama, to je, studuje rodokmeny lidí, již ho zvlášť zajímají. Jsou to rodokmeny osob vynikajících vlastnostmi duševními (umělců, vědců) nebo rodokmeny rodin, v nichž se vyskytují lidé tělesně a duševně zatížení. Studium toto přineslo už bohaté ovoce poznání.

Po stránce praktické se eugenika snaží uplatnit teoretické poznatky k zušlechtění lidstva v praktickém životě. Prostředky, jimiž to chce dosáhnouti, jsou **positivní** i **negativní** povahy.

Positivními rozumíme ty, jimiž eugenika pracuje na skutečném zdokonalení, negativními jsou takové, jimiž hledí zameziti všemu, co zušlechtění brzdí.

Důležitým prostředkem eugenickým jsou vhodné sňatky, to je takové, z nichž dle zákonů dědičnosti lze se nadíti zdravého potomstva, jež určitou přednost tělesného a duševního zdraví rodičů do-

chová nebo i zvýší. Zkušenost mnohonásobně potvrzuje, že rodiče pocházející na př. z rodin uměleckých, vědeckých a pod., přenášejí tyto vynikající rodové vlastnosti i na potomstvo. Z našeho českého prostředí lze na př. uvést malířskou rodinu Mánesů. V ní největších úspěchů uměleckých dopracoval se Josef Mánes. Jeho otec a strýc však byli také vynikajícími malíři a matka jeho, pocházející z rodiny uměleckého truhláře, vnesla nepochybně do své rodiny rovněž uměleckou složku. A tak v jejich dětech (Josef, Kvido i Amalie) projevil se mírou zvýšenou vynikající vlohý rodičů. Podobně je tomu i s vynikajícími vlastnostmi tělesnými (pevné zdraví, dlouhověkost a j.).

Aby bylo lze úspěšně pracovat v tomto směru, doporučuje eugenika vedení rodinných kronik, jež by obsahovaly potřebná data. O významu rodinné kroniky napsal vynikající náš eugenik A. Brožek: Rodinný archiv s rodinnou kronikou, obsahující věrně, bez zamlčování i bez nadsázky psané životopisy členů, je prvním krokem k rodové profylaxi, spolu však i tou nejdražší rodinnou památkou, v níž soustřeďuje se naše úcta k předkům... Tak by zajisté rodinná kronika stávala stále před naše oči minulost i přítomnost rodu, jeho schopnosti i zásluhy, tu větší, tu menší, pro členy rodiny pak ale vždy události zvláštního kouzla i v tom případě, kdyby taková kronika byla plna utrpení a bolu. Rodová kronika byla by také tím nejmírnějším eugenickým opatřením, jež mělo by mnohem větší cenu než řada mírnějších i přísnějších opatření jiných, počínajíc státem neb společností doporučovaných neb nařizovaných zdravotních prohlídek snoubenců před sňatkem nebo zařizování státních zdravotních matrik a eugenických poraden.«

Jako vhodné sňatky přispívají k zušlechtění rodu, tak zase sňatky nevhodné působí degeneraci rodovou. A tu sahá eugenika k prostředkům negativním, doporučujíc, aby takovým sňatkům bylo zabráněno.

Smutnou bilanci dvou nevhodných sňatků znázorňují přiložená schemata. Obr. 62. a 63.

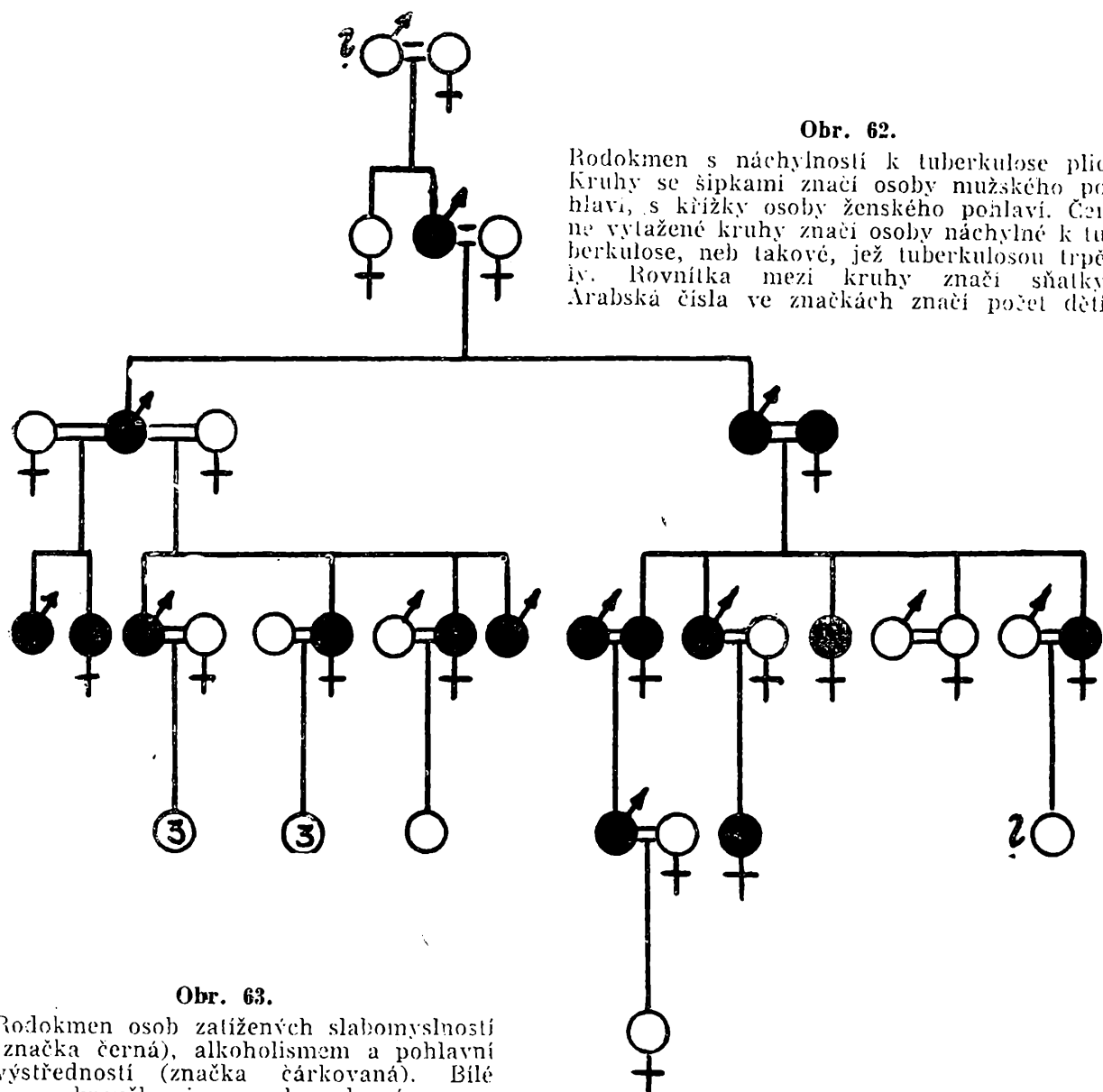
Pokud se týše sňatků mezi osobami pokrevně příbuznými, nelze zásadně proti nim ničeho namítati, je-li ovšem záruka, že rod, z něhož osoby pokrevně příbuzné pocházejí, je zdravý. (To se ovšem netýká sourozenců, kde sňatek je z důvodů mravních vyloučen.) Lze takovými sňatky vystupňovati i rodové přednosti. Leč dlužno připomenouti, že je tu třeba svrchované opatrnosti, neboť jen důkladným studiem rodu v několika generacích předešlých lze zjistiti, je-li rod naprosto zdravý a nemá-li nějakých nevhodných vloh povahy recessivní, jež se pak mohou projevit na potomcích rodičů zdánlivě zcela zdravých. S ohledem na to je záhodno pokrevenské sňatky spíše brzditi než je doporučovati ve snaze zvýšiti vynikající vlastnosti rodové.

Je přirozeno, že účinnější a člověka důstojnější jsou prostředky nenásilné, kde touha po zušlechtění potomstva vyvěrá z rozumového přesvědčení a zodpovědnosti k potomstvu a národu. To ovšem předpokládá hlubokou výchovu mravní.

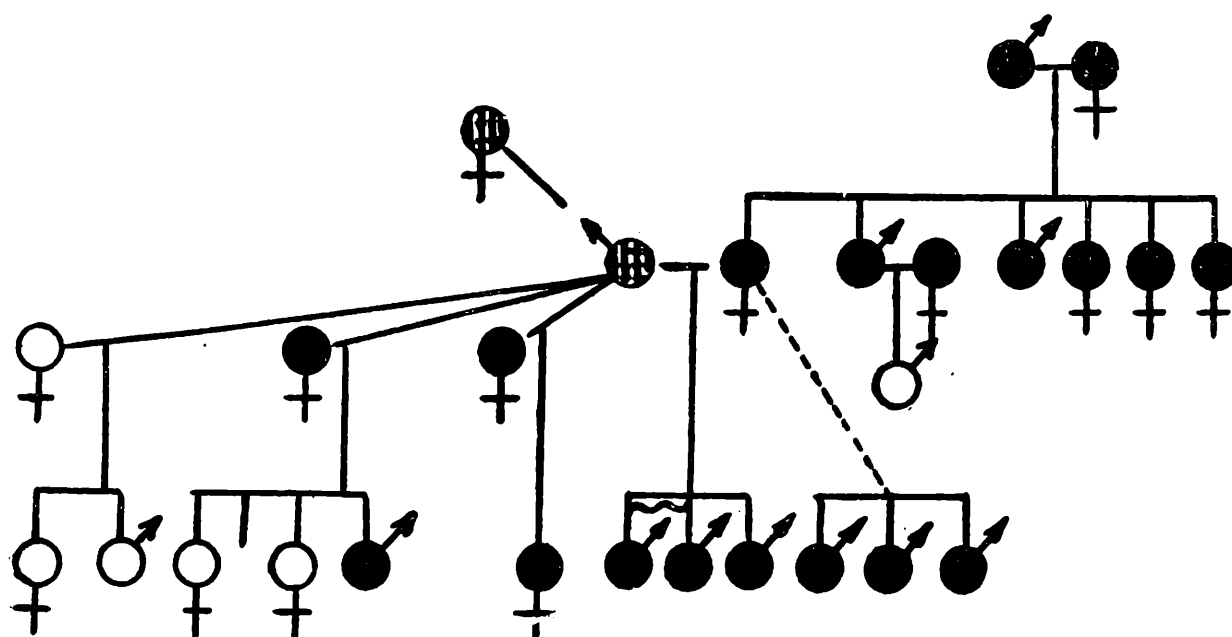
Výzkumnictví a věda přírodní.

Výzkumnictví v oboru zemědělské techniky je z největší části aplikovaná biologie. Má dvě stránky, pozitivní a negativní.

Positivní stránkou výzkumnictví je snaha získati na př. nové kulturní rostliny, nová chovná zvířata nebo zvýšiti výnosnost dosavad-



Obr. 63.
 Rodokmen osob zatížených slabomyslností (značka černá), alkoholismem a pohlavní výstředností (značka čárkovaná). Bílé kroužky jsou osoby zdravé.



ních. V těchto snahách se zejména uplatňuje nauka o dědičnosti. Na základě zákonů o dědičnosti lze předvídati zdar či nezdar zamýšlené práce výzkumnické. Nauka o dědičnosti poučuje také o prostředcích a metodách, jimiž je nutno pracovat. Je tudíž genetika přirozeným základem vědecké práce výzkumnické. Ovšemže v moderním výzkumnictví se uplatňují i jiná odvětví biologická. Při výzkumu půdy, jakožto zdroje rostlinných živin, se uplatňuje chemie, mineralogie i geologie. K úvahám o poměru rostlin k půdě o hnojení atd., daly podnět a vědecký podklad objevy fyziologie rostlinné.

Kulturní plodiny i domácí zvířata jsou velmi náchylné k degeneraci, jež se jednak citelně projevuje ve zmenšeném výnosu, jednak v malé odolnosti vůči vnějším nepřítelům, parazitům rostlinným i živočišným. Touto malou odolností trpí kulturní rostliny a zvířata daleko více než jejich divoce rostoucí a žijící příbuzní. Spočívá tudíž negativní stránka výzkumnictví hlavně ve snaze zabránit degeneraci a ve vyhledávání prostředků, jimiž by bylo lze snížit nebezpečí parazitismu hubením škůdců. Uplatňuje se tu opět genetika, která ukazuje, že křížením druhů kulturních s příslušnými druhy divoce rostoucími se podstatně zvyšuje odolnost míšenců. V boji proti rostlinným i živočišným škůdcům se uplatňuje zejména studium biologie těchto škůdců, dále chemie, která poučuje o látkách ochranných a jejich výrobě a užití.

Přehled nejdůležitějších rostlin kulturních.

O vzniku zemědělství nemáme přesných zpráv. Člověk diluviální v našich krajích ho ještě neprovozoval, živě se lovem a sbíraje na nejvyš náhodile jedlé plody sporé tehdejší vegetace. Už však v neolitu se náhle objevuje v Evropě řada kulturních plodin dosud pěstovaných. Lid neolitický, jak ukazují zbytky po nákolních stavbách, pěstoval pšenici, ječmen, proso, len, hrách a mák. Toto náhlé objevení řady kulturních plodin svědčí pro domněnku, že kulturní plodiny byly do Evropy doneseny novým lidem z nějaké staré kulturní oblasti. Takovou starou kulturní oblastí byla Přední Asie. V tamních krajích byly objeveny divoce rostoucí předkové řady nejrozšířenějších našich kulturních rostlin, zejména obilnin. Tam roste divoká forma žita, pšenice, ječmene, hrachu, čočky a jiných. Za vlastní kolébkou zemědělství považuje se Mesopotamie. Jinými středisky zemědělskými byly Čína, Indie, Egypt a v Americe náhorní plošiny jihoamerických And.

a) Obilniny.

Pšenice. Původních rostlin, z nichž byla vypěstována pšenice, bylo asi několik (původ polyfyletický). Pěstovaných odrůd je několik set. Do kultury byla vzata nepochybně v Přední Asii. V Evropě se pěstuje zejména v zemích jihovýchodních. Ze zemí mimoevropských produkcí pšenice vyniká Indie, Egypt a Kanada. Asi $\frac{1}{5}$ orné půdy země je ročně oseta pšenicí.

Žito je mladá kulturní rostlina. Do Evropy je přinesli v době bronzové snad národové slovanští z východu. Za mateřskou rostlinu pěstovaného žita se považuje též druh divoce rostoucí v Přední Asii, avšak s rozpadavým klasem. Nejvíce se pěstuje v Rusku, v Německu a v Polsku. U nás se vypěstuje tolik žita, že jím může býti hrazena domácí spotřeba a ještě zbude pro vývoz.

Ječmen je prastará kulturní rostlina, snad nejstarší obilnina vůbec. Za původní typ považuje se forma rostoucí divoce v Přední Asii. Nejvíce ječmene vypěstují Spoj. státy, v Evropě Rusko. U nás se vypěstuje ječmene více, než se spotřebuje. Vyváží se zejména kvalitní ječmen sladařský.

Oves je nejmladší obilninou. Původ jeho je stejný jako u pšenice asi polyfyletický. Do Evropy jej přinesli pravděpodobně Slované. V ovsu kryje naše zemědělství domácí spotřebu a něco lze ještě vyvézt.

Kukuřice pochází z Ameriky, kde byla nalezena již v hrobech starých Inků a Aztéků. Do Evropy ji přivezli Španělé. Nejvíce jí produkují Spoj. státy severoamerické. V Evropě se pěstuje v jižních a jihovýchodních zemích. U nás dozrává na Slovensku. Polovinu spotřeby hradíme dovozem. Původ kukuřice je dosud záhadný.

Proso (obilky nazývají se jáhly) je stará kulturní rostlina, jmenovitě u starých Slovanů oblíbená. Divoká forma není známá. Hojně se pěstuje v tropech afrických i indických. U nás se proso pěstuje hlavně na Slovensku. Musíme však ještě značné procento dovážeti.

Rýže roste divoce v Číně a ve Východní Indii, kde byla vzata do kultury, a je tam dosud nejrozšířenější potravinou. V Evropě se pěstuje v Itálii. K nám se dováží ročně na $\frac{1}{2}$ mil. q rýže.

b) Okopaniny.

Brambor (Lilkovité) je původu jihoamerického, kde byl pěstován již před příchodem Evropanů. Do Evropy byl přivezen v 16. stol. U nás se pěstování ujalo až koncem stol. 18. Dnes představuje jednu z nejdůležitějších plodin evropských a jmenovitě v dobách nedostatku je »paladiem proti hladu«. Po Rusku pěstuje nejvíce bramborů Německo a Polsko. U nás se pěstují zejména v krajích hornatějších s chudou půdou (Českomoravská vysočina). U nás výroba kolísá. Zpravidla však lze ještě menší přebytek vyvézt. Dovážejí se hlavně brambory rané. Brambory jsou pokrmem lidí, krmivem pro dobytek, surovinou lihovarů a škrobáren.

Cukrovka (Merlíkovité) roste divoce jako jednoletá rostlina na pobřeží středomořském a atlantském. Cukernatost její byla objevena teprve ve stol. 18. V Čechách vznikl první cukrovar r. 1800 na Zbraslavi. Vlivem Napoleonova systému kontinentálního výroba rychle vzrostla. Nejvíce cukru vyrobí Německo, Rusko a Československo. Československá výroba je řízena hlavně na vývoz. Cukru řepnému silně konkuruje cukr vyrobený z **třtiny cukrové** (Trávy), jež pochází z Bengálska, kde byla odedávna pěstována. Koncem středověku dostává se do Orientu. Dnes největší plantáže jsou na ostrovech západoindických (Kuba, Jáva).

Čekanka (Složnokvěté) pěstuje se hlavně v Čechách. Pracuje se také pro vývoz. Kořen se suší a zpracuje se pak při výrobě kávových náhražek.

Z ostatních okopanin pěstuje se u nás krmná řepa, tuřín, vodnice a krmná mrkev.

c) Luštěniny.

Luštěninami nazýváme plodiny z čeledi Motýlokvetých, pěstované pro semeno. U nás se pěstují hlavně **hrách, fazole, čočka, bob, lupina, peluška, vikev**. Čočka se sklízí hlavně ve vých. části republiky. Pěstování je kolísavé. Většinou

se dovází. Pěstování hrachu kryje domácí spotřebu. Některé motýlokvěté se u nás pěstují pro kvalitní píci a jakožto zelené hnojivo. Jsou to **jetel**, **vojtěška**, **vičenec**, **úročník**.

d) Koření.

Z našich domácích rostlin poskytují koření hlavně některé okoličnatky: **anýz**, **fenykl**, **kmín**. Nejrozšířenější z nich — kmín — se ještě dovází. Něco **papriky** (Lilkovité) se vypěstuje na Slovensku. Většina koření se pěstuje v tropech. Nejvíce koření dodává tropická Afrika a přilehlé ostrovy a souostroví Malajské. **Pepř** (Pepřovité) se dovází hlavně z Indie, **hřebíček** (Myrtovité) a »**nové koření**« (**pimentovník**, Myrtovité) ze Zanzibáru, **muškátový oříšek** a »**květ**« (**muškátovník**, Macizeňovité) ze souostroví malajského, **skořice** (**skořicovník**, Vavřínovité) z Ceylonu, **zázvor** (Zázvorovité) z Číny, **vanilka** (Vstavačovité) ze Střední Ameriky.

e) Rostliny poskytující drogy; tabák.

Mák setý roste divoce ve Středozeří a v Malé Asii. V nákolních stavbách byl již nalezen. Z mléka, jež roní nezralé makovice, dělá se **opium**, obsahující alkaloid morfin, kodein a j. Opium je důležitým léčivým prostředkem. Zneužívá se ho ke kouření (Čína). U nás se pěstování na výrobu opia nedaří; pěstuje se za tím účelem v Orientě, v Japanu, v Číně a v Turecku. Z ostatních mimoevropských drog dlužno jmenovati **kokain**, jež poskytuje **koka** (Kokovité). Užívá se ho k místnímu »umrtvování«. **Chinin** poskytuje **chinovník** (původu jihoamerického), pěstovaný dnes ve všech tropech. Je důležitým léčebným prostředkem proti malarii. Z našich rostlin poskytuje drogy **náprstník** (Krtičníkovité), chovající prudce jedovatý digitalin, užívaný při některých chorobách srdečních, dále **ruřik**, obsahující alkaloid **atropin**, používaný v lékařství očním, **blín**, poskytující alkaloid **hyoscyamin** užívaný k léčení cest dýchacích; podobně se užívá **daturinu** z **durmanu**. Krom náprstníku náleží všechny naše zmíněné drogy do Lilkovitých. Tamtéž náleží **tabák**, pěstovaný ve dvou druzích: **l. viržinský** a **selský**. Domovem jejich jsou tropy americké. Obsahuje alkaloid **nikotin**. Kouření přejali Evropané od Indiánů po objevení Ameriky. V Evropě se pěstuje hlavně na jihovýchodě. Největší produkci vykazují Spojené státy severoamerické. U nás pěstování tabáku a jeho zpracování podléhá státnímu monopolu. Pěstuje se na Slovensku. Spotřeba se však z poloviny hradí dovozem.

f) Rostliny olejnaté a kaučukodárné.

Rostlinných olejů se hlavně užívá k výrobě umělých tuků, mýdel, stolních olejů a j. Náš dovoz rostlinných tuků je veliký, proto se intenzivně hledají rostliny olejnaté, jež by se daly u nás pěstovati. Doporučuje se pěstování **řepky**, **olejného lnu**, **soje** (Motýlokvěté),

slunečnice, konopí, hořčice, skočec a olejné tykve. V tropech, ev. v subtropích se pěstují pro olej **podzemnice** (»burské oříšky« — **Motýlokvěté**), **oliva, palma olejná a kokosová, soja.**

Kaučukodárných rostlin je řada. Nejvydatnější jsou **hevea** (Brazílie) a ještě některé jiné rostliny Pryšcovité, **landolfie** (Brčálovité, Afrika).

g) Rostliny sloužící k přípravě nápojů.

K přípravě nápojů poskytují **kávovník (Mařinovitě)** a **kakaovník (Kakaovníkovité)** semena, **čajovník (Čajovníkovité)** listy. Obsahují alkaloidy působící v malém množství podráždění nervů (coffein, theobromin, thein). Divoký kávovník roste v Habeši. Dnes největším dodavatelem je Brazílie. Čajovník byl vzat do kultury ve Východní Asii. Hlavním dodavatelem je Indie a Ceylon. Kakaovník pochází z Již. Ameriky. Nejvíce kakaa dodávají kraje kol zálivu Guinejského.

Surovinou pro výrobu piva je slad a chmel (**Konopovitě**). Světové pověsti se těší náš chmel žatecký a pivo plzeňské. Náš slad, chmel i pivo se vyvážejí. K výrobě vína slouží plody **révy vinné (Révovitě)**. Celková výměra vinic v Československu činí přes 17 tisíc ha, z toho přes polovinu připadá na Slovensko. R. 1933 bylo u nás vyrobeno na 350 tisíc hl vína a k tomu ještě na 80 tisíc hl bylo dovezeno.

K výrobě alkoholických nápojů je třeba **kvasinek**. (Viz systém.)

h) Zelenina.

Zelenina má podobné užití jako koření. Zvyšuje chuť pokrmů, pojídá se při těžších jídlech jako salát. Výživnost její není zpravidla veliká. Nejvíce druhů zeleninových poskytují **Křížaté, Okoličnaté a Liliovitě** a některé **Tykvovitě (okurka, meloun)**.

ch) Ovoce.

Naše ovoce poskytuje především řád **Růžokvětých**, částečně **Srstkovitých (rybíz, angrešt)**, **Révovitých** a **Ořešákovitých**. Většina našeho ovoce je původu předoasijského. Více tepla požaduje »ovoce jižní« (oranže, citrony, fíky). Z tropického ovoce dlužno vzpomenouti plodů některých **palem**, zejména **datlové a kokosové, kanánu (Banánovitě)**, jež dodává hlavně Střední Amerika, **chlebovníku (Morušovitě)** a papaje či **stromu melounového** v Tichomoří.

Naše ovocnářství, byť velmi vyspělé, nedosahuje výše ovocnářství západoevropského. Chybí organisace prodejní a výběr sort.

Chov domácích zvířat.

O počátku chovu domácích zvířat nemáme zpráv přímých, neboť byla ochočena v době prehistorické. Nicméně některé zprávy nepřímé, jimiž jsou především pozůstatky — hlavně kosti — zvířat,

nalezené v kulturních vrstvách, kresby a rytiny z doby prehistorické, dovolují nám u mnohých zvířat domácích zjistit alespoň přibližně původ a místo ochočení.

Příčinou, proč člověk ochočoval zvíře, nezdá se býti užitek, který mu zvíře později poskytlo, nýbrž vrozená snaha zmocnit se a ochočit zvíře volně žijící, jak to můžeme dosud pozorovati u primitivních národů. Zdá se, že užitek byl příčinou teprve druhotnou, která zvíře v dalším chovu udržela, neboť většinu užitkových vlastností získala zvířata teprve chovem, nebo teprve za chovu byly tyto vlastnosti poznány. Chov domácích zvířat asi předcházela pěstování kulturních rostlin.

Z počátku žila zvířata při člověku ve stavu polodivokém, asi takovém, v jakém žije na př. **kur domácí** u černochů afrických nebo **sob** u Laponců. Majitel o zvíře nepečuje, nekrmí ho a nehromadí pro ně na nepříznivou dobu roční potravy. Zvíře je obyčejně ochočeno jen zpola a zdržuje se při obydlích lidských; užitek z něho přirozeně není takový jako u zvířat ochočených zcela. Tak tomu bylo u člověka prehistorického, pokud se živil lovem. K intenzivnějšímu ochočování a prohloubení chovu zvířat s úmyslem, aby zvíře poskytlo hmotný užitek, došlo patrně teprve tehdy, když si lovec zvolil pevná sídla a počal se živiti zemědělstvím. Tu se zvíře stává vydatným pomocníkem v práci, jakož i svým masem doplňuje potravu rostlinnou.

Člověk doby starokamenné zvířat domácích, zdá se, nepěstoval vůbec. Zvířat se zmocňoval lovem. Kostí, jež zbyly v odpadcích, pocházejí ze zvířat, jež se ochočiti nedají a není jiných známek, jež by poukazovaly na chov zvířat ochočených.

Teprve v mladší době kamenné byla některá zvířata chována. V kjökenmödingách dánských jsou kosti chovaných zvířat zřejmě ohlodány **psy**, jichž kosti byly rovněž v nich nalezeny. Pes pomáhal člověku nepochybně v lovu a jeho maso bylo i pojídáno. Tamtéž byly nalezeny i zbytky **tura**. Všeobecně rozšířenými zvířaty domácími byl pes i tur v době staveb nákolních. Tamtéž se objevují zbytky **koz a ovčí, vepřů** a vzácně i **koně**.

I když v následujících dobách, bronzové a železné, ojediněli národové domácích zvířat nepěstovali, lze souditi, že chov se rychle rozrůstal.

V Asii, ve staré kulturní zemi, byla domácí zvířata nepochybně chována mnohem dříve než v Evropě. Z písemných zpráv ze staré Číny se dovídáme, že **skot, kůň, vepř, pes** i **ovce** byli chováni již všeobecně ve 4. stol. př. Kr. Jiným střediskem domestikace je Mesopotámie, kraj osídlený od pradávna národy rolnickými.

Soudí se, že nejstarší pokusy o domestikaci zvířat sahají až do 8. tisíciletí př. Kr.

Staří Egypťané, jakožto rolníci, chovali domácí zvířata od prvních dob, z nichž máme o tomto národě zprávy. Chovali **tura, ovce, osly, psy, kočky**, později **keně** a teprve ve 4. stol. př. Kr. **velbloudy**. Z domácích ptáků chovali **husy** (cpali je též šíškami) a **holuby**. Římané a Řekové přejímali domácí zvířata z Babylonie i Egypta a, pokud to podnebí dovolovalo, pěstovali téměř všechna zvířata tam ochočená.

Poměrné málo chovných zvířat dodala Amerika. V Evropě se ujal pouze chov **krocana**.

Chov zvířat kožišinných.

Kožišiny sloužily člověku za prvotní oděv. Později se stala kožišina cenným doplňkem oděvu i ozdobou. Až do našeho století se užívalo téměř vesměs kožišin zvířat ulovených. Nutnost chovu vyplynula teprve ze zvětšené potřeby a z rychlého ubývání divoce žijících zvířat. Nynější chov má tři stupně: 1. zvířata se chrání zákony nebo smlouvami (**lachtan medvědí**, poskytující vzácný sealskin, je chráněn a jeho lov regulován v severním Tichomoří úmluvou mezi Spoj. státy severoam., Japonskem a Ruskem). Zvířata šuchozemská jsou chráněna rezervacemi (**sobol** v Sibiři, **čincily** a **nutrie** v Již. Americe). 2. Zvířata jsou chována v ohrazených oborách. 3. Zvířata jsou držena na farmách. Tak jsou chovány na př. »**modré**« a »**stříbrné**« **lišky**. Stříbrná liška je vlastně pouhou odrůdou lišky obecné. Oproti ní má však černou kožišinu, jejíž pesíky mají bílé lesklé pruhy. Vyskytuje se divoce v Kanadě a v Sibiři. První farmy byly zřízeny v Americe. V Československu je jich v současné době několik. Liška modrá je varietou bílé lišky lední. Ze šelem kunovitých chovají se na farmách **norci** a severoameričtí **skunkové**, z medvědovitých malí severoameričtí medvídci **myvalové**. Z hlodavců se osvědčily v chovu jihoamerické **nutrie** pro svou nenáročnost a velkou plodnost. Z vačnatých chovají se **vačice**. Jakožto domácí zvířata chovají se pro kožišiny někteří **králíci**, jichž se užívá přímo nebo se jimi imitují kožišiny dražší, a **ovce karakulské**, jichž jehňata skýtají drahocenný persian.

Přehled domácích zvířat, poskytujících maso, mléko, vlnu, vejce a jiný užitek.

Pes je patrně nejstarším domácím zvířetem vůbec, jehož ochočení se událo na přechodu mladší a starší doby kamenné. Jeho původ není dostatečně objasněn; za původní zvířata, z nichž byl vychován, považují se vlci, někdy také šakali. Vynikající vlastností je velká přichylnost k člověku. Pro lehký spánek je pes výborným nočním hlídačem. Cenné služby prokazuje jako ochránce stád a zvířetázný. Pro vytrvalost, houževnatost, životní tuhost a nenáročnost stal se nepostradatelným průvodcem člověka při výzkumech v krajích polárních. (Amundsen, Shackleton.) Bohatá je řada psích ple-

men (vyjmenujte některá). Asi zdivočelým psem je **dingo** v Australii a pes **paria** v Orientě.

Kočka domácí se odvozuje od kočky plavé, žijící divoce v sev. Africe, hlavně v Nubii. Ochočili ji staří Egypťané, jimž byla zvířetem posvátným (mumie). Římané ani Řekové jí, zdá se, nechovali. V chytání myši ji nahrazovala fretka. Kočka nejeví daleko té příchýlnosti k člověku jako pes a nedá se také do té míry ochočiti. S tím nepochybně souvisí, že se v chovu rozčlenila v poměrně málo plemen. Pro okrasu chovají se bílé **kočky siamské**, dlouho- a jemnosrsté **kočky angorské**.

Vepř je odvozován od **vepře divokého** a **vepře páskového**. První žil kdysi po celé Evropě a v rozlehlých oblastech asijských. Dnes žije divoce jen v pralesnatých částech; jinak je chován v obořích. Druhý žil kdysi rovněž v Evropě, nyní se vyskytuje v jižní Asii. Nejstarší domácí vepři jsou známi ze staveb nákolních. Nyní se pěstuje řada plemen. Nejrozšířenějším je **vepř yorkshirský**. Domácí naše produkce kryje téměř úplně spotřebu masa. Vepřové sádlo se však dováží.

Tur domácí pochází od **tura divokého** (*Bos primigenius*), dnes vyhubeného. Žil v době poledové v širokých oblastech evropských i asijských. Poslední kus tura divokého zašel r. 1627 v Polsku. O divokých turech v naší vlasti zmiňuje se kronika Dalimilova a o jejich někdejším rozšíření svědčí řada pojmenování (Tuří, Tuřany a j.). Ochočen byl v jižní Asii a obyvatelstvo neolitické přivedlo jej do našich krajín už ochočeného. Zajímavým zjevem je zdivočení tura domácího v jihoamerických pampách, kde byl svého času zvířetem naprosto bezcenným. Jakožto zvíře hojně pěstované a za různých podmínek životních, poskytl řadu plemen. U nás jsme bývali v posledních letech před válkou v hovězím mase soběstační. R. 1933 bylo u nás chováno téměř 4 $\frac{1}{2}$ milionu kusů hovězího dobytka.

Ovce domácí. Původ ovce domácí je polyfyletický, neboť vznikla chovem a zkřížením několika druhů **divokých ovcí** a **muflonů**. V jeskynních kresbách z mladšího paleolitu není znázorněn žádný divoký druh ovcí, nežily patrně tehdy v Evropě. Za to již v neolitu byly hojně chovány. V Řecku (Illias) i ve starém Římě ovce byly chovány. Dnes nejvíce ovcí má Austrálie (90 milionů). Austrálie dodává $\frac{1}{4}$ světové produkce vlny. Australský chov ve velkém podlomil chov evropský. U nás je chov ovcí rozšířen na východě, kdežto na západě je v úpadku. V republice bylo před válkou chováno na $\frac{1}{2}$ mil. ovcí, z čehož 70% připadalo na Slovensko. Ročně se dováželo na $\frac{1}{4}$ mil. q vlny. Nejlepší vlnu poskytuje **ovce merinová**, chovaná ve Španělsku a ve Francii.

Koza domácí odvozuje se od **kozy bezoarové**, žijící divoce v Přední Indii a od vymřelého druhu **Capra prisca**. Dnes je známo 13 plemen. Pro svou nenáročnost a odolnost je zvířetem chovaným v chudých krajích horských i chudšími vrstvami městskými.

Z lichokopytníků přežvykujících byli dále ochočeni **zebu** (Indie), **bůvol** (bažinaté kraje indické; v Evropě se chová též v Itálii), **gayal** (v Indočíně), **yak** (v Tibetě). Z parohatých byl ochočen **sob** v krajích arktických, z velbloudovitých **velbloud** a **lama** (Již. Amerika).

Králík má svého přímého předka v **králíku divokém**, jež lze snadno ochočiti, avšak také snadno opět zdivočí (tak je tomu na př. i u nás a zejména v Australii, kde se stali pravou trýzní). Je jedním z nejmladších domácích zvířat vůbec a jeho ochočení spadá teprve do konce středověku. Patrně byl ochočen ve své původní domovině ve Španělsku a na přilehlých ostrovech. Chová se v rozličných rasách pro maso a kožišinu, jež je levným materiálem imitačním a slouží též k výrobě plsti.

Kur domácí odvozuje se od **kura bankivského**, žijícího v lesích v jihovýchodní Asii. Lze jej snadno ochočiti a již v divokém stavu tvoří četné variety. Do chovu byl vzat patrně v Indii kol 2. tisíciletí př. Kr. Do západní Asie a Evropy dostává se však značně pozdě (v době válek perských). Ve starém Římě a Řecku byl považován za zvíře posvátné (drůbež na Kapitolu v Římě) a obětní (Sokrates žádal před smrtí, aby byl obětován bohům kohout). Dnes se chová hlavně pro vejce a maso. Nejvíce vajec vyváží Polsko, Rusko, Dánsko a Itálie.

Krocan domácí byl ochočen z **krocana divokého**, žijícího dosud ve Střední Americe. Do Evropy se dostal ve stol. 16. Chová se pro výborné maso hlavně v Anglii.

Kachna domácí byla ochočena z **kachny divoké**, žijící ve všech zemědělech krom Austrálie. Ochočení její se přikládá Římanům kol Kristova narození.

Husa domácí odvozuje se od **husy popelavé**, hnízdící ve střední Evropě. Již Homér se o husách zmiňuje. Také ve starém Římě byly husy chovány (husy kapitolské). Krom masa poskytuje také peří.

Holub domácí vznikl z **holuba skalního**, jenž žije na pobřeží moře Středozemního. Místem jeho ochočení je východní Středomoří. Egypťané jej chovali obecně již ve 3. tisíciletí př. Kr. Do našich krajů byl přivezen v době křížáckých válek. Byl vypěstován v mnoho plemen (asi 100). Chová se pro maso a k některým speciálním účelům (válečné zpravodajství).

Kapr domácí. Za jeho původní vlast se považují řeky, tekoucí do moře Kaspického a Černého, kde žije divoce. Do našich krajů se dostal vlivem klášterů (postní jídlo). O třeboňském chovu je zmínka již ze stol. 15. Jižní Čechy jsou dosud středem chovu kaprů vynikajících jakostí a evropské pověsti. Z ostatních ryb pěstují se v rybnících ještě **líní** a do horských potoků se nasazují **pstruzi**.

Včela. Chov včel je starý a v Evropě se vyvíjel zvolna. Nejprve byl med vybírán včelám divokým, hnízdícím ve skalách a dutých stromech. Již v tomto stadiu včelaření byly zachovávány zákony, jež

určovaly vlastníka divokých včel. Med byl původně jediným surovinou a surovinou k přípravě oblíbené medoviny (alkohol, nápoj, připravovaný zkvašováním medu). Později byly části dutých kmenů se včelami přenášeny k obydlím lidským (odtud starý a dosud udržovaný název pro úl — »špalek«). Moderní včelařství opírá se o dlouhou zkušenost a o vědecké studium biologie včely. R. 1932 bylo u nás na 650 tisíc včelstev.

Bourec morušový je domovem v Číně, kde jeho chov začal již v třetím tisíciletí př. Kr. Podmínkou chovu je moruše bílá, jež mu svými listy skýtá žír. Jelikož ji lze pěstovati i v pásmu mírném, rozšířilo se pěstování hedvábníka i v Evropě, zejména v jižní (Itálie, Francie). Také u nás v teplejších polohách lze jej pěstovati. Pěstování propaguje u nás Hedvábnický ústav v Hradci Králové, který zasílá vajíčka hedvábníka, jakož i sazenice moruší.

Škůdcové z říše rostlinné a živočišné.

Již v kapitole o psychologii zvířat bylo řečeno, že zvíře, nejednajíc svobodně, nemůže býti ani dobrým ani zlým ve smyslu lidském. Nelze tudíž ani pojem zvíře — »nepřítel« ztotožňovati s pojmem »nepřítel« — člověk. Zvíře, žijící pudově, ovšem mnohdy člověku škodí. Nicméně dlužno si uvědomit, že i škoda, kterou zvíře člověku působí, je zpravidla relativní. Zmije se pokládá všeobecně za velmi škodlivé a nebezpečné zvíře a přece uštkne jen tehdy, je-li vědomě či nevědomky napadena. Naproti tomu je užitečná, pohubíc mnoho myší. Vrány a havrani jsou škůdci lovcovými, hubíce mladou zvěř, jsou však, jak bylo pokusně zjištěno, pomocníky rolníkovými, pohubíce mnoho škodlivého hmyzu. Někteří přírodopisci pak tvrdí, že tito ptáci ani na zvěři příliš neškodí, hubíce především zvířata slabá a neduživá, vyřazujíce je z dalšího rozmnožování a bráníce tak degeneraci. Naproti tomu je rolníci v zimě také hubí, poukazujíce na jejich škodu, již působí na ozimech. Povšechně lze říci, že není zvířete jen škodlivého a jen užitečného. Některá zvířata méně, jiná více člověku škodí, nebo mu prospívají. Zpravidla však o škodě či užitku usuzujeme zcela povrchně, dívajíce se na zvířata pod úzkým zorným úhlem vlastního prospěchu.

Na přírodu je třeba dívati se s hlediska co nejširšího. Pak se nám projeví jako **harmonický celek**, v němž vládne podivuhodná rovnováha, jež je výsledkem dlouhého vývoje. Každý druh rostlinný i zvířecí má tu »vykázanu« jistou »úlohu« a jeho rozmnožování je udržováno okolím v určitých mezích. Dostaví-li se výkyv nahoru či dolů, ihned okolí na to reaguje, jakoby snahou uvést vše zase do stavu původního. Je běžným zjevem, že rozmnoží-li se v některém kraji nadmíru někteří tvorové, objeví se v témž kraji v zápětí ve zvýšené míře i jejich nepřátelé, kteří se buď přistěhovali či při hojnosti potravy se vydatně rozmnožili.

Rovnováha v přírodě bývá nejčastěji porušena uměle člověkem. Ve snaze využít co nejintenzivněji půdy, byly vysekány a rozorány křovinaté stráně a v lesích byly z důvodů racionelních vykáceny duté stromy. Obojím byla zničena přirozená hnízdiště řady ptáků hmyzožravých. To je nepochybně jednou z příčin nadměrného rozmnožování hmyzu, jenž ničí nezdědka rozsáhlé porosty lesní i kultury polní.

Mnohdy umělý zásah člověka do rovnováhy přírodní vede k překvapujícím zjevům. Zvířata i rostliny zanesené jím do nového prostředí buď hynou, nesnášejíce dobře klima nebo konkurenci okolí, nebo se stává i opak. Klima jim vyhovuje a nepřítel není. Pak se taková zvířata i rostliny nadměrně rozmnoží, stávajíce se metlou člověka i jeho kultur. (Zdivočelý králík v Australii, krysa pižmová u nás, vrabec v Kanadě, douška vodní v našich vodách.)

Průmyslová výroba a vědy přírodní.

Průmysl má dvojí vztah k vědě přírodní a to jako obor lidské činnosti, pracující se surovinami obou říší přírodních, jednak využívá intenzivně poznatků přírodních věd, jmenovitě anorganické jejich části — chemie a fyziky.

Když hledá některé odvětví průmyslové nové suroviny, dotazuje se příslušného oboru věd přírodních. Botanikové jsou na př. dotazováni, kterých rostlin by se dalo použití k výrobě třísla, kaučuku a pod. V době obou světových válek hledali biologové v zemích, v nichž se projevil nedostatek některých surovin, suroviny náhradní.

Ještě intenzivněji a hlouběji zasahují do průmyslové výroby některé teoretické poznatky přírodovědecké. Rozvoj průmyslu se zakládá na několika důležitých objevech fyziky (parní stroj, elektřina a j.). Při hledání nových zdrojů surovin hornických, při hledání pramenů, minerálních vod, při větších stavbách vodních a pozemních jsou žádáni o dobrozdání geologové, mineralogové a geofyzikové. Rozhodující je úloha chemie v celé řadě odvětví průmyslových.

Připomeneme-li si pak, že náš stár je vysoce průmyslový, kde tolik lidí nachází obživu v průmyslových závodech, vynikne pro nás vztah mezi technikou a vědami přírodními ještě výrazněji. Je třeba, aby tento vztah se uplatňoval nejen v tom, že československý přírodovědec se vynasnaží o získání poznatků užitečných pro praxi průmyslovou, nýbrž také v tom, že československý průmysl, oceňuje tuto práci, bude ochoten k hmotným obětem ve prospěch československé přírodovědy a vědy vůbec. Bylo by žádoucí, aby tento poměr se vyvíjel tak, jako na př. v Americe, kde průmyslníci jsou zakladateli a štědrými podporovateli vědeckých ústavů.

Rejstřík jmenný a věcný.

- α Centauri: 38
 α částice: 17
 Abiogenese: 37
 Absolon: 130
 Agglutiny: 137
 Akacie: klíčíci 80, 81
 Albert: Vel. 34
 Algonkium: 30, živočišstvo 85
 Alkoholismus: 142
 Allantois: 64
 Alluvium: 31
 Alpy: 29, 33
 Altamíra: 126
 Amitosa: 57
 Ammoniti: 118
 Amnion: 64, 65
 Amniota: 65
 Amoeba: 39, pohyb 101
 Amphioxus: 120
 Ampuly: 96
 Analogie: 48, 83
 Anamnia: 65
 Anatomie: 41, vývoj 47, srovnávací 48, 82
 Andy: 33
 Antheridie: 58
 Anthropozoikum: 31, 33
 Antisepse: 136
 Antitoxiny: 137
 Antropomorfismus: 93
 Aplacentalia: 65, 122
 Archaeopteryx: 85
 Archaikum: 30 a násl.
 Archegonie: 58
 Archeologie: 123, vývoj české a. 130
 Aristoteles: 34, 76, 87, 133
 Arrhenius: 38
 Asepse: 136
 Asimilace: 43, 48
 Astrologie: 6
 Astronomie: původ 6, 11
 Aťavismy: 81
 Atom: 13, umělé rozbíjení 21, 23
 Augustin: 77
 Autofonie: 37
 Autotrofie: 48
 Auxin: 75
 Avogadro: 14
 β částice: 17, 18
 Babák: 57
 Baco: 34
 Bacon: 35
 Bayer: 76
 Bakterie: 111
 Bakteriologie: 136
 Balbín: 35
 Basidie: 112
 Bateson: 76
 Bayer: A. 87
 Becquerel: 13
 Bennettiaceae: 84
 Bernard: Cl. 56 76
 Bezlebeční: 120
 Běhák: 82
 Bičíkovci: 115
 Bílkoviny: 43, 46
 Biogeografie: 86
 Biologie: 11, dějiny 34, vývoj české b. 35, obsah 40, cíl 40, metody 40, discipliny 41, obecná 41, stupně studia 41
 Black: 124
 Blána: buněčná 46, klkatá 65, ovčí 65
 Blastocoel: 63
 Blastula: 63
 Blefaroblast: 102
 Boj: o život 78
 Boltec: 97
 Botanika: původ 6, 11, 41
 Bourec: 151
 Brambor: 144
 Braun: 78
 Broglie de: 24
 Bronz: 30
 Brown: 14, 76
 Brožek: 16, 139, 141
 Brzlík: 73, 74
 Břichonožci: 118
 Bůh: 39
 Buchtela: 130

Buňka: 43—46, zrání b. pohi. 60, dělení 57, dělení redukční 61, polová b. 61, zralá 63, gangliová 90, svaťová 102, kostní 109, chrupavková 110

Bůvol: 150

Býložravci: 48

Camerarius: 76

Canalis: neurentericus 91

Centriol: 45

Centrosom: 46

Cirkulace: plasmy 100

Coelom: 63

Columella: 97

Corda: A. 35

Correns: 76

Cukr: 43

Cukrovka: nemoc 74, rostlina 144

Curie: 13

Cuvier: 78

Cykasovité: vývoj 85, 114

Cytologie: 41

Cytoplasma: 45

Čajovník: 146

Čára: postranní 98

Čekanka: 144

Čelakovský: 48, 87

Čepovec: 109

Černý: J. 86

Červi: kutikula 104, soustava 116, vyšší 117, kroužkovití 117

Červinka: 130

Červoři: 121

Středohoří: České 29, 33

Činčila: 148

Číslo: atomové a pořadové 19

Čistokrevnost: 69

Čivost: 88

Členovci: ústrojí ústní 52, 118

Člověk: a příroda 11, 85, 122 a násl., neandertálský 124

Čočka: 95

Čtvrtohory: 31, 33, 86

Dalton: 14

Darwin: 76, 78, 87

Darwinismus: 78

Decandolle: 47

Decidua: 65

Dedukce: 10

Dědičnost: 68 a násl., zákony 68 a násl., smíšená či intermediární 71, získaných vlastností 68, 77, 87

Dělení: buněk přímé a nepřímé 57, redukční 61

Démant: prosior. mříž 15

Demänová: 32

Demokrites: 13

Dendrit: 90

Devon: 31

Diasťasa: 48

Diferenciace: 45

Dihybrid: 71

Diluvium: 31

Dioskorides: 34, 86

Dírkonožci: 85, 115

Disimilace: 43, 48, 49, 55

Disimilaty: 55

Doba: ledová 33, 86, 124 a násl., kamenná, bronzová, železná 123, meziledová 125, přechodní či měděná 129, bronzová 130, železná 130, hradištní 130

Doběh: 17

Domin: 87

Dospělost: pohlavní 60

Dráhy: vodivé 88, 90

Drápkovci: 119

Dráždivost: 40, 88 a násl.

Dresura: 93

Drogy: různé druhy 145

Druhohory: 31 a násl.

Dřevovina: 103

Dubois: 123

Dusík: koloběh v přírodě 55

Duše: 43, 92

Dutina: prvotní střevní 63, druhotná či pravá 63, bubínková 97

Dvojakost: hmoty a světla 24

Dvouděložné: 114, vývoj 84

Dvouhvězda: 27, 28

Dvouobalné: 114, 115

Dýchání: kožní 54

Einstein: 24

Eisner: 130

Ekologie: 67, 86

Ektoblast: 63

Ektoderm: 63

Elektron: 18

Embryo: 62, u rostlin 62 a násl., u živočichů 63

Embryologie: 48, rostlinná — doklady pro vývoj fylog. 79, živočišná — doklady pro vývoj fylog. 79 a násl.

Entelechie: 43

Entoblast: 63

Entoderm: 63

Entropie: 25

Enzymy: 48

Eocen: 31

Eolity: 123

Eozoikum: 30
 ěpiitysa: 74
 Epigenese: 76
 Epitel: svalový 102
 Etika: a přírodověda 133
 Eoanthropus: 124
 Eugenika: 139 a násl.
 Exoascinae: 112

 Fagocytosa: 137
 Fakt: vědecký 9
 Fenotyp: 71
 Fermi: 23
 Filosofie: 7
 Fittonie: »oko« 89
 Fleming: 137
 Flyš: 33
 Foerster: 135
 Fosforescence: 13
 Fototaxie: 99
 Fototropismus: 100
 Frič: A. 36
 Funkce: a tvar 44
 Fysika: 11
 Fysiologie: 7, 41, dějiny 56
 Fytogeografie: 86
 Fytopatologie: 11

γ záření: 17, 18
 Galenus: 47, 86
 Gametofyt: 113
 Ganglium: podjícnové 91
 Gastrula: 79
 Gayal: 150
 Generace: dceřinná 69
 Generatio: spontanea 37
 Genhormony: 75
 Genotyp: 71
 Geologie: 11, historická 30
 Geometrie: původ 6
 Geosynklinály: 29
 Geotaxie: 100
 Geotropismus: 100
 Globoidy: 46
 Glykogen: 43
 Goethe: 47
 Graptoliti: 85
 Grew: 47

Hadice: 117
 Hádátka: 117
 Hájek: z Hájku 35
 Háčky: 57
 Handlová: 33
 Heer: 129
 Helium: 19

Herbář: 35, 86
 Hermafroditismus: 60
 Heteroauxin: 75
 Heterotrofie: 48
 Himalaja: 33
 Histologie: 41
 Hlavonožci: vývoj 85, 118
 Hlemýžď: podélný řez ústy 51, v uchu 97
 Hlenky: 112
 Hlísti: 117
 Hlízoivorka: 112
 Hmota: neživá 13, složení 13 a další, důkaz korpuskulárního složení 15, a světlo 23, oživená 34, obdoby mezi h. oživenou a neživou 39, organizovaná 40
 Hmyz: vývoj 85, 119
 Hofmeister: 76
 Holub: 150
 Homo: Heidelbergensis 124, primigenius 124
 Homologie: 48, 83
 Hooke: 47
 Hormony: 68, 74 a násl., 93
 Horniny: vznik 29
 Hory: Železné 32, Doupovské 33
 Houby: 112, vřeckaté 112, terčoplodé 112, tvrdohouby 112, lanýžovité 112, rouškaté 112, živočichové 116
 Hromadinky: 115
 Husa: 148, 150
 Hustota: Země 30
 Hvězda: nová 27, vývoj 27, podružné: soustavy hvězd 28
 Hvězdice: 117
 Hyaloplasma: 45
 Hydrosféra: 29
 Hyomandibulare: 106
 Hypofysa: 74, 75
 Hypotese: vědecká 9, pracovní 10

Chemie: původ 6, 11
 Chemotaxie: 62, 100
 Chitin: 104
 Chlorofyl: 46
 Chloroplasty: 46
 Chlup: 83
 Chmel: 146
 Chodby: polokružné v uchu 96
 Chorda: 63, 105, 107
 Chorion: 65
 Chromatin: 45
 Chromoplasty: 46
 Chromosomy: 45, počet 60 •
 Chroustnatky: 118
 Chrup: mléčný a trvalý 52

Chrupavka: 109
 Chymosin: 48
 Immunita: 137
 Impregnace: blan 103
 Individuum: 45
 Indukce: 9
 Ingen-Housze: 56
 Insulin: 74
 Intercelulara: 50
 Intersexualita: 60
 Isotopy: 21
 Jablovci: 85
 Jadérko: 45
 Jádro: 45
 Jahodník: list 79, 81
 Janošík: 47
 Jansen: 47
 Jantar: 129
 Jatrovky: 113
 Jazykka: 107
 Jeans: 19, 28, 39
 Ječmen: 144
 Jednobuněčné: 115
 Jednoděložné: 115
 Jednodomost: 60
 Jednoobalné: 114, 115
 Jehličnaté: vývoj 84, 114
 Jessenius: 35, 47
 Ježovky: ústroj ústní 51, 117
 Jícen: 52
 Johannsen: 76
 Junáctví: 136
 Jura: šl
 Kachna: 150
 Kakaovník: 146
 Kambrium: 31
 Kant: 28
 Kapr: 150
 Kapradinovitě: 113
 Kapradorosty: kořeny 49, 113
 Karbon: 31
 Karpaty: 29, 31, 33
 Kastrace: 74
 Kausalita: 44, 56
 Kavina: K. 87
 Kávovník: 146
 Kenozoikum: 31 a násl.
 Keramika: páskové 129, vypíchaná 129
 Kjökenmödingy: 128
 Kladívko: 107
 Klasifikace: věd 7, věd přírodních 11
 Klíče: botanické 87
 Klíště: 120
 Knies: 130
 Kočka: 148, 149
 Koch: 136
 Koloidy: 43
 Kolonie: 45, hmyzí 45, 79
 Komisura: nervová 91
 Komplementarita: 24
 Kondyly: 108
 Konečník: 51
 Konstanta: nukleoplasmová 57
 Kopinotec: 82, 120
 Koráli: 85
 Korkovina: 103
 Koryši: 119
 Kořen: 49, 83
 Koření: různé druhy 145
 Kořenonožci: 115
 Kosmogonie: 25 a násl.
 Kostí: temenní 106, čelní 106, nosní 106, sluchové 106, čtvercová 106, útrobní 106, klíční 108, prsní 108, kyčelní 108, sedací 108, stydká 108
 Kostra: 103, vápenitá 104, křemitá 104, vnitřní 105, kožní 106, osní 106, krycí 106, útrobní 106
 Kovadlinka: 107
 Koza: 147, 149
 Kožišiny: zvířata poskytující k. 148
 Králík: 148, 150
 Kras: moravský a slovenský 32
 Krev: 53, tekutina kr. 53, krvinky 53, skupiny 53, transfuse 53
 Krocan: 148, 150
 Krok: časopis 35
 Krokodilové: 122
 Kronika: rodinná 141
 Kruhoústí: 121
 Krvinky: 53
 Krystal: srovnání s buňkou 43
 Krytolepci: 85
 Krytosemenné: 84, 114
 Křída: 31, 33, svrchní 33, spodní 33
 Kříšťan: z Pr. 86
 Kříž: 127
 Kukla: 66
 Kukuřice: 144
 Kultura: nákolní 129, pičhorská 130, třebická 130
 Kůň: 147
 Kůr: domácí a bankivský 147, 150
 Kůstky: sluchové 97
 Kutikula: 104
 Kůže: 105
 Kvasinky: 112, 146
 Kvašení: lihové 48
 Květ: 114
 Květy: diklinické 60, pestíkové 60, prášnickové 60, oboupohlavné 60, monoklinické 60

Láčka: pylová 62
 Láčkovci: kostry 104, 116
 Lageny: 97
 Lachtan: medvědí 148
 Lama: 150
 Lamarck: 77, 87
 Lamarckismus: 78
 Laplace: 28
 Larva: 66
 Lásky: mateřská 67, k vlasti 135
 Látky: rezervní 62, 64, radioaktivní v lékařství 138
 Laue: 14
 Lauegram: 15
 Lavoisier: 56
 Lawrence: 23
 Lebka: ryby 106, obojživelníka 107, chrupavčitá 107
 Ledviny: 56
 Leeuwenhoek: 47, 75, 136
 Lékařství: 11, a přírodověda 136, jako povolání 139
 Lenticela: 50
 Leukippos: 13
 Leukocyty: 53
 Leukoplasty: 46
 Lignin: 103
 Lilijce: 83, 117
 Limulus: 119
 Linné: 87
 List: 83
 Lišejníky: 112
 Liška: stříbrná a modrá 148
 Litosféra: 30
 Lodyžka: listnatá 64
 Lopatka: 108
 Lucerna: Aristotelova 51
 Lupénky: žaberní 54
 Lupeny: zárodečné 63
 Luštěniny: 144
 Lymfa: 96

 Magma: vznik 29
 Malaria: 115
 Malpighi: 47
 Mánes: 141
 Manželství: 134
 Mareš: 57
 Masaryk: 135
 Masičko: semen 67
 Masiv: Český 31, středočeský žulový 31
 Masožravci: 48
 Maška: 127, 130
 Maštale: Turské 128
 Materialismus: 43, 78, 133
 Mechanismus: vývojový 68, ideový 133, 43, 75, 92, 133
 Mechorosty: 113
 Mechovky: 118
 Mechy: 113
 Mendel: Ř. 68, 76
 Mesolit: 128
 Mesozoikum: 31 a násl.
 Metafyzika: 46
 Metamorfosa: 47, zvířat 60, rostlin 83
 Metazoa: 46
 Meteority: 30
 Metoda: srovnávací 12, mlžných drah: 17, empirická 35
 Měď: 129
 Měchýř: vnější močový 65
 Měkkýši: kutikula 104, 118
 Měňavky: 115
 Mihule: průřez páteří 108
 Mícha: vznik 63, 91
 Millan: Mc 23
 Mikroskop: objev 35, 47
 Miocen: 31
 Mitochondrie: 45, 46
 Mitosa: 57
 Mlhovina: podružná 27, 28
 Mloci: 121
 Mlži: 118
 Mnohobuněční: 116
 Mnohonožky: 119
 Mochna: husí list 79, 81
 Molekuly: 14
 Monohybrid: 71
 Morfologie: 7, 41, idealistická 48, fylogenetická 48, srovnávací 48, 83
 Morgan: 68, 76
 Morula: 63
 Moruška: 63, 79
 Motolice: 117
 Mozek: a jeho části 91, vývoj 91, u různých skupin obratlovců 92
 Mrázek: 47
 Mrštníky: 113
 Mříž: prostorová 15
 Mřížovci: 115
 Muflon: 149
 Museum: Království Českého 35
 Mutace: 87
 Mydlovary: 33
 Myofibrila: 103
 Myomer: 103
 Myonem: 102
 Myotom: 103
 Myšlení: 92
 Myval: 148

 Nagana: 115
 Nahosemenné: vývoj 84, 114

- Nálevníci: 116
 Nanismus: 75
 Nastie: 101
 Nauplius: 66
 Názor: světový 13, přírodovědecké základy 132
 Názvosloví: binomické 87
 Nefridie: 55—56
 Nemoc: Basedowova 75
 Neogen: 31
 Neolit: 123, 128, čistý či starší 129
 Neptunium: 23
 Neurit: 90
 Neurofibrily: 90
 Neuroporus: 91
 Neutron: 18, 22
 Němec: 47, 57
 Niederle: 130
 Nife: 30
 Nifesima: 30
 Noha: kostry 81, kostra 84, měkkýšů 104
 Norek: 148
 Nosič: 108
 Novák: F. 87
 Novověk: rostlin 84
 Nucleus: pulposus 110
 Nutrie: 148
 Nyktinastie: 101
 Obdoby: mezi živým a neživým 39
 Obilniny: 143 a násl.
 Oblouk: žaberní 54, 106 a násl.
 Obojetník: 60
 Obojživelníci: vývoj 85, 121
 Obratle: 107
 Obratlovci: rozdělení dle vývoje 66, vývoj 85, 120
 Očkování: 137
 Ohyb: světla 15
 Ochrušavice: 110
 Olej: 46
 Oligocen: 31
 Oko: vývoj 95, oční skvrna 95, složené 95
 Okopaniny: 144
 Ommatidium: 95
 Oogonium: zárodečník 57
 Oplozování: 62
 Orgán: 45, výměny látkové 49, původu ekto-, ento- a mesodermálního 63, smyslové 88 a násl., 94, smyslové u rostlin 88 a násl., světločivné u rostlin 88 a násl., u zvířat 95, statické a tlakové u rostlin 88, 89, zrakové u zvířat 95, statické a sluchové 96, tympanální a chordotonální 96, chuťové 97, čichové 97, hmatové 93, tepločivné 98, k přijímání počitků bolestivých 98, pohybové a podpůrné 101 a násl.
 Organismus: složení 43 a násl., 45
 Organogeny: 75
 Osa: 83
 Ostie: 53
 Ostnokožci: 117
 Ostrorep: 119
 Ovce: 147, 149
 Oves: 144
 Ovoce: 146
 Ovogenese: 61
 Padlí: 112
 Paleocen: 31
 Paleogén: 31
 Paleolit: 123, starší 125
 Paleontologie: 83
 Paleozoikum: 31 a násl.
 Palliardi: 130
 Pánev: Barrandova 32, Budějovická 33, Třeboňská 33, Jihomoravská 33, Vídeňská 33, Panonská 33, p. kostry 108
 Pankreas: 74
 Paprsky: kanálové 17, katodové 18, Röntgenovy 18, 14
 Parallelismus: psychofysický 92
 Parazit: 49
 Parožnatky: 111
 Parthenogenese: 59
 Páska: jazyková 52
 Pásmo: pánevní a lopátkové 108
 Pasteur: 7
 Pastopečka: 113
 Páteř: 107, 109
 Pavouci: 120
 Pavoukovití: 85, 120
 Pec: atomová 23
 Péče: o potomstvo 66, 67
 Pedogenese: 60
 Pelátka: 58
 Pellikula: 46
 Penck: 125
 Penicillin: 112, 137
 Pepsin: 48
 Perioda: litorinová 128
 Perm: 31
 Permokarbon: 32
 Perrin: 14
 Persián: 148
 Pes: 147, 148
 Petrografie: 11
 Phlogiston: 56
 Píč: 130

- Pijavice: čelisti 51
 Pískovec: pestrý 32
 Pithecanthropus: 124
 Placenta: 65
 Placentalia: 65, 122
 Planety: vznik 28
 Plasmodiesmy: 46
 Plasmodium: 112
 Plastidy: 45, 46
 Pláštěnci: 82, 120
 Plavuně: 113
 Plazi: šupiny 105, 122
 Pletivo: 45, palisádové 50, meristematické 57, svalové 102
 Plíce: 54, tracheální 54
 Plinius: St. 34, 76
 Pliocen: 31
 Plísňe: 112
 Plodnice: hub 112
 Ploštěnky: 117
 Plutonium: 23
 Podhoubí: 112
 Pohárky: chuťové 97
 Pohlaví: dědičnost 73
 Pohoří: vulkanická 29, řetězová 29, trupovitá 29, tabulovitá 29, vznik 29
 Pohyb: Brownův 14, 40, 99, rostlin 99, lokomoční 101
 Pochutiny: 56
 Pochva: dřeňová (myelinová) 90, Schwannova (neurilémmová) 90
 Pokožka: 105
 Pokus: 12, Laueův 14
 Polioplasma: 45
 Polívka: F. 87
 Poločas: 20
 Polonium: 13
 Porod: 66
 Positron: 22
 Pozorování: jako přírod. metoda 12
 Práce: duševní 5, tělesná 5, vědecká 8
 Praeformace: 76
 Prahory: 30 a násl.
 Pramlhovina: 27, 28
 Praslice: 28
 Precipitiny: 137
 Presl: Jan Sv. 35
 Primati: 122
 Proměna: hmyzu 120
 Promefridie: 55
 Propadlina: příkopová 33
 Proso: 144
 Prothallium: 64
 Protílátky: 137
 Protofytá: 46
 Protóny: 18
 Protoplasma: 42, 45
 Protozoa: 46
 Proud: galvanický 138, faradický 139, vysokofrekvenční 139
 Průduch: 50
 Průmysl: a přírodověda 152
 Prvky: radioaktivní 13, biogenní 42
 Prvoci: kostry 104, 115
 Prvohory: 31 a násl.
 Prvoobalné: 114
 Předmostí: 127
 Předprvohory: 80 a násl.
 Přesličky: 113
 Příroda: ochrana 135, harmonický celek 151
 Přírodniny: neústrojné 11, ústrojné 11
 Přírodověda: 11, cíl 11, metody 12, vědou exaktní 12, a život 131, a lékařství 136 a výzkumnictví 141
 Pseudohermafroditismus: 60
 Psyche: 43
 Psychologie: zvířecí 93
 Pšenice: 143
 Ptáci: 122
 Ptyalin: 48
 Pučení: 58, 112
 Pud: 67, 92, 93, sebezáchovy a zachování druhu 94
 Purkyně: J. E. 35, 39, 42, 47, 76
 Radioaktivita: 13, 16 a násl., 19 a násl., v lékařství 138
 Radium: 13
 Rakovina: léčení 138
 Ramenonožci: vývoj 85, 118
 Ramsay: 22
 Rasa: čistokrevná či homozygotní 69, smíšená či heterozygotní 69, aurignacká 12, předmostská 126
 Rašelínky: 113
 Reakce: řetězová 23
 Regenerace: 45
 Reserváty: 46, 49
 Réva: vinná 146
 Rezy: 112
 Rhizoidy: 49
 Rodina: 134
 Rodokmeny: 140
 Rodozměna: 60
 Röntgen: 138
 Rostlinář: 35
 Rostliny: monoekické 60, dioekické 60, vodosnubné či hydrofilní 62, větroprašné či anemofilní 62, zvěrosnubné či zoidiogamní 62, hmyzosnubné či entomofilní 62, ptákosnubné 62, vývoj embrya 62, větroplodé či anemochorní 67, vodoplodé či hy-
 .vulka

- drochorní 67, zvěroplodé či zoo-
 chorní 67, mravencoplodé či myr-
 mekochorní 67, samoplodé 67, vý-
 trusné 111, bezjaderné 111, semen-
 né 114, kulturní 143 a násl., drogy:
 145, olejnaté a kaučukodárné 145
 Rotace: plasmy 100
 Rouško: 112
 Rozmnožování: 57 a násl.
 Rozsívky: 111
 Rozšíření: tvorstva 86
 Roztoči: 120
 Rudimenty: 81
 Růst: 57 a násl.
 Rutherford: 13, 22
 Růžička: VI. 76
 Ryby: vývoj 85, statický ústroj 97, šu-
 pina 105, soustava 121
 Rýhování: vajíčka 63
 Rýže: 144

 Řada: rozpadová 20
 Řasy: 84, 111
 Řeč: 93

 Sacculus: 97
 Sachs: J. 76
 Sal: 30
 Salpy: 120
 Saprofyt: 49
 Sasanky: 116
 Saturn: 28
 Sauropsida: 84
 Saussure: 56
 Sealskin: 148
 Senebier: 56
 Schopnost: organizační 43
 Schráníl: 130
 Schránky: měkkýšů 104
 Schulze: 47
 Schwann: 47
 Silur: 31
 Síly: endogenní 29, exogenní 29
 Sinanthropus: Pekinensis 124
 Sítlice: 95
 Sinice: 111
 Skauting: 136
 Sklivec: 96
 Skokan: kostra 108
 Skrčenci: 129
 Skunk: 148
 Skvrna: rubínová 88
 Slabomyslnost: 142
 Slín: pestrý 32
 Sloupek: 106
 Slunce: »horské« 139
 Slunivky: 115

 Smrt: tepelná 25
 Smyšl: kožní 97
 Smysly: druhy 94
 Sněti: 112
 Sňatky: vhodné a nevhodné 141
 Sob: 147
 Sobol: 148
 Soddy: 13
 Solpugy: 120
 Soredie: 113
 Soustava: zažívací 50, gastrovaskulární
 50, cévní 53, lymfatická 53, dýcha-
 cí u různých tvorů 54, nervová u:
 různých tvorů 91, sympatická 92
 Spájení: řas 58
 Specialisace: 45, vědní 48
 Spermatozoid: 58, pohyb 101
 Spermiogenese: 61
 Spirogyra: spájení 59
 Spojka: nervová 91
 Společnost: Královská Česká sp. nauk:
 35
 Sporofyt: 113
 Sporogon: 64
 Sprengel: K. 76
 Srdce: 53
 Srostoplátečné: 115
 Ssavci: 122
 Ssavectvo: 35
 Starověk: rostlin 84
 Státoblasty: 96
 Státolity: 96
 Stentor: 46
 Stigma: 55
 Stoký: 130
 Stonožky: 85, 119
 Stratum: corneum a Malpighii 105
 Středověk: rostlin 84
 Střeva: 53
 Studnička: 47
 Suberin: 103
 Sůl: kamenná — prostor. mříž 15
 Sumka: larva 82, 120
 Sumýši: 117
 Svalstvo: hladké 102, příčně pruhova-
 né 102
 Svazky: cévní 50
 Světlo: a hmota 23
 Systém: gastrovaskulární 50, přiroze-
 ný a umělý 87, rostlin 110 a násl.,
 zvířat 115 a násl.
 Systematika: 86

 Šídlatky: 113
 Škára: 105
 Škola: střední 5, vysoká 8
 Škrkavky: 117

- Škrob: 43, 46, statolitový 89
 Škůdcové: rostlinní a živočišní 151
 Šternberk: K. hr. 35
 Štěrbiny: žaberní 80
 Štíři: 120
 Štramberk: 32
 Štáva: buněčná 46, žaludeční a pankreatická 53
 Šupiny: plakoidní 51, 106, 105
 Šváb: ústrojí ústní 16
 Švýcarsko: Českosaské 29
- Tabák: 145
 Tajnosnubné: cevnaté 84
 Tasemnice: 117
 Taxie: 99
 Teleologie: 44
 Tělíska: Meissnerova 98, Paciniho 98
 Teophrast: 34
 Teorie: 10, korpuskulární 13, desintegrační 13, rozpadová 13, atomová 13, kosmogonické 25 a násl., Kant-Laplaceova 28, slapová 28, o samoplození 37, o panspermii 38, kreační 37, 39, o autogonii 37, o kontinuitě života 38, phlogistonová 56, neurofibrilární a neuronová 90
 Tepna: žaberní 54
 Terapie: fyzikální 138
 Terč: zárodečný 65
 Theofrastos: 86
 Thermotaxie: 100
 Thomsen: 123
 Titul: akademický 8—9
 Tlak: záření 38
 Tloušťnutí: blan buněčných 46
 Toxiny: 137
 Tracheata: 119
 Tracheidy: 114
 Trepang: 117
 Trias: 31
 Trilobiti: 85, 119
 Trochofora: 66
 Tropismy: 100
 Trubice: Eustachova 97
 Trubýši: 116
 Třetihory: 31 a násl.
 Třmínek: 107
 Třtina: cukrová 144
 Tschermak: 76
 Tuberkulosa: dědičnost 140, 142
 Tuha: prost. mříž 15
 Tuky: 43, 46
 Tur: domácí a divoký 149
 Tvar: a funkce 94
 Tvarosloví: 7
- Typ: drosofilový a ptačí při dědičnosti pohlaví 73
- Účelnost: 40, 44, 56
 Uhlí: černé 32, hnědé 33
 Uhlohydráty: 43
 Ucho: 96, 97
 Uplavice: cukrová 74
 Uran: 19
 Ústrojí: ústní 51 a násl., pohlavní 74
 Útesy: bradlové 32
- Váček: kulovitý 97
 Vačice: 148
 Vajíčko: 58
 Válec: kambiální 114
 Vak: žloutkový 64, 65
 Vakuoly: 46, pulsující 55
 Vápenec: lasturnatý 32
 Variabilita: 78
 Včela: 150
 Věda: definice 5, původ 6. klasifikace 7, předmět 7, cíl 7. metody 7, disciplíny 7 a praktický život 7, a mravnost 8, anorganická 11, organická 11
 Vejdovský: 47
 Velbloud: 148, 150
 Veleještěři: 85
 Věk: bezobratlých 86. plazů a ptáků 85, ssavců 85. člověka 85
 Velenovský: 48, 87
 Venuše: Věstonická 128
 Vepř: 147, 149
 Vesal: 47
 Věstonice: Dolní 127
 Vidění: mosaikovitě 96
 Virus: filtrabilní 137
 Vířenka: pohyb 101
 Vitalismus: 43, 56, 78, 92, 133
 Vitamíny: 56, 73
 Votel: 130
 Voda: plodová 65
 Vodík: 18
 Vole: 52
 Vranečky: 113
 Vrásnění: variské 31
 Vrchy: Pavlovské 32
 Vries: 76
 Vřecko: 172
 Výběr: umělý 78, přirozený 78
 Výhně: magmatické 29
 Výměna: látková a energetická 40, 48 a násl.
 Výtrusné: cevnaté (kořeny) 49, 111
 Výtrusníci: 115

- Vývoj: fylogenetický 33, 40, 41, 77 a násl., ontogenetický 40, 58 a násl., embryonální 58, 62 a násl., pohlavní 58, nepohlavní, nepřímý 66, bez proměny 66, s proměnou nedokonalou 66, dokonalou 66, postembryonální 66, příčiny ontog. v. 67, historie 76, z dějin v. fylog. 77, doklady v. filog. 79 a násl., rostlin 84, živočichů 84
 Vývojezpýt: 7, 82
 Výzkumnictví: 141, a genetika 143
 Vzdušnice: 54

 Wahl: 23
 Wallace: 78
 Wankel: 127, 130
 Wegener: 30
 Wenig: 47
 Wilson: 17
 Wolf: K. 76

 X-paprsky: 138

 Yak: 150

 Zákon: vědecký 9, dědičnosti 68 a násl., biogenetický 76, 80
 Zalužanský: 35, 76
 Záněty: léčitelné penicillinem 137
 Zárodečník: 58
 Záření: uranové 13, Becquerelovo 13, 17, 18, elektromagnetické 18, sluneční a život: 48
 Zauzlina: mozková 91, podjícnová 91
 Zažívání: 49
 Zdrženlivost: pohlavní 134
 Zebu: 150
 Zelenina: 146
 Zeleň: listová 46, 48
 Země: určení stáří 22, vývoj 29, stavba 30, hustota 30, seismografický výzkum 30
 Zenice: 95
 Zkrutek: pelatka a zárodečník 59
 Zlato: 129
 Zlom: podkrušnohorský 33
 Zmlazování: nálevníků 58
 Znak: druhotný z. pohl. 60, dominantní a recesivní 69, allelomorfni 71
 Zoban: 52
 Zoea: 60
 Zoogeografie: 86
 Zoologie: 11, 41
 Zrání: buněk pohl. 60
 Zrna: aleuronová 46
 Zuby: vývoj u různých skupin 52, výměna 52, 106
 Zvěrolékařství: 11
 Zvíře: chov dom. z. 146, kožištinová 148
 Zvonek: »oko« 89
 Zvukovod: vnější 97
 Zymasa: 48

 Žábry: 54
 Žahavci: 116
 Žaludek: 52
 Žabernaťky: 116
 Želvy: krunýř 105, 122
 Žíla: žaberní 54
 Žito: 144
 Živa: časopis 36
 Živočichové: vejcorodí (ovoparní) 64, živorodí (viviparní) 64, ovoviviparní 64, vývoj 85
 Život: praktický 5, poměr vědy k ž. 7, původ 37 a násl., a stroj 40, a jeho studium 40, základní projevy 43 a násl.
 Žlázy: slinné 53, malpighické 56, s vnějším a vnitřním vyměšováním 74 a násl., štítná 74, parathyreoidální 74, pohlavní 74, smíšené 74
 Žloutek: živný 63
 Žluč: 53

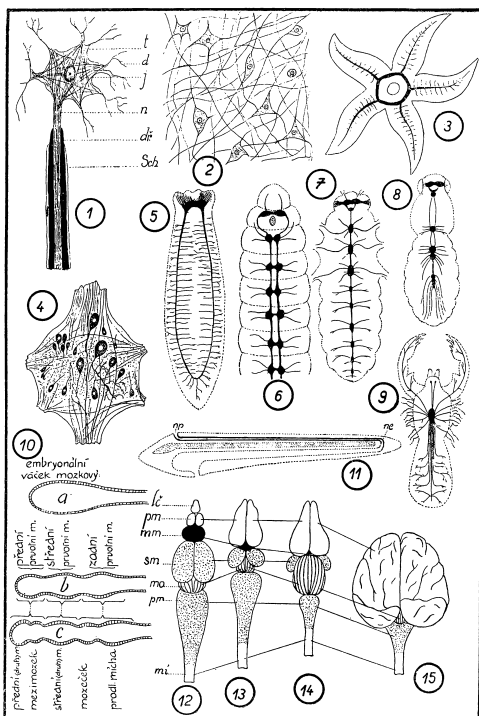
Dr. JAN MARTINOVSKÝ:
**ZÁKLADY PŘÍRODOVĚDECKÉHO
NÁZORU SVĚTOVÉHO**

Pro osmou třídu všech typů gymnasií.

Vydalo »Nakladatelství Kropáč a Kucharský v Praze«, v nákladu 5000 výtisků.
Vytiskl Ant. Strojil v Praze XIII.— První vydání 1937, dotisk 1947.

Cena brož. Kčs 42.—.

TABULKA VI.



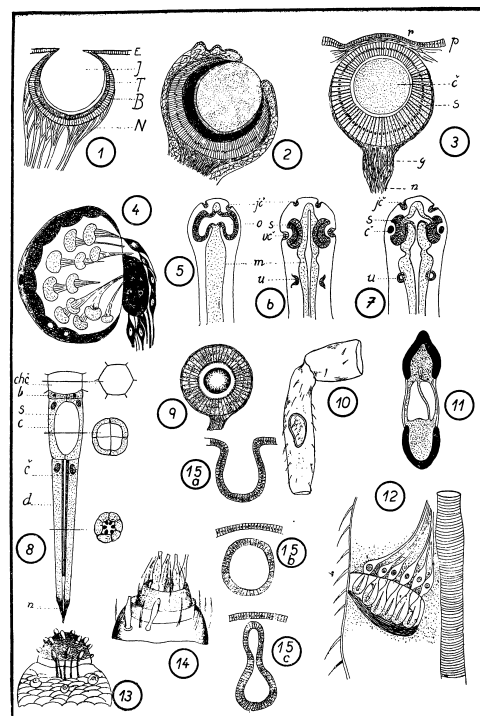
Tabulka VI.

- Obr. 1. Schema buňky nervové: t tělo buňky, d dendrity, j jádro, n neurit, dk dřehová pochva, Sch pochva Schwannova.
 Obr. 2. Schema nervové soustavy rozptýlené.
 Obr. 3. Kruhová soustava nervová ostnokožců.
 Obr. 4. Gangliová zauzlina.
 Obr. 5. Rebířková soustava nervová ploštěnký.
 Obr. 6. Rebířková soustava nervová červa kroužkovitého.
 Obr. 7., 8. Rebířková soustava nervová hmyzu.
 Obr. 9. Rebířková soustava nervová pavoukovitých.
 Obr. 10. a—c. Schema vývoje mozku.
 Obr. 11. Schematické znázornění tvaru a uložení soustavy nervové u kopinatce: np neuroporus, ne canalis neurentericus.
 Obr. 12.—15. Mozek ryb (12.), obojživelníků (13.), ptáků (14.), ssavců (15.).
 lč lalok čichový, pm přední mozek, mm mezimozek, sm střední mozek, mo mozeček, pm prodloužená mícha, ml mícha.

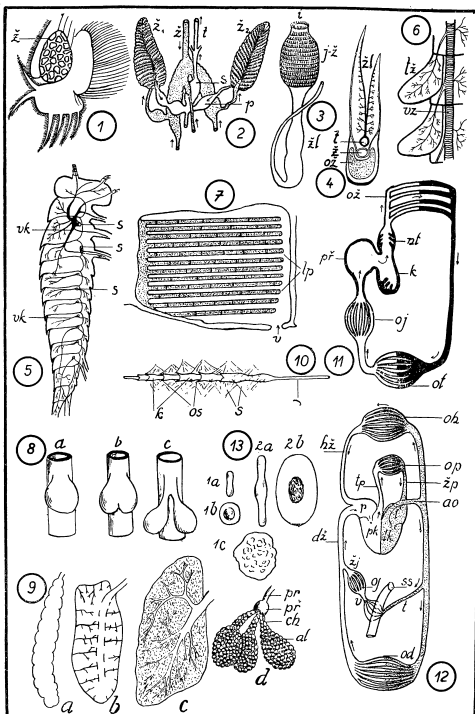
Tabulka VII.

- Obr. 1.—3. Různé typy očí měkkýšů: E epitel, J jamka zraková, B buňky smyslové s lžičkami, N nerv, p pokožka, č čočka, s smyslové buňky, g buňky gangliové.
 Obr. 4. Oči ploštěnký.
 Obr. 5.—7. Schem. znázornění vývoje jamek čichových jč, očí o, orgánu sluchového u; vč základ čočky, č čočka, s sítnice, m mícha.
 Obr. 8. Schema ommatidia (bližší v textu).
 Obr. 9. Ústrojí statické u měkkýšů.
 Obr. 10. Hleň hmyzu rovnokřídlého s tympanálním orgánem.
 Obr. 11. Průřez tympanálního orgánu.
 Obr. 12. Průřez orgánem chordotonálním.
 Obr. 13. Čichové čípky drabčíka.
 Obr. 14. Čichové pohárky vosy.
 Obr. 15. Schema vzniku orgánu sluchového a statického u obratlovců.

TABULKA VII.



TABULKA IV.



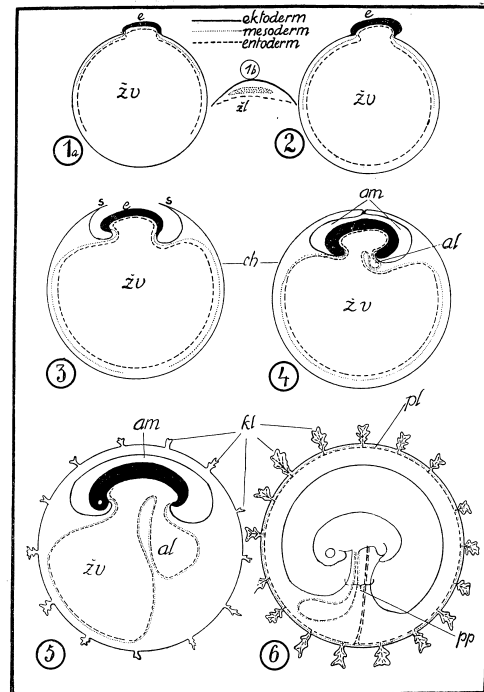
Tabulka IV.

- Obr. 1. Plovací a dýchací noha perločky: $\bar{z}$ žaberní přívěsek.
 Obr. 2. Žábry a částečný oběh krevní sepie: $\bar{z}_1$ žábry zdola, $\bar{z}_2$ žábry shora, s srdce, p předšň, t tepna, $\bar{z}$ žíla.
 Obr. 3. Zažívací a dýchací soustava sumky: i ústa, j $\bar{z}$ žaberní vak, $\bar{z}$ l žaludek.
 Obr. 4. Průřez žaberním obloukem ryby: $\bar{z}$ l žaberní lupénky, o $\bar{z}$ žab. oblouk, t tepna, $\bar{z}$ žíla.
 Obr. 5. Tracheální systém levého boku Machilis maritima: s stigmata, vk vzdušnicové kanálky.
 Obr. 6. Část levého boku jepice s tracheálními žábry t $\bar{z}$, vz vzdušnice.
 Obr. 7. Průřez plicním vakem pavouka: v dýchací otvor, lp listovité ploténky.
 Obr. 8. a—c. Schema vzniku plic vychlipením jícnu.
 Obr. 9. Schema plic: a mlouka, b želvy, c člověka, d část lalůčku plicního u člověka, pr průdušinka, p $\bar{f}$ předšň, ch alveolární chodbička, al nálevka s váčky plicními.
 Obr. 10. Příklad otevřené soustavy cévní u hmyzu: k komůrky, os ostie, s svaly, c tepna.
 Obr. 11. Schema jednoduchého oběhu krevního u ryb: p $\bar{f}$ předšň, k srdeční komora, n $\bar{f}$ násadec tepnový, o $\bar{z}$ okresek žaberní, o $\bar{f}$ okresek tělní, o $\bar{j}$ okresek jaterní.
 Obr. 12. Schema velkého oběhu krevního: p pravá předšň, p $\bar{k}$ pravá komora, lp lepný plicní, $\bar{z}$ p žíly plicní, l $\bar{f}$ levá předšň, l $\bar{k}$ levá komora, a $\bar{o}$ aorta, t tepna rovný zažívací, s $\bar{s}$ okresek soustavy zažívací, v vrátnice, o $\bar{j}$ okresek jaterní, $\bar{z}$ j žíly jaterní, o $\bar{d}$ okresek dolní části tělní, h $\bar{z}$ horní dutá žíla, o $\bar{h}$ okresek horní části těla, d $\bar{z}$ dolní dutá žíla.

Tabulka V.

Schema vývoje embrya ssavčích: e embryo, $\bar{z}$ v žloutkový vak, $\bar{z}$ l živný žloutek, s řasy ektodermu, ch chorion, am amnion, al alantois, kl klky, p $\bar{l}$ placenta, p $\bar{p}$ pupeční provazec.

TABULKA V.



Tabulka II.

Rozdělení rostlinných pletiv dle tvaru buněk:

- Obr. 1. **a, b, schema pletiv parenchymatických.** Skládají je buňky, do nichž lze přibližně vepsat kouli. Mívají neztlačka hojně prostory mezibuněčné (intercellulary). Parenchymatickými jsou pletiva dělivá, základní, pokožkové, zásobní.
- Obr. 2. **Schema pletiva prosenchymatického.** Tvoří je buňky jednosměrně prodláhlé, zpravidla se šikmými přehrádkami. Pl. prosenchymatická jsou význačná pro vodivé části rostlin.
- Obr. 3. **Pletivo sklerenchymatické** je tvořeno buňkami o význačně ztlustlých blanách s malým prostorem buněčným. Komunikují dlouhými kanálky. Je to ochranné pletivo. Z něho jsou složeny na př. pecky.
- Obr. 4. **Pletivo kolenchymatické** chová buňky ztlustlé toliko v rozích. Je to pletivo pevné a pružné. (Srovnej železobetonové sloupce!) Nachází se na př. v úponkách okurek a j.

Rozdělení pletiv rostlinných dle funkce buněk.

I. Pletiva dělivá,

- skládají se z buněk, jež si stále zachovávají dělivou schopnost. Jímí rostliny rostou do délky (ve vegetačních vrcholech) i do šířky (v osách).
- Obr. 5. Dělivé pletivo ve vegetačním vrcholu (ve špičce kořene): **vv dělivé pletivo** původní. Z něho vzniká **dělivé pletivo** **první**, i. zv. **histogen**. Z histogenu se tvoří speciální pletiva, a sice z **dermatogenu** **d** pokožka, z **periblemu** **pe** kůra, z **pleromu** **pl** dieň a svazky cévní. Na špičce je kořen kryt ochrannou čepičkou **i**, zv. kalyptrou. Čepička vzniká působením dělivého pletiva - **kalyptrógenu** **kg**. Živé (vnitřní) buňky čepičky **bš**, t. zv. **sloupek**, obsahují v řídké plasmě velká zrna škrobová. Sloupek je považován za orgán statický. Na povrchu čepičky buňky odumírají, stávají se tak ochranou jemné špičky kořenové. (Srovnej ochrannou funkci zrohovatělých buněk na povrchu kůže.) Dalšími pletivy dělivými jsou **kambialní válec** a **fellogen**. Jsou to koncentrické válce v ose, jímí rostliny rostou do šířky. První tvoří dieň a svazky cévní, druhý korkové buňky (borku). (Viz schema 11, k, f.)
- Obr. 6. Mechorosty a Tajnosnubné cévnaté mají na špičce vegetačního vrcholu jedinou buňku **i**, jež segmentuje další dělivé buňky.

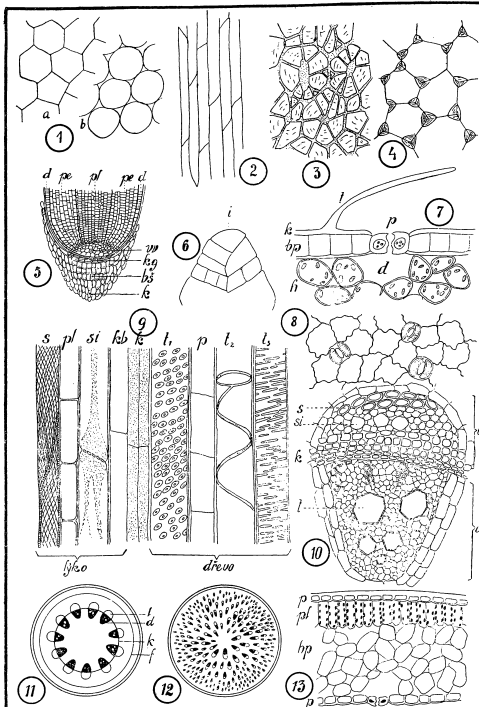
II. Pletiva trvalá

jsou tvořena buňkami, jež ztratily dělivou schopnost. Patří sem:

a) pletiva pokožková.

- Obr. 7. Řez kolmo na pokožku listu. Pokožka je jednovrstevná, z buněk bez chlorofylu **bp**. Svrchu je chráněná vrstva **kutikuly** **k**. Produkty pokožky jsou **chlupy** **t**. V pokožce nalézájí se **průduchy** **p**, t. j. olvyry mezi dvěma **buňkami svérácními**. Pod nimi je dýchací důvěk (velká intercellulára). Podle potřeby se průduchy zužují nebo rozšiřují. Slouží k výměně plynů.
- Obr. 8. Pohled na část pokožky s 3 průduchy shora.

TABULKA II.



b) pletiva vodivá.

- Obr. 9. Nejdokonalejší orgány vodivými jsou **svazky cévní**. Jímí proudí (část dřevní) voda s rozpouštěnými živinami ze země do pletiv asimilačních, hlavně do listů, odtud zase jímí proudí (části lýkovou) asimiláty na místa spotřeby. Podstatnými částmi lýka jsou: **sítkovce** **si**, živé prosenchymatické buňky, se síťovitě proděravěnou přehrádkou; jímí proudí asimiláty. (Nejasného dosud významu jsou buňky doprovodné **pl** a buňky kambiformní **kb**). Ochrannými jsou buňky sklerenchymatické **s**. Někdy jsou vhodnou textilní surovinou (len, konopí, juta). Hlavní části dřeva jsou **cévy** (**trachee**), buňky prosenchymatické, mrtvé bez protoplazmy a s resorbovanými příčnými přehrádkami. Stěny jejich bývají různé ztlustlé; **t**₁ **céva** **tečkovaná**, **t**₂ **céva** **spiralovitá**, **t**₃ **céva** **schodovitá**. S cévami sousedí parenchym dřevní **p**. Slouží k přechovávání rezervních látek (škrob, olej) v době veget. klidu. Mezi částí dřevní a lýkovou je vložen u rostlin Dvouděložných a Nahosemenných kambialní válec **k**.
- Obr. 10. Příčný řez svazkem cévním rostliny dvouděložné. (Označení jako u obr. 9.)
- Obr. 11. U Dvouděložných a Nahosemenných jsou svazky cévní rozloženy pravidelně v kruhu. Mezi částí dřevní **d** a lýkovou **l** probíhá kambialní válec **k**. Vně od něho válec fellogenu **f**.
- Obr. 12. U Jednoděložných probíhají svazky cévní průřeznou osou. Jednoděložné nemají kambialního kruhu, jejich osy proto nelousnou.

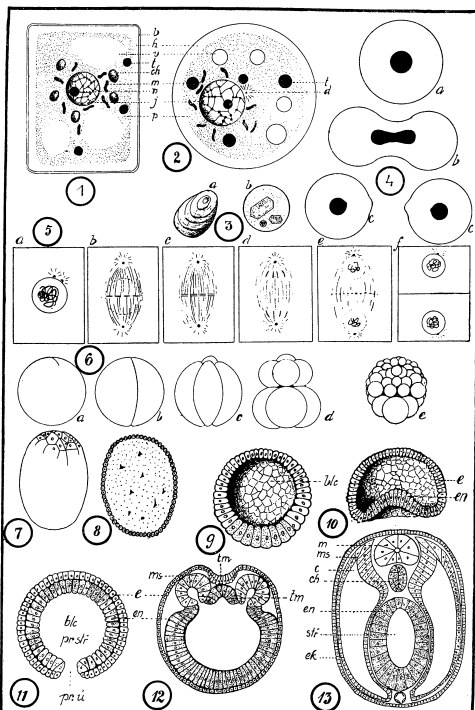
c) pletiva základní.

- Obr. 13. Příkladem je t. zv. **houbový parenchym** v listech **hp**. Pod pokožkou listovou **p** pletivo asimilační s chloroplasty **pl**. Pod ním je houbový parenchym s hojnými intercellularami. Na spodní straně listu je opět pokožka. Pletivo základní vyplňuje prostor mezi ostatními a slouží rozličným účelům. Buňky jeho jsou tenkostěnné, parenchymatické.

d) pletiva mechanická

dodávají rostlinám pevnosti a pružnosti. Tvoří je buňky sklerenchymatické a kolenchymatické. Doprovázejí svazky cévní nebo probíhají samostatně.

TABULKA I.



TABULKA I.

- Obr. 1., 2. Schema buňky rostlinné a živočišné: j jádro, n jadérko, m mitochondrie, ch chloroplasty, h hyaloplasma, p polioloplasma, b blána buněčná, v vakuola, t tuková kapénka, d dělicí tělísko.
- Obr. 3. a) Zmo skrobové, b) Aleuronové zmo s krystaloidem.
- Obr. 4. a—c. Schema přímého dělení.
- Obr. 5. a—f. Schema nepřímého dělení.
- Obr. 6. a—e. Schema rýhování mírně inequálního; e morula.
- Obr. 7. Schema rýhování discoidálního.
- Obr. 8. Schema rýhování superficiálního.
- Obr. 9. Gastrula uzavírající blastocoel — blc.
- Obr. 10. Tvořící se gastrula; e ektoblast, en entoblast.
- Obr. 11. Gastrula; e ektoblast, en entoblast, pr. sf. prvotní sířevo, pr-ú prvoústa.
- Obr. 12. Další vývoj blastuly; tm brázdička mišní, ms mesoblast, tch tvořící se chorda.
- Obr. 13. m mícha, ch chorda, sf. sířevo, c coelom.

(Tabulka II. na samostatném listě.)

TABULKA III.

- Obr. 1. Podélný řez houbov sladkovodní; p pory, jimiž vniká voda s potravou, pp dutina podkožní, pk přívodní kanálek, bd dutinky, opatřené bičíkovými buňkami trávicími, ok kanálky odvodní.
- Obr. 2. Trepka: pv, pvz pulsující vakuoly, c cylostom, v₁ tvořící se a v₂ hotová trávící vakuola, v₂ vedlejší jádro, hj hlavní jádro, b brvy, t trichocysty.
- Obr. 3. Plotěnka: j jícen, z rozvětvený žaludek.
- Obr. 4. Schema zažívací soustavy žáby: hl hlava, sz slázy slinné s vážkem na sliny, v vole, sz svalnatý žaludek, s slepé přívěsky žaludku, ch žláznatý či chylusový žaludek, ml trubice Malpighiovy, lls fluslé sířevo, k konečník.
- Obr. 5. Zažívací soustava klemýždě zahradního: hl hlava, z žaludek, zs slázy slinné, v vývod slinných žláz, j játra, s sířevo, k konečník.
- Obr. 6. Zažívací soustava lidská: zs slázy slinné, j jícen, b brzlík, sz sláza slinná, p plice, z žaludek, j játra, p pankreas, ls fluslé sířevo, les lenké sířevo, sls slepé sířevo, k konečník.
- Obr. 7. Vrchol pronefridie: kb konečná buňka opatřená brvami b.
- Obr. 8. Nefridie červa sporostétinového: l obrvená nálevka (nefrostrom), v vývod bez žláz, v' žláznatý vývod, m měchýř močový.
- Obr. 9. Průřez lidskou ledvinou: vk vrstva korová, ck céva krevní, vd vrstva dřevná, p papila, kl kalich ledvinový, m močodod, pl pánev ledvinná, t tepna krev přivádějící, z žíla krev odvádějící.
- Obr. 10. Detail z ledviny: Bv Bowmanův váček se zauzlinkou cévní, kl kanálek prvního, kl kanálek druhého řádu, Hk Henleova klička, ks kanálek sběrací, k společný kanálek sběrací, p část papily.
- Obr. 11. Bowmanův váček silně zvětšen: c céva krevní, b stěna váčku, d dutina váčku, kl počátek kanálku prvního řádu.

TABULKA III.

