

PROF. V. SEDŽVIKS un PROF. E. VILSONS

# IEVADS VISPĀRĒJĀ BIOLOĢIJĀ

No angļu valodas tulkojis  
Dr. E. DĀRZIŅŠ



Rīgā, 1926.  
Valtera u. Rapas akc. sab. izdevums

Viljams T. Sedžviks, Ph. D.

*Bioloģijas profesors Masačusetas  
Technoloģijas Institutā, Bostonā*

Edmunds B. Vilsons, Ph. D.

*Zooloģijas profesors Kolumbijas  
Universitātē, Ņujorkā*

# levads vispārējā bioloģijā

Ar prof. Dr. Edmunda B. Vilsona priekšvārdu latviešu izdevumam.

No angļu valodas tulkojis

Dr. E. D Ā R Z I Ņ Š

Latvijas Universitātes asistents

Rīgā, 1926

---

Valtera un Rapas akc. sab. izdevums

Valtera un Rapas  
akc. sab. grāmatspiestuve  
Rīgā, Brīvības ielā 129/133.



## Autora priekšvārds latviešu tulkojumam.

Kad pirmo reiz parādījās šis nelielais darbs, viņš bija iedvesmots no audzināšanas piedzīvojumiem un zināmā mērā pamatots uz Hekslija un Martina „Elementarās bioloģijas“, kura iznāca 1875. gadā. Šis plaši pazīstamais darbs, pirmais pēc sava veida, iemiesoja sevī divas jaunas īpatnības, proti elementarās bioloģijas mācīšanā aprobežoties ar nedaudzu dzīvnieku un augu pārstāvju pamatīgu aplūkošanu, un pasniegšanu iesākt ar vienkāršākām formām, pakāpeniski ejot uz augšu uz sarežģītākām. Pēdējā ziņā jau mūsu agrie skolotāja piedzīvojumi pārliecināja, ka Hekslija un Martina planā ir zināmas praktiskas grūtības, kuŗas mēs cerējam mīkstināt, izvēloties citu ceļu, pa kuŗu tuvoties priekšmetam. Mūsu mēģinājums bija, upurējot zināmā mērā teoretiskās priekšrocības praktiskām vajadzībām, sākt nevis ar vienkāršāko un iet uz sarežģītāko, bet iet no zināmā uz nezināmo, un nodarbošanos sākt ar pazīstamu augstāko dzīvnieku un augu studijām un salīdzināšanu, un tad iet uz leju pie vienkāršajām, bet grūtākajām, zemākajām formām. Autoriem bija liels gandarījums pārliecināties, ka pat tāda autoritate kā Hekslis bij vēlāk pieņēmis pēc būtības līdzīgu principu, kā tas redzams no pārveidotās priekšmeta aplūkošanas viņa „Elementarās bioloģijas“ jaunajā izdevumā, kura iznāca Hoves un Skota (Howes and Scott) pārlabojumā un papildinājumā.

Pēdējos gados ir iznācis krietni daudz skaistu elementarās bioloģijas grāmatu. Mūsu nodoms arī bija „Vispārējo bioloģiju“ paplašināt un zināmā mērā pārveidot, bet citi steidzami darbi un profesora Sedžvika negaidītā nāve 1921. gadā pārtrauca šos nodomus. Bet galvenie fakti un principi pēdējos gados gandrīz nav mainījušies. Grāmata vēl arvien, kā liekas, nav zaudējusi savu derīgumu šinī zemē, un ja Dr. Dārziņa tulkojums atvieglos elementarās bioloģijas pasniegšanu arī Latvijā, tad tas būs apmierinājums autoram. Bet galu galā lielākā svarā krīt skolotājs nekā metode. Pēc laba plana sarakstītai rokas grāmatai nešaubāmi ir liela nozīme, bet vēl lielāka nozīme ir veselam prātam, mīlestībai uz dabu un mūsu jaunāko draugu saprašānai viņu dabas studijās.

EDMUND B. WILSON,  
Columbia University.

Ņujorkā, 26. martā 1924.



# Vispārējā bioloģija.

## I. N O D A Ļ A.

### Ievadam.

Ikdienas piedzīvojumi māca, ka visas materialās lietas ir vai nu dzīvas vai nedzīvas jeb, īstenāki, ka viela ir dzīvojoša jeb bez dzīvības. Cik tagad zināms, dzīvība ir vienīgi dzīvas vielas parādība. Dzīva viela un nedzīva viela visur krasi atšķiras, kaut arī bieži ir cieši sabiedrotas. Dziļāki pētījumi skaidri un noteikti izcēla visā visumā starpību starp dzīvo un nedzīvo vielu un pierādīja, ka dzīva viela nekad neizceļas uz vietas no nedzīvas, bet vienīgi no jau esošas dzīvas vielas. Un tādēļ, nemeklējot tam iemeslus zemes vēstures agrākos laikmetos, mums ir tiesība uzlūkot robežu starp dzīvo un nedzīvo vielu par skaidri novilkto un dabīgu.

*Dzīvās un nedzīvās vielas pretešķības* ir par pamatu dabas zinību iedalījumam divās lielās daļās: *bioloģiskās* un *fiziskās zinātnēs*, pēc vielas iedalījuma dzīvā un nedzīvā. Bioloģiskās zinātnes ir pazīstamas zem kopēja nosaukuma *bioloģija* (*βίος* — dzīvība, *λόγος* — mācība), kuŗu tādēļ arī bieži apzīmē kā mācību par dzīvību jeb dzīvām būtnēm, jeb dzīvo vielu. Bet dzīva viela, cik tagad zināms, ir vienīgi tā pati parastā viela, tikai nokļuvusi savādos apstākļos jeb stāvoklī. Un tādēļ bioloģiju vistuvāk var apzīmēt par zinību, kuŗa nodarbojas ar vielu dzīvā stāvoklī.

*Dzīvas un nedzīvas vielas radniecība.* Kaut arī dzīva viela ļoti atšķiras no nedzīvas, tomēr viņas ir ļoti tuvu radniecīgas, kā īss pārspriedums par to mūs pārliecinās. Cilvēka jeb kautkāda dzīvnieka vai auga miesa ir vienīgi nedzīvās barības pārvērstā viela, kuŗa ieņemta dzīvā būtnē un uz īsāku vai garāku laiku ir pieņēmusi dzīvu stāvokli. No vienas puses nedzīva viela barības veidā nepārtraukti ieplūst visās dzīvās būtnēs un no otras puses iziet laukā kā atkritumi. Savā ceļojumā caur dzīvām būtnēm daļa no šīs vielas pieņem dzīvu stāvokli un paliek šinī stāvoklī kādu laiku kā miesas sastāvdaļa. Bet agrāk

vai vēlāk viņa nomirst un tad tās lielākā daļa tiek ismesta no dzīvas būtnes (daļa no šīs vielas var palikt iekšā kā atkritumu krājumi, kuŗi dažreiz var būt derīgi dzīvai būtnei). Tā tad viela var pāriet no nedzīva stāvokļa dzīvā un atkal atpakaļ, atkal un atkal, mūžīgā riņķī. Dzīvs augs jeb dzīvnieks ir līdzīgs strūklu akai jeb liesmai, kuŗā un ap kuŗu viela pastāvīgi tek, bet strūkla un liesma patura savu raksturīgo formu un īpatnību. Tas nav „nekas cits kā nepārtraukti no vienas puses dzīvā būtnē iekšā plūstošu un no otras laukā tekošu materialu daļiņu vienlīdzīgi virpuļi. Tas ir savā ziņā degpunkts, kuŗā materialās daļiņas saplūst kopā, kustas kādu laiku, un no kuŗa tās vēlāk tiek izmestas jaunā sakārtojumā. Bieži lietotais ūdens virpuļa salīdzinājums ar dzīvu būtni ir ne tikai pareizs, bet arī vietā. Ūdens virpulis ir pastāvīgs, bet ūdens daļiņas, kuŗas viņu rada, nemitīgi mainās. Tās, kuŗas plūst virpulī iekšā, riņķo viņā un kādu laiku rada virpuļa īpatnību; kad no otras puses daļiņas virpuli pamet, viņu vietu ieņem jaunpienākušās“. Hekslijs (*Huxley*).

Bet ar ko tad atšķiras dzīvā viela no nedzīvās? Uz šo jautājumu nevar dot pilnīgu atbildi ķīmiskā analīzē, jo viņas pāņēmieni neizbēgami nokauj dzīvo vielu, un tādēļ ar ķīmiskās analīzes palīdzību nevaram izdibināt tos apstākļus, kuŗi valda vielā, kad viņa ir dzīva. Analīzes tomēr ceļ dienas gaismā dažus visai ievērojamus faktus. Izrādās, ka dzīvā viela vienmēr ir uzbūvēta no ķīmiskiem elementiem, un laikam nebūs par zemu vērtēts, ja teiksim, ka vismaz sešiem elementiem ir jāsavienojas zināmā kārtībā, lai varētu pastāvēt dzīvība. Un vēl vairāk, tikai nedaudzi no šiem elementiem ir spējīgi zināmos apstākļos izveidot šo dzīvo apvienību.

Ir ļoti zīmīgi, ka, nonāvējot dzīvo vielu, nenovērojam svāra zuduma. Analīzējot dzīvo vielu, izrādās, ka nedzīvo produktu kopējais svārs ir gluži līdzīgs dzīvās vielas svāram un, ja nāvei iestājoties arī kaut kas izgaist, tad tas nav svārams un, būdams bez svāra, nav materials. Tā tad dzīvā vielā nav sevišķas, tikai viņai īpatnējas materialas vielas. Katru elementu, kuŗu atrod dzīvā vielā, var atrast citos apstākļos arī nedzīvajā.

Tamlīdzīgas pārdomas noved mūs pie galvenā fakta, ka jēdziens dzīvs un nedzīvs nozīmē divus dažādus vielas stāvokļus. Tagad vēl mēs nezīnām, ar ko šie stāvokļi atšķiras viens no otra. Acīmredzot, dzīvais stāvoklis nekad netiek citādi iegūts, kā tikai no esošās dzīvās vielas, kuŗa, tā sakot, in-ficē nedzīvo vielu un kaut kādā ceļā dod viņai iemeslu pieņemt dzīvu stāvokli.

*Dzīvas vielas pamatīpašības.* Dzīvas vielas pamatīpašības, ar kurām tā pilnīgi atšķiras no katras nedzīvas vielas, kopā saņemot, ir sekošas:

- 1) ķīmiskais sastāvs;
- 2) noārdīšanās un atjaunošanās spēja un augšana;
- 3) vairošanās.

Dzīvā vielā vienmēr ir savienojumi, kurus sauc par *proteīniem*. Tie ir dzīvās vielas galvenais materialais pamats. Proteīni sastāv no oglekļa, skābekļa, ūdeņraža, slāpekļa un sēra, un dažreiz fosfora.

Bieži uzsver un izceļ šo sešu elementu dažādību: skābekļa lielo saistīšanās spēju, slāpekļa ķīmisko bezdarbību, ūdeņraža molekularo kustību, oglekļa, sēra un fosfora alotropiskās īpašības u. t. t. Visām šīm īpašībām var būt sava nozīme, ja tās apskata kā dzīvās vielas sastāvdaļas. (Skat. Herbert Spencer, *Principles of Biology, Vol. I.*)

Bet ne tikai vienkāršs proteīnu saturs raksturo dzīvo vielu. Vistas olas baltumā ir daudz dažādu raksturīgu proteīnu un tomēr parasti tas ir bez dzīvības. Dzīvai vielai jābūt ne tikai no olbaltuma, bet viņā jābūt arī spēkam, *uzbūvēt proteīnus* no citām vielām; un šī ir vienīgi dzīvās vielas īpašība.

Tikpat raksturīga ir dzīvās vielas uzbūvēšanās un noārdīšanās. Dzīvā viela nepārtraukti zūd no iekšējas sadegšanas un atkal nepārtraukti atjaunojas. Arī dzīvo būtņu augšana ir gluži īpatnēja un pilnīgi atšķiras no tās augšanas, kurā novēro nedzīvos priekšmetos. Kristāli un citi nedzīvi ķermeņi var zināmos apstākļos „augt“ *apozīcijas ceļā*, t. i. jaunām vielas kārtām no ārpusē nogulsņējoties uz ķermeni. Dzīvā viela aug no iekšienes *intususcepcijas ceļā*, jaunām daļiņām iespīējoties jau esošo daļiņu starpā. Un beidzot, dzīvā viela tādā ceļā izlabo ne tikai pati sava ķermeņa zudumu, bet arī vairošanās ceļā rada jaunas dzīvas vielas masas, kuņas, pēc atšķiršanās no radītājam, turpina dzīvot neatkarīgi.

Cik ārkārtīgas ir šīs īpašības, sapratīsim, ja iedomāsimies lokomotīvi ar līdzīgām spējām: pašai rūpēties par savu bojājumu izlabošanu, pašai izlīdzināt savu nolietoto, augt un pieņemt lielumu, atdalīt no sevis laiku pa laikam kapara un dzelzs gabalus, kuriem būtu īpašības, izaugt soli pa solim par pilnīgu lokomotīvi, spējīgu brīvi kustēties un radīt atkal jaunas lokomotīves. To dara katra dzīva būtne un nekā tamlīdzīga nav nedzīvajā pasaulē.

Hekslis vislabāk un visaptverošāk ir raksturojis dzīvās vielas īpašības:



1. *Ķīmiskais sastāvs.* Vienmēr sastāvā ir viens vai vairāki salikti oglekļa, ūdeņraža, skābekļa un slāpekļa savienojumi, tā sauktie proteīni. Pēdējie, savienojušies ar lielu daudzumu ūdens, rada tās vielas galveno sastāvdaļu, kuŗu pirmatnējā, neizveidotā stāvoklī sauc par protoplasmu.

2. *Nepārtraukta noārdīšanās un sairšana oksidējoties un līdztekus ejošā jaunas vielas uzbūve intususcepcijas ceļā.* Noārdīšanās process, kuŗš izteicas protoplasmas molekulas sairšanā par augstāki oksidētiem no dzīvās vielas izmestiem produktiem, ir pastāvīgs dzīvības pavadonis. Ir pamats domāt, ka ogļskābe vienmēr ir viens no šī sairšanas procesa produktiem. Pārpalikušais ogleklis, slāpekļis, ūdeņradis un citi elementi var palikt saistīti protoplasmā.

No jauna ievestā viela, kuŗai jāsedz pastāvīgais vielas zudums, ir vai nu gatava citu dzīvu būtņu protoplasma jeb protoplasmas daļas, no kuŗām dzīvā viela ar savu spēku palīdzību var uzbūvēt protoplasmu. Par visām lietām, molekulu pievienošana jau pastāvošām molekulām nenotiek vis uz dzīvās vielas virsmas, bet gan iebīdot tās starp jau esošās dzīvās vielas molekulām. Ja noārdīšanas un uzbūvēšanas procesi ir līdzsvarā viens ar otru, tad dzīvās vielas masas daudzums nemainās; ja uzbūvējošais process ir straujāks, tad dzīvā viela *aug*. Bet pieņemšanās lielumā, kuŗa raksturo augšanu, ir molekularās intususcepcijas sekas un tādēļ pavisam atšķiras no augšanas apozīcijas ceļā. Pēdējo novērojam kristālos, kuŗi aug, jaunai vielai nosēžoties uz virsmas. Pazīstamā Linneja aforismā vārdam „augt“, runājot par akmeņiem, ir pavisam cita nozīme nekā runājot par augu vai dzīvnieku augšanu.

3. *Tieksme pārdzīvot cikliskas maiņas.* Parastā dabas gaitā katra dzīvā viela sākas no iepriekš dzīvojošas vielas, atšķiroties no pēdējās kādai daļai, kuŗa dzīvo neatkarīgi tālāk. Jaunā indivīda raksturs ir līdzīgs viņa radītāja raksturam. Jaunai formai ir tāds pats spēks vairoties no atvasēm un, agri vai vēl, tāpat kā viņas priekštečiem, beigt dzīvot, izirstot augstāki oksidētās vielās.

Tā tad neatkarīgi dzīvojošais ķermenis ne tikai pastāvīgi maina savu vielu, bet arī viņa lielums un forma pastāvīgi pārveidojas. Šīs maiņas beidzas tikai ar nāvi un indivīda īpatnības izžušanu. Šugās pastāvēšanu nodrošina daļu atšķelšanās, kuŗas pārdzīvo tās pašas cikliskās maiņas kā viņu priekšteči. Nav neviena vielas veida ar šīm trim īpa-

šībām, kuŗa nebūtu dzīva vai cēlusies no dzīvas vielas, bet kuŗas īpašības līdzinātos 2. un 3. punktā raksturotām svarīgām parādībām. (*Encyclopaedia Britannica*, 9. izd., nodaļa „Bioloģija“, 679 l. p.)

Bioloģisku studiju labad, dzīvība jāuzlūko kā sevišķas saliktas vielas īpašība. Bet esam spiesti saliktā īpašības uzskatīt kā sastāvdaļu īpašību rezultātu, arī tad, ja nezīnām, kā šāda sakarība var pastāvēt; un tādēļ, beigu beigās, ja gribam izprast dzīvās vielas īpašības, mums ir jāgriežas atpakaļ pie oglekļa, ūdeņraža, slāpekļa u. t. t. īpašībām.

*Bioloģijas tilpums. Bioloģiskās zinātnes.* Jau no vispārēja bioloģijas apzīmējuma redzams, ka šīnī zinātnē ietilpst viss, kas pieder pie dzīvās vielas jeb dzīvu būtnu izpētīšanas. Bioloģija apskata dzīvo būtnu formu, uzbūvi un darbību veselā un saslimušā stāvoklī, viņu ierašas un baŗošanas veidu, apkārtni un izplatīšanos telpā un laikā, attiecības pret nedzīvo dabu un citām dzīvām būtnēm, viņu maņas, garīgos procesus un socialās attiecības, viņu izcelšanos un likteņus un daudz citus jautājumus. Bioloģijā ietilpst botanika un zooloģija, un tā nodarbojas ar dzīvnieku un augu dzīves parādībām, ne tikai atsevišķi, bet arī viņu savstarpējās attiecībās. Viņā ietilpst arī medicīnas zinātnes un augu patoloģija.

Bioloģija šīnī nozīmē ir tik plašs priekšmets, ka tās saturs nepieciešami jāiedala vairākās galvenās nozarēs, kuŗas tad pieņem noteiktu patstāvīgu zinātnu stāvokli. šis iedalījums ir redzams 10. lap. p. Tabele rāda divus dažādus ieskatus par galvenā priekšmeta iespējamo sadalījumu, atkarībā no tā, vai lasām tabeli no kreisās uz labo pusi vai otrādi. Parastā sagrupējumā bioloģiju vispirms iedala zooloģijā un botanikā, atkarībā no tā, vai pētījumu objekts ir dzīvnieki jeb augi. šim iedalījumam ir liela praktiska priekšrocība, jo lielākā daļa biologu nodarbojas vienīgi vai nu ar dzīvniekiem jeb ar augiem. No zinātniskā redzes stāvokļa tomēr ir pareizāks iedalījums morfoloģijā (*μορφή* — forma, *λόγος* — mācība) un fizioloģijā (*φύσις* — daba, *λόγος* — mācība). Morfoloģija dibinās uz formas, uzbūves un iekārtojuma faktiem, un ir galvenā kārtā statistiska; fizioloģija — uz darbību jeb funkciju, un ir pēc būtības dinamiska. Bet morfoloģija un fizioloģija ir tik tuvu radniecīgas, ka nav iespējams galīgi atšķirt vienas priekšmetu no otras.

<p><b>Bioloģija.</b> Zinātne par visām dzīvām būtnēm jeb par vielu dzīvā stāvoklī.</p>	<p><b>Morfoloģija.</b> Zinātne par formu, uzbūvi u. t. t. Pēc būtības statistiska.</p>	<p><b>Anatomija.</b> Zinātne par uzbūvi; parasti tikai par rupjo, neapbruņotām acīm šaredzamo augu jeb dzīvnieku uzbūvi.</p>	<p><b>Botanika.</b> Zinātne par augu dzīvo vielu jeb augiem.</p>
		<p><b>Histoloģija.</b> Mikroskopiskā anatomija. Uzbūves analīze ar apbruņotu aci, ar mikroskopu; atšķirta no anatomijas tikai ērtības labad.</p>	
<p><b>Fizioloģija.</b> Zinātne par darbību tēj funkciju. Pēc būtības dinamiska.</p>	<p><b>Taksonomija jeb klasifikācija.</b> Dzīvo būtnu iedalīšana grupās, galvenām kārtām pēc viņu uzbūves.</p>	<p><b>Bioloģija.</b> Zinātne par visām dzīvām būtnēm jeb par vielu dzīvā stāvoklī.</p>	
	<p><b>Mācība par izplatīšanos (Biogeogrāfija).</b> Apskata dzīvo būtnu stāvokli telpā un laikā, viņu izplatīšanos pa tagadējo zemes virsmu, sargrupēšanos un pakāpenisko sekošanu vienai aiz otras agrākos laikos, kā tas izlobāms no pārkmeņojumiem.</p>		
<p><b>Fizioloģija.</b> Zinātne par darbību tēj funkciju. Pēc būtības dinamiska.</p>	<p><b>Embrioloģija.</b> Mācība par dīgļa attīstīšanos. Aņņem daudzas jauktas morfoloģijas un fizioloģijas problemas. Tagad visvairāk morfoloģiska.</p>	<p><b>Zooloģija.</b> Zinātne par dzīvnieku dzīvo vielu jeb dzīvniekiem.</p>	
	<p><b>Fizioloģija.</b> Sevišķa zinātne par individa darbību veselā un slimā stāvoklī. Tādēļ viņā ietilpst arī patoloģija.</p>		
<p><b>Fizioloģija.</b> Zinātne par darbību tēj funkciju. Pēc būtības dinamiska.</p>	<p><b>Psicholoģija.</b> Zinātne par garīgām parādībām.</p>	<p><b>Zooloģija.</b> Zinātne par dzīvnieku dzīvo vielu jeb dzīvniekiem.</p>	
	<p><b>Socioloģija.</b> Zinātne par sociālo dzīvi, t. i. par cilvēku jeb zemāko dzīvnieku kopdzīvē.</p>		

Vēl, bez jau tabelē minētām apakšzinātnēm, daudzi pieņem arī etioloģiju par noteiktu zinātni, kuŗas uzdevums būtu izpētīt bioloģisko parādību cēloņus. Bet katras parādības zinātniskas izpētīšanas nolūks ir, atrast parādības cēloni. Tādēļ etioloģija ir nešķirama no citām bioloģijas nozarēm un tai nav ierādāma patstāvīga vieta.

Psicholoģiju un socioloģiju tagad vispārīgi neuzskata par bioloģijas nozarēm, bet parasti aplūko tās atsevišķi.

Evolucijas mācības pamatojumā skaidri redzams, ka nodarbošanās ar šīm zinātnēm ir nešķirama no bioloģijas studijām. Instinkti un citas zemāko dzīvnieku psihiskās darbības ir īsti psiholoģisku studiju objekti. Dzīvnieku apvienību, kā piem. bišu un skudru sarežģītā socialā dzīve ir īsta socioloģijas problēma.

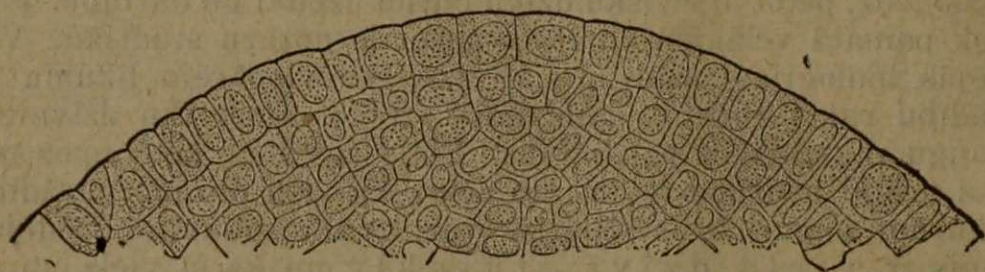
Redzams, ka mūsu šemā morfoloģija un fizioloģija iespiežas viena otras robežās; ir dažas bioloģiskas zinātnes, kurās uzbūves studijas nav šķiramas no darbības studijām. Beidzot, nepiemirsīsim, ka katrs bioloģisko zinātņu iedalījums ir vienīgi parocības dēļ, jo nav iespējams pētīt tikai dažas parādības pilnīgi neatkarīgi no citām.

Ar terminu „*vispārējā bioloģija*” neapzīmē bioloģisko zinātņu kaut kādu atsevišķu locekli, bet šo jēdzienu lieto paraduma dēļ, un ar to apzīmē vispārējas, ievadošās studijas bioloģijā. Vispārējai bioloģijai ir tādas pat attiecības pret bioloģiju kā vispārējai ķīmijai pret ķīmiju jeb vispārējai fizikai pret fiziku. Viņā ietilpst vispārējā dzīvās vielas īpašību noskaidrošana, ko sasniedz, pētot atsevišķu dzīvu būtnu uzbūvi un darbību. Viņa jāliek pamatā vēlākām zinātnes speciaļo nozaļu studijām. Vispārējās bioloģijas uzdevums ir dzīvības vispārējo likumu un parādību raksturošana, salīdzinoši izpētīt atsevišķu dzīvnieku un augu raksturīgos pārstāvjus. Bet visos šinīs pētījumos pētnieks nekad nedrīkst izlaist no acīm, ka visu dažādo parādību, ar kurām viņam šinīs studijās var iznākt sadurties, pēdējais cēlonis ir viela dzīvā stāvoklī un ka šī viela un šis stāvoklis ir pētījumu īstais mērķis un saturs.

## II. NODAĻA.

### Dzīvo būtņu uzbūve. Organismi.

Nedzīvās lietas dabā sastopamas visdažādākā masas daudzumā un veidā un arī to uzbūve un ķīmiskais sastāvs var būt ļoti dažāds. Dzīvās būtnes, turpretī, sastopamas samērā mazā masas daudzumā. Augu starpā lielākais masas daudzums ir Kalifornijas milzu kokiem un dzīvnieku starpā zilonim; vismazākais dzīvas vielaš daudzums ir sīkbūtnēm jeb bakterijām.



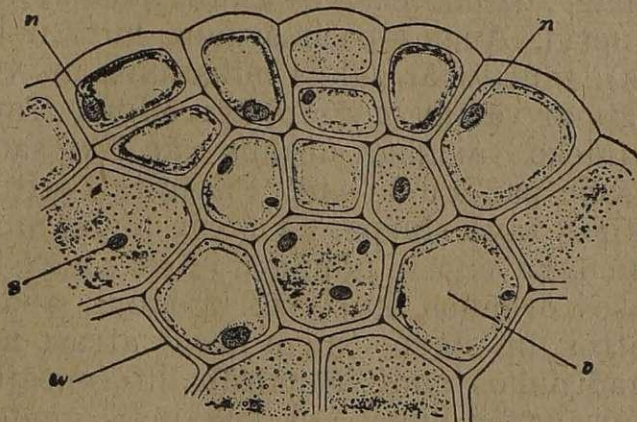
Zīm. 1.

(Pēc Saksa.) Jaunas, augošas priedes atvases garenisks griezumš. Ar punktiem zīmētais ir protoplasma, ar tievām līnijām — šūniņu apvalki, kuņi ir no koksnes,  $C_6H_{10}O_5$ . (Stipri palielināts.).

Vēl vairāk, dzīvo būtņu individualai masai ir īpatnēja un raksturīga uzbūve un ķīmiskais sastāvs, kādēļ viņu sauc par organismu un viņu vielu par organisku. Visi organismi ir uzbūvēti pēc ievērojami vienāda plana un no vienāda materiala. Tādēļ varam iepazīšanos ar dzīvām būtnēm sākt no lielākām un saliktākām formām, kuņās visskaidrāk izteicas dzīvās vielas agrāk minētās uzbūves īpatnības.

*No organiēm salikti organismi. Darbība.* Katru dzīvu būtni, piem. trusīti vai geraniju, raksturo tas, ka viņa ir salikta no nevienādām daļām. Šīs daļas ir tā uzbūvētas, ka tām ir spēja izpildīt dažādas darbības, kuņām ir galvenā jeb blakus nozīme visā organisma dzīvē. Augam ir stumbrs, saknes, zari, lapas, putekšlapas, sēklas u. t. t. Dzīvniekā no ārpuses var atšķirt galvu, locekļus, acis, ausis u. t. t., iekšķīgi — kuņģi, zarnas, aknas, plaušas, sirdi, smadzenes un vēl daudz citas vis-

dažādāki uzbūvētas daļas. Šīs daļas sauc par orgāniem, un dzīvo būtni, kurai viņi ir, par organismu.



Zīm. 2.

Jaunas papardes (*Pteris aquilina*) lapas šķērs griezumā. Redzami biezie, pa lielākai daļai dubultie šūniņu apvalki. Graudainā viela ir protoplasma. Lielākā daļā šūniņu ir liels, vidējs, ar sulu pilns dobums. Protoplasma atspiesta plānas kārtiņas veidā pie apvalka iekšpuses. Dažās šūniņās redzami kodoli un citās nedzīvie stērķeļes graudi; n — kodoli, v — dobums, w — apvalks. (500 ×.)

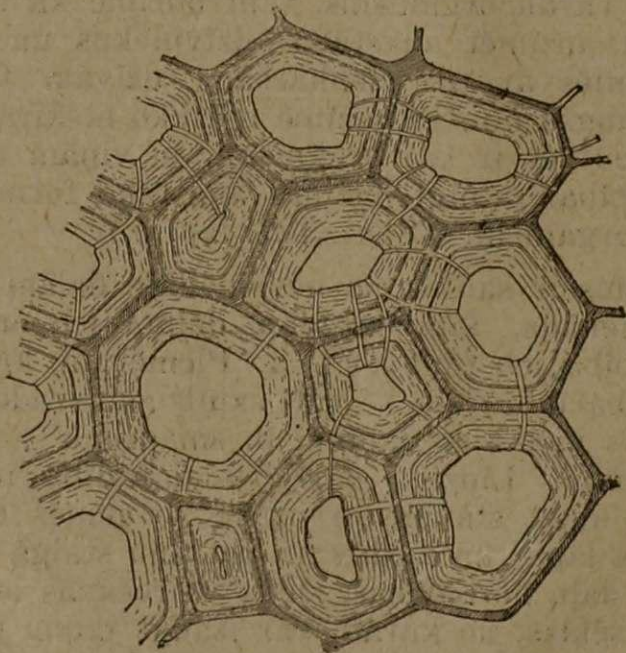
Ar vārdu organisms, tanī nozīmē kā tas šeit lietots, vislabāk apzīmēt augstākos dzīvniekus un augus. Vēlāk iepazīsimies ar tik vienkāršām dzīvām formām, kurās organi augšā minētā nozīmē ir tikko atšķirami. Tomēr šīs dzīvās būtnes ir īsti organismi, jo viņām ir daļas, kurās pēc darbības pilnīgi līdzinās augstāko formu labi norobežotiem orgāniem. (Skat. 127. lap. p.)

Organisms ir salikts no nevienādām daļām un pēdējo uzbūve ir nevienāda. Šīm dažādām daļām jeb orgāniem ir nevienāda darbība jeb funkcija. Piemēram, kuņģa uzdevums ir sagremot barību, sirds — dzīt asinis asinsvados, nieru — atšķirt kaitīgas vielas no asinīm un smadzeņu — pārvaldīt citu orgānu darbību. Līdzīga darbības dažādība ir arī augiem: saknes tura augu stāvus un uzsūc no zemes dažādas vielas, stumbrs tura lapas un ziedus un pa viņu staigā sula, lapas uzsūc un ražo daļu no barības, ziedu vairošanās orgānos attīstās un nobriest sēklas, no kurām var izaugt jauna paaudze.

Augšā aprādītā nevienādība, kuŗa ir saistīta ar darbības daļiņu starp dažādām daļām, ir viena no raksturīgākām dzīvo būtnu īpašībām. Šī īpašība nepiemīt nedzīvai vielai, kaut pēdējā arī būtu liela un sarežģīta.

No audiem salikti orgāni. Diferencēšanās. Pilnīgi attīstījušies orgāni nav viendabīgi (*homogeni*). Viņos ir dažādas da-

ļas. Cilvēka roka ir organs, kuŗam ir vairākas daļas. Šīs daļas stipri atšķiras viena no otras uzbūves un darbības ziņā. Ārpusē ir āda, mati, nagi; dziļāk iekšā — kauli, muskuļi, cīpslas, saites, asinsvadi un nervi. Auga lapa ir organs, kuŗā ir kokainais ģindenis (dzīslas), tanī turās zaļais mīkstums, un viss tas no ārpuses ir apsegts ar vārīgu, caurspīdīgu ādiņu. Tamlīdzīgi katrs augstāka dzīvnieka vai auga organs var tikt sadalīts dažādās daļās, kuŗas sauc par a u d i e m. Pilnīgi attīstītu organu audi bieži ļoti atšķiras savā starpā, kā piem. augšā minētos gadījumos; tas nozīmē, ka viņi ir pilnīgi d i f e r e n c ē j u š i e s. Bet bieži pieaugušos organos, kuŗi vēl ir jauni, audi pakāpeniski pāriet vieni otrs, un starp viņiem nevar atrast noteiktas robežas. Šādos gadījumos audi ir mazāk diferencējušies. Piemēram, pilnīgi pieauguša auga lapā kokainais ģindenis, zaļās šūniņas un virsādiņa ir trīs pilnīgi dažādi audi, bet jaunās lapiņās šie paši trīs audi ir mazāk diferencējušies, un gluži jaunās lapiņās, vēl pumpurā, diferencēšanās nav pavisam manāma, un viss organs ir gandrīz pilnīgi viendabīgs. Pēdējā gadījumā audi ir n e d i f e r e n c ē j u š i e s, kaut arī spējīgi diferencēties. Tāpat arī cilvēka dīglī rokas audi ir nepilnīgi diferencējušies un ļoti agrā stadijā tie ir nediferencējušies.



Zīm. 3.

Papardes (*Pteris aquilina*) kokainā apakšzemes stumbrā šķērsriezums. Apvalki ir neparasti biezi, protoplasma izzudusi. Kanāli dzīvības laikā noderēja šūniņu sakariem. (450 X.)

*No šūniņām salikti audi.* Beidzot, mikroskopā visi audi izrādās salikti no sīkām daļiņām, kuŗas sauc par š ū n i ņ ā m.

Viena auda visās daļās tās ir vienādas jeb gluži līdzīgas viena otrai. Šūniņas ir beidzamās vienības, kuŗās var sadalīt organus un audus un tā tad arī visu organismu, tāpat kā valsti var sadalīt provincēs, apriņķos un pagastos. Turpmāk redzēsim, ka šīm pēdējām vienībām jeb šūniņām visur ir vienāda pirmuzbūve, lai gan viņas bieži stipri atšķiras viena no otras pēc izskata, lieluma un darbības veida ne tikai dažādos dzīvniekos un augos, bet pat viena un tā paša individa dažādās daļās. Parasti katra auda šūniņas ir ļoti līdzīgas savā starpā un viņām ir arī vienāda darbība, bet viņas atšķiras no citu audu šūniņām pēc izskata, lieluma, sakārtojuma un visvairāk pēc darbības. Audu dažādības cēlonis ir viņu šūniņu dažādība. Rokas āda atšķiras pēc izskata un darbības no muskuļiem, kuŗus viņa apsedz, tādēļ ka ādas šūniņas atšķiras no muskuļu šūniņām pēc izskata, lieluma, krāsas, darbības u. t. t. Tādēļ audus var apzīmēt par līdzīgu šūniņu grupu ar līdzīgu darbību\*). Parasti katrā organā ir dažādas šādu šūniņu grupas jeb audi, tikai, kā agrāk aprādīts, jauni organi ir gandrīz jeb pavisam viendabīgi, t. i. visas šūniņas ir gandrīz jeb pavisam vienādas. Tikai tad, kad organs paliek vecāks, šūniņas arī kļūst dažādas un sakārtojas dažādās grupās. Šo parādību sauc par audu diferenciāciju. Dažos gadījumos, piemēram sūnas lapās, šūniņas paliek gandrīz vienmēr vienādas, kā dīgļa stāvoklī, un tad visā organā ir tikai viens audu veids.

Sacīto var piemērot tikai augstākiem augiem un dzīvniekiem. Ir neskaitāmas brīvas augu un dzīvnieku šūniņas, kuŗas dzīvo patstāvīgi kā viensūniņu audi jeb dzīvnieki. Fizioloģiski tās katrā ziņā jāuzlūko par individiem, bet ne mazāk skaidri ir, ka morfoloģiski viņas ir vienvērtīgas parasto daudzšūniņu organismu šūniņām.

Tā kā organismu pakāpeniski var sadalīt organos, audos un beidzot šūniņās, tad, acīmredzot, šūniņās vajaga būt dzīvai vielai. Un tādēļ šūniņu var apzīmēt kā dzīvas vielas mazu daļiņu, kuŗa dzīvo vai nu brīvi, jeb ir viena no pēdējām vienībām organismā. Šūniņa ir „pirmās šķiras organiskā vienība”. (Lang.)

*Dzīvā un nedzīvā viela dzīvā organismā.* Pēc augšā sacītā varētu domāt, ka mūsu un arī zemāko dzīvnieku un augu miesā ir tikai dzīva viela. Tomēr tā ir tikai pa daļai. Nešaubāmi, katrā augā un dzīvniekā ir dzīva viela, bet, kā redzēsim, viņā ir arī nedzīva viela. Cilvēka miesā nedzīva viela ir sastopama matos, nagu galos un ādas ārējās kārtās. Šīs daļas, kā visiem

\*) Audos bieži ir vielas starp šūniņām, bet tās parasti tieši rodas no šūniņām un ir tikpat dažādas, cik dažādas ir šūniņas.



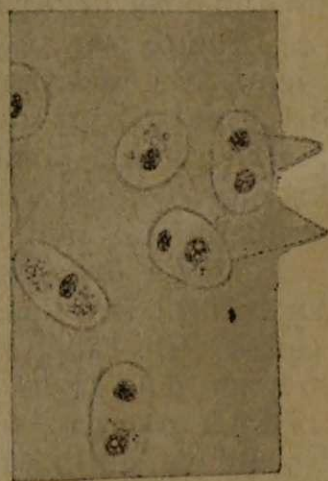
zināms, ir ne tikai nejūtīgas, bet arī pilnīgi nedzīvas, kaut gan ir dzīvas miesas sastāvdaļas. Ne tikai ķermeņa virspusē vien ir nedzīva viela. Kaulu mineralās vielas ir nedzīvas; tas pats sakāms, kaut arī ne tik acīmredzami, par citām daļām, kā piem. asiņu šķidro pamatu, taukiem un daudziem citiem ķermenī sastopamiem vielas veidiem.

Zemākos dzīvniekos šīs patiesības piemēri ir redzami visur. Gliemēžu un austeru kaļķa vāki, koraļu un sūkļu ģindeņi, kukaiņu, vēžu un citu radniecīgo dzīvnieku ārējās cietās mizas, zivju un rāpuļu zvīņas, putnu spalvas, nagi un knābji, dzīvnieku vilna, — tie ir nedaudzi piemēri no neskaitāmiem veidojumiem, kuri sastāv no pilnīgi vai pa daļai nedzīvas vielas, lai gan ir dzīvu dzīvnieku sastāvdaļa.

Starp augiem redzam vēl labākus piemērus. Neviens nešaubīsies, ka ozola ārējā miza ir nedzīva. Koka sērde ir pilnīgi mirusi un pat tā sauktā dzīvā kokā, pa kuŗu staigā sula, ne tikai koka cietās daļas, bet arī pati sula ir nedzīva.

*Nedzīva viela dzīvos audos.* Audu dzīvās šūniņas reti atrodas tiešā sakarā viena ar otru, bet viņas vairāk vai mazāk pilnīgi nošķir nedzīva viela. To var

redzēt no griezuma caur kādu ātri augosu organu, piem. jaunu atvasi. (Zīm. 1.) Visā atvasē ir gluži līdzīgas, cieši kopā saspīestas vienības jeb šūniņas, kuŗas ir atšķirtas viena no otras ar ļoti plāniem apvalkiem. Katrā šūniņā ir graudaina, staipīga, dzīva viela, saukta *protoplasma* un cietāks apaļš ķermenis — *kodols*.



Zīm. 5.

Skrimšļa šūniņas.  
Skrimšļa pamatviela.



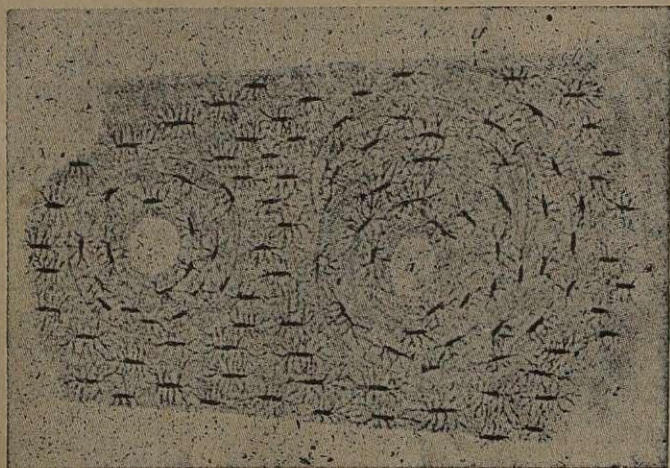
A

Zīm. 4. A. B.

Muskuļu šūniņas. A — no suņa zarnas, šķērs-griezumā. B — viena, atšķirta šūniņa no trusīša zarnas, aplūkota no sāniem. (Pēc Ranvjē, 320×.)

Tādā šūniņu grupā nevar atšķirt dažādus audus, jeb pareizāk, viss šūniņudaudzums ir viens audu veids (*meristema*), kuŗš sastāv gandrīz vienīgi no dzīvas vielas (*protoplasmas*). Vecākos audos apvalki paliek biezāki, kā tas redzams 2. zīmējumā. Apvalki ir no nedzīvas vielas, kuŗu ražo un atdala dzīvās

šūniņas protoplasma. Vēl vecākās augu daļās šie nedzīvie apvalki paliek ļoti biezi, protoplasma izzūd un viss auds (koks) sastāv no nedzīvas vielas, kuņas spraugas ir pildītas ar gaisu vai ūdeni. (3. zīm.)



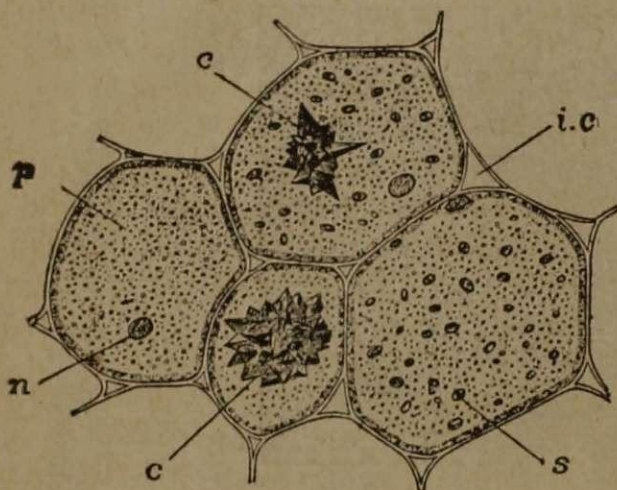
Zīm. 6.

Kaula šķērs griezumā. Redzamas zarojošas kaula šūniņas, starp kuņām ir nedzīva pamatviela.

Arī dzīvniekos līdzīgi gadījumi ir parasti. Tievo zarnu muskuļi, piemēram, ir uzbūvēti no iegarenu šūniņu pavedienu kūlīšiem (4. zīm.) un katras šādas šūniņas dzīvā viela ir pārklāta ar ļoti plānu nedzīvas vielas plēvīti. Skrimšļos (5. zīm.), kuņi pārklāj daudzu kaulu galus, olveidīgās skrimšļu šūniņas ļoti tālu atšķirtas viena no otras ar nedzīvu vielu, kuņu sauc par pamatvielu. Asiņu plakanās šūniņas, asinsķermenīši, ir šķirti viens no otra ar nedzīvu šķidrums, kuņā tie peld. Kaulos (6. zīm.) šūniņas ir zarainas, nevienāda veida un ir šķirtas ar cietu kaļķa vielu, kuņa nešaubāmi ir nedzīva. Šie piemēri rāda, ka ķermeņa nedzīvā viela, kuņu ražo dzīvās šūniņas, bieži sastopama kā nogulsņējumi starp dzīvām šūniņām. Visos šādos gadījumos dziļā audos no sākuma ir tikai dzīvas šūniņas, kuņas stāv vai nu tiešā sakarā jeb ir atšķirtas viena no otras tikai ar ļoti plāniem nedzīvas vielas apvalkiem. Vēlāk šūniņas var pamazām ražot nedzīvu vielu, kuņa tad sakrājas vai nu starp šūniņām biezu apvalku jeb sienu veidā jeb arī nogulsņējas kā cieta vai šķidra pamatviela, kuņā tad atrodas šūniņas. Ja ap šūniņām ir biezi apvalki, tad bieži tiem cauri stiepjas šauras ejas, pa kuņām vienas šūniņas protoplasma paliek sakaros ar otru (skat. 3. un 39. zīm.).

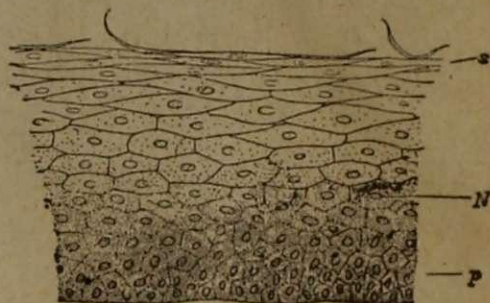
*Nedzīvā viela dzīvā šūniņā.* Tikpat svarīgi kā nedzīvās vielas nosēdumi starp šūniņām, ir arī nedzīvās vielas izveido-

jumi p a š ā s šūniņās. Viņi ceļas no a) dažādu vielu sakrāšanās protoplasmā vai b) tieši pārveidojoties visai protoplazmas masai. Pirmam gadījumam par piemēru lai minām minerāļu kristalus (7. zīm.), stērķeļu graudus (7. zīm.), ūdens pilienus un daudz citas augu šūniņās sastopamās vielas. Dzīvnieku šūniņās — tauku pilienus, kaļķa un krama nogulsnes. Dzīvniekos un augos sastopamās nedzīvās vielas dažādība ir gandrīz neaptverama.



Zīm. 7.

Šūniņu grupa no geranijas (*Pelargonium*) kāta. Protoplasmā redzama nedzīva viela (stērķe un kristāli), C — kalcija oksalāta kristāli, ic — starpšūniņu telpa, n — kodols, S — stērķeļu graudi.



Zīm. 8.

Suņa rīkles dzīvuma daļa: p — dzīlo kārtu dzīvās šūniņas, s — virspusējo kārtu nedzīvās šūniņas, n — kodoli.

Otrie gadījumi, kad pārveidojas visa protoplazma, gan mazāk svarīgi, bet bieži sastopami. Labu piemēru dod suņa barības rīkle (8. zīm.), kuŗa, tāpat kā cilvēka āda, sastāv gandrīz vienīgi no tuvu saspiestām šūniņām. Dziļākās daļās šūniņas ir gandrīz vienīgi no dzīvas protoplazmas un līdzinās šūniņām jaunā priedes atvasē (salīdz. ar 1. zīm.). Uz virspusi viņas paliek arvien plakanākas, līdz beidzot pašā virsmā šūniņas ir plakanu plāksnīšu veidā. Līdz ar šūniņu saplākšanu mainās arī viņu viela. Protoplazmas daudzums paliek mazāks un, tā nomirst; virsmas šūniņas ir pilnīgi nedzīvas, un beidzot viņas sāk arī nokrist. Līdzīga ir nagu nedzīvās daļas, knābju, spalvu un citu radniecīgu veidojumu uzbūve. Matu šūniņas ir līdzīgas ādas šūniņām. Matu saknē viņas ir dzīvas, bet pēc iznākšanas no ādas, matam no saknes augot, tās pārvēršas par mirušo ārējā mata raga vielu. Tamlīdzīgi ir veidotas arī spalvas.

Ir zīmīgi, ka līdz ar novecošanu organismā nedzīvai vielai ir tieksme pieaugt. Ļoti jaunam augam vai dzīvniekam ir vislielākais protoplazmas daudzums, bet organismam izveidojoties un dzīvojot, nedzīvā viela pakāpeniski viņā vai ap viņu pieņemas daudzumā. Dažreiz tas notiek, lai palielinātu izturību, kā piem. koku stumbros un kaulos, dažreiz aizsargāšanās nolūkos,

kā austeru un gliemēžu vākos, dažreiz vienkārši protoplasmas nespējas dēļ atsvabināties no nedzīvas vielas. Tā tad redzam, ka jaunība ir dzīvības un spēka, bet vecums dzīvības pamazināšanās laikmets.

*Kopsavilkums.* Augstāko dzīvnieku un augu ķermeņus var sadalīt dažādās daļās (*o r g a n o s*), kurām ir dažāda uzbūve un darbība. Šinīs daļās var atšķirt vienu vai vairākus audu veidus un katrs no tiem ir salikts no daudzām vienādām šūniņām (vai to atvasinājumiem), kurām visām ir vienāda darbība. Šūniņas ir sīkas dzīvas vielas jeb protoplasmas daļiņas, kurās vai ap kurām ir lielāks vai mazāks daudzums nedzīvas vielas. Protoplasma tomēr tādos apstākļos var vēl dzīvot, vai arī pamazām izgaist bez pēdām un atstāt pēc sevis nedzīvas vielas atlikumus.

*Organisms kā vienība.* Līdz šim mēs aplūkojām dzīvo organismu no anatomiskā un analitiskā viedokļa un redzējām viņa dabīgo sadalījumu organos, audos un šūniņās. Tagad tikai vēl jāpiebilst, ka šīs daļas ir savstarpīgi viena no otras atkarīgas un ka organisms kā vienība ir daudz pārāks par kaut kurū viņa atsevišķo daļu. Pulkstens ir pārāks par kaut kādu ratu un atspere sakopojumu, tāpat arī dzīvs organisms ir vairāk, nekā vienkāršs organu, audu un šūniņu salikums. Drīz redzēsīm, ka dzīvā organismā visām šīm daļām ir bijuši vieni kopēji priekšteči un ka vēl arvien šīm daļām ir tuvu radniecīgas saites kopējo vajadzību un kopējās izcelšanās dēļ.

### III. N O D A Ļ A.

## Protoplasma un šūniņa.

Pagājušā nodaļā redzējām, ka dzīvība ir sevišķā vielā, protoplasmā, kuŗa sastopama norobežotās daļiņās jeb šūniņās. Ar citiem vārdiem, protoplasma ir dzīvības fiziķskais pamats un šūniņa ir beidzamā redzamā uzbūves vienība. Tādēļ protoplasma un šūniņa būtu jāapskata sevišķi sīki, bet šo studiju tehnisko grūtību dēļ apmierināsimies tikai ar iesācējam saprotamu pārskatu.

*Vēsturisks apskats.* Organi un audi ir saredzami ar neapbruņotu aci, bet, lai audos saredzētu šūniņas, ir vajadzīga vairāk nekā vienkārša acs. Salikts mikroskops nāca lietošanā ap 1650. gadu. 1665. gadā angļu botaniķis Roberts Huks (*Hooke*) ziņoja, ka parastie korķa audi ir izveidoti no „mazām kastītēm jeb šūniņām“. Daudzi citi pētnieki aprakstīja līdzīgas šūniņas koka un citu augu audu griezumos, un vārds „šūniņa“ nāca vispārējā lietošanā. Bet tikai no 1838. gada, kad salikto mikroskopu papildināja ar achromatisku objektīvu, šūnaino jeb celularo uzbūvi atzina par pastāvīgu un raksturīgu dzīva organisma pamatīpašību. Šinī laikā botaniķis šleidens pierādīja, ka augstākos augos ir ne tikai šūniņas, bet ka tie ir viscaur uzbūvēti no šūniņām jeb to izveidojumiem. Gadu vēlāk zooloģis švāns aizrādīja, ka tas pats ir sakāms arī par dzīvniekiem. Šī lielā vispārējā atziņa, kuŗa pazīstama kā šleidenā un švānā šūniņu teorija, palika par pamatu visiem tālākiem bioloģiskiem pētījumiem. Šūniņu teorija virpirms attīstījās uz tīri morfoloģiskiem pamatiem. Viņas piemērošanu fizioloģisko parādību izskaidrošanai sākumā atturēja viegli pārprotamais jēdziens „šūniņa“. Vārds pats par sevi rāda, ka šūniņu vispirms uzskatīja par dobumu (līdzīgu bišu vaska šūniņām vai cietuma nodaļām), kuŗš ieslēgts no biezām sienām. Pat šleidenam un švānam nebija skaidras jēgas par šūniņu īsto dabu. Drīz pēc šūniņu teorijas pasludināšanas pārliecinājās, ka sienas un dobums var dažreiz arī nebūt un ka tādēļ pārējai daļai, protoplasmā ar kodolu, jābūt darbīgai un svarīgākai. Sakarā ar to Virchovs un M šulce apzīmēja šūniņu par „protoplasmas daļiņu, kuŗa apņem kodolu“. Šinī nozīmē vārdu lieto vēl tagad. Vārds šūniņa palika tādēļ tikpat nepiemērots, it kā

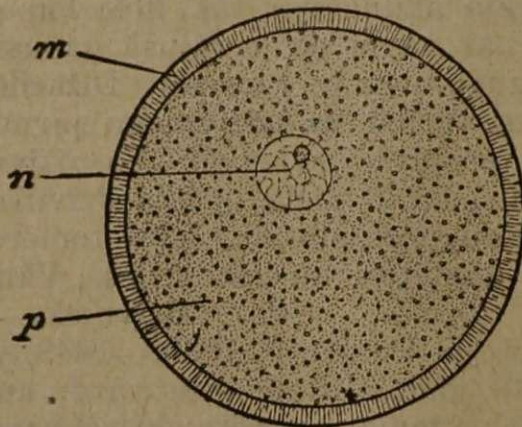
ja gribētu ar to apzīmēt medu vaska šūniņā vai cietumnieku cietuma nodaļā. Tomēr, dīvaina konservatisma dēļ, termins ieviesās un palika dzīvnieku un augu miesā apvienoto vienību, kā arī atsevišķo patstāvīgi dzīvojošo vienšūniņu organismu apzīmēšanai.

*Protoplasmu* atrada daudz agrāk, nekā izprata viņas nozīmi. Augu un dzīvnieku protoplasmas vienības izpratne un, galvenais, vispārējā atziņa par tās lielo lomu dzīvniekos un augos jāuzskata par vienu no pagājušā gadusimteņa lielākiem zinātniskiem ieguvumiem. Pirmais Dižardēns (*Dujardin*) 1835. gadā grieza vērību uz „dzīvnieku pirmvielu” jeb „sarkodu”, no kurās pastāv visvienkāršāko dzīvnieku ķermeņi. Skaidri nenojaudis, ka šī viela ir īstā dzīvības glabātāja, nelietodams arī vārdu protoplasma, viņš tomēr aprakstīja tās spēju patstāvīgi kustēties un savilkties. Vārdu protoplasma (*πρωτος* pirmējs, *πλάσμα*, veids), dzīvnieku vielas apzīmēšanai pirmais lietoja Purkinjē 1839.—1840. gados, un vēlāk H. von Mohls 1846. gadā apzīmē ar šo vārdu augu šūniņu graudaino, staipīgo vielu; tomēr abi pētnieki vēl neizprata visu viņas lielo nozīmi. 1850. gadā Kohns galīgi noskaidroja, ka ne tikai dzīvnieku sarkoda un augu protoplasma ir pēc būtības vienādas, bet ka šī viela ir arī īstā dzīvības glabātāja un ka tādēļ viņa ir jāuzskata par dzīvības fizisko pamatu. M. Šulces (1860) lielākais nopelns ir šīs mācības galīga nostādīšana uz drošiem pamatiem un *protoplasmas* jēdziena izplēšana uz visu *dzīvo vielu*, tiklab augu kā dzīvnieku. Šinī nozīmē šis vārds arī tagad ir vispārīgi pieņemts.

*Izskats un uzbūve.* Protoplasma un šūniņas ir pēc izskata dažādas dažādos dzīvniekos un augos, tāpat kā viņas ir dažādas viena un tā paša individa dažādās daļās un dažādās attīstības pakāpēs. Ar protoplasmas izskatu un šūniņu uzbūvi vislabāk iepazīties ļoti jaunos veidojumos, kā dažu dzīvnieku olās vai jaunu atvašu šūniņās. Piemēram, jūras zvaigznes ola (9. zīm.) ir atsevišķa, raksturīga izskata un uzbūves šūniņa. Tas ir mazs, gandrīz apaļš ķermenītis, apmēram 1/50 collas caurmērā, kurā var izšķirt trīs daļas: 1) šūniņas ķermenī, kurš aizņem šūniņas lielāko daļu, 2) kodolu, ieapaļu šūniņas ķermenī peldošu pūslīti, 3) apvalku jeb šūniņas sienu, kura tieši apņem šūniņas ķermenī. No šīm trim daļām kodolā un šūniņas ķermenī ir visvairāk protoplasmas, turpretī apvalks ir nedzīvs atdalījums šūniņas ārpusē. Šūniņas ķermeņa protoplasmu vispārīgi sauc par šūniņas plasmu jeb *citoplasmu*, un kadola protoplasmu par kodola plasmu jeb *nukleoplasmu*, tas ir, šūniņas dzīvā viela ir diferencējusies divos

tuvu radniecīgos protoplasmas veidos, citoplasmā un nukleoplasmā.

*Citoplasma* ir skaidra, pusšķidra, stāipīga viela; viņā ir neskaitāmi daudz sīku, pēc izskata ūdenim līdzīgu graudiņu, kaut gan tie grūti samaisāmi ar ūdeni. Apskatot protoplasmu ar ļoti stipru mikroskopu, sevišķi pēc apstrādāšanas ar īpašiem



Zīm. 9.

Jūras zvaigznes ola. Redzama raksturīgas šūniņas uzbūve: m — apvalks, n — kodols, p — protoplasma, (citoplasma).

ķīmiskiem līdzekļiem, skaidrajā vielā var redzēt noteiktu uzbūvi. Daži novērotāji šo uzbūvi salīdzina ar šķiedrainu jeb tīklveidīgu pinumu, līdzīgu sūklim, citi viņu pielīdzina putām, kurās ir cietāks ģindenis un daudz apaļu ar šķidrums pildītu dobumu; vēl citi viņā redz pavedienus, kuri nezarojas un stiepjas visos virzienos; bet protoplasmas īstā daba ir vēl neskaidra.

Acīmredzot, pēc protoplasmas redzamās uzbūves nevar spriest par viņas dzīvās darbības dīvainā spēka avotu. Tādēļ jāpieņem, ka viņai ir ārkārtīgi sarežģīta ķīmiska un molekulara uzbūve, kuŗa, domājams, ir daudz sarežģītāka par kaut kuŗas nedzīvas vielas būvi.

*Kodols* ir ieapaļš, šūniņas vielā peldošs ķermenis; viņš atšķiras no pēdējās ar stipro gaismas laušanu un stipro krāsošanās spēju, apstrādājot šūniņu ar krāsas šķīdumu. Kodols ir aplāts ar ļoti plānu plēvīti un viņā ir skaidra viela (*achromatin*), kuŗā velkas pavedienu tīkls (*chromatin*). Taisni šie pavedieni visvairāk krāsojas. Šī tīkla acīs un spraugās dažreiz peld otrs apaļš ķermenis, kuŗu sauc par kodoliņu (*nucleolus*); viņš krāsojas vēl stiprāk nekā pats pavedienu tīkls.

Šūniņas apvalks ir biezs nedzīvas vielas maisiņš, kurš cieši apņem šūniņas vielu\*).

Kā otru šūniņas piemēru izvēlēsimies kāda parasta ūdensauga (mieturalģes, *Chara*), augošo virsotni. Šinī izveidojumā ir vairāk vai mazāk stūrainas, viena no otras saspīestas šūniņas, bet viņas tomēr neapšaubāmi līdzinās tikko aplūkotai olas šūniņai. Tās atšķiras no olas šūniņas visvairāk ar to, ka lielāko šūniņu protoplasmā ir ieapaļi dobuļi (*vakuoles*), pil-dīti ar sulu (*v*). Arī šūniņas apvalka ķīmiskā uzbūve ir citāda nekā olā; šūniņu apvalks ir no koksnes jeb celulozes, kuŗa reti sastopama dzīvniekos.

*Šūniņu rašanās un ķermeņa attīstīšanās.* Katra augstākā dzīvnieka un auga ķermenis attīstās no vienas vienīgas vairošanās šūniņas („olas“, „sporas“ u. t. t.), kuŗa ir vairāk vai mazāk līdzīga agrāk aprakstītai jūras zvaigznes olai. Katra šāda šūniņa sākumā ir bijusi priekšteču ķermeņa daļa. Pēc vairošanās šūniņas parauga, neskatoties uz lielo dažādību sīkumos, ir būvētas arī visas citas šūniņas. No vairošanās šūniņas, nepārtraukta dalīšanās procesa ceļā, šūniņas rodas sekošā kārtā:

Pirmais solis ķermeņa izveidošanā (10. zīm.) ir olas dalīšanās divās līdzīgās daļās; šīs daļas atšķiras no vairošanās šūniņas tikai ar to, ka viņām nav pašām sava apvalka, bet tās abas apsedz vairošanās šūniņas apvalks. Katra daļa dalās tālāk divās daļās; tā dabūjam četras daļas; šīs pēdējās daļās atkal uz pusēm, rodas pavisam astoņas šūniņas un tā joprojām. Pateicoties šādai gaitai, (kuŗu sauc par olas dalīšanos jeb segmentāciju), no vairošanās šūniņas pakāpeniski rodas 2, 4, 8, 16, 32, 64, u. t. t. pēcnācēju jeb pirmšūniņu. Šīs gandrīz vienādās šūniņas izveido pirmķermeni jeb dīgli. Tālāk daloties un augot tās izveidojās par nākošā, pilnīgi attīstītā dzīvnieka ķermeni.

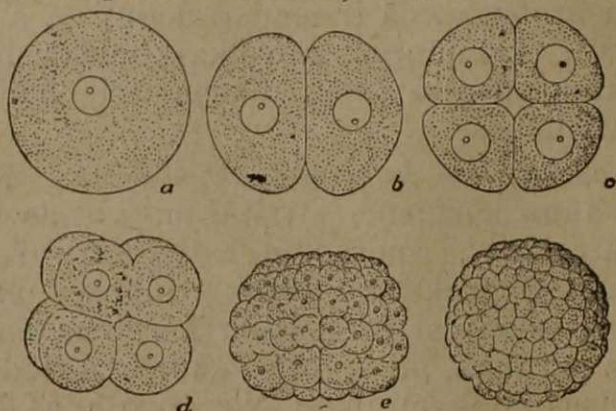
Katra augstāka dzīvnieka vai auga dīgļa ķermenis jeb dīglis (*embrijs*) rodas no vairošanās šūniņas tamlīdzīgi, kā augšā aprakstīts, tikai dalīšanās kārtība un šūniņu veids ir vairāk vai mazāk dažāds. Dzīvnieka šūniņas sākumā ir kailas un tikai vēlāk ierodas apvalks. Augu šūniņām, turpretī, parasti jau sākumā ir apvalks, laikam tādēļ, ka augu šūniņām ir vajadzīgs lielāks atbalsts, turpretī dzīvnieku šūniņai ir lielāka vajadzība pēc brīvas kustības\*\*).

\*) Ar vārdu šūniņa pirmā nodaļā un visur citur ir apzīmēta dzīva viela, kuŗu ieslēdz šūniņas apvalks; pēdējais jāuzlūko par šūniņas produktu. Paraduma dēļ šūniņas raksturojumā ņem klāt arī apvalku, kā tas ir darīts arī šeit.

\*\*) Tuvāk par šūniņu dalīšanos skat. 70. lap. p.



*Pirmšūniņu izveidošanās. Diferencēšanās.* Pirmšūniņu savstarpējā līdzība ilgi nepastāv. Attīstībai turpinoties, šūniņas, kuŗas daloties nepārtraukti pieaug skaitā, dažādi pārveidojās jeb *d i f e r e n c ē j a s*, lai varētu izpildīt tos dažādos darba veidus, kuŗi viņām uzlikti. Tās šūniņas, kuŗām jāpaliek par muskuļu šūniņām, pamazām pieņem gluži citādu veidu un uzbūvi nekā tās, kuŗām jāpaliek par ādas šūniņām; nākošās nervu jeb dzie-



Zīm. 10.

Olas dališanās. Redzamā vairošanās šūniņas (a) pakāpeniska sadalīšanās divās (b), četrās (c) un astoņās (d) daļās. Vēlākās pakāpes apzīmētas ar e un f. Pirmās figūras nedaudz vienkāršotas; e un f pēc Hatčeka zīmējumiem par kāda vienkārša mugurkaulaina dzīvnieka (*Amphioxus*) attīstīšanos.

dzeņu šūniņas pieņem atkal citu veidu un uzbūvi. Pirmšūniņas pamazām pārvēršas dažādo audu sastāvdaļās, un tas ir *a u d u d i f e r e n c ē š a n ā s* process, par kuŗu jau minējām 13. lap. p.; no tam rodas darba fizioloģiskās daļiņas un iespēja. Tā rodas vislielākās veida un uzbūves dažādības. Ir pat tādas šūniņas (amebas, baltie asinsķermenīši), kuŗas pastāvīgi maina savu veidu. Katras raksturīgas šūniņas trīs sastāvdaļu uzbūve var mainīties, pavadīta vēl arī no šūniņas veida maiņām. Tādēļ viegli saprotams, ka šūniņas izskats var būt bezgala dažāds, kaut gan visas viņas piesienas šūniņu vispārējam tipam.

Arī pati protoplasma var stipri mainīties. Jaunās vai pat dīgļu šūniņās var būt jau iekšā vielas, kuŗas lielā mērā var pārveidot protoplasmas raksturu jeb, šūniņai vecākai paliekot, uzkrāties šķidru, cietu vai gāzveidīgu vielu veidā, kā tas parasti notiek augu šūniņās. Tā parasti uzkrājas ūdenspilieni, eļļa, sveķi, krāsvielu graudiņi, stērķele, cietas olbaltuma vielas un mineralvielas, piem. kaļķa, oksalatu, fosfatu, krama un karbonātu kristāli. Dažreiz protoplasmā parādās arī gāzes pūslīši. Pašas dzīvās vielas izskats, šūniņām diferencējoties, var mainīties. Brīvo, gribai paklausīgo muskuļu protoplasma ir cieta,

skaidra, bez graudiem, ar stipru gaismas laušanas spēju un ir pārmaiņus salikta no gaišākas un tumšākas vielas (11. zīm.).

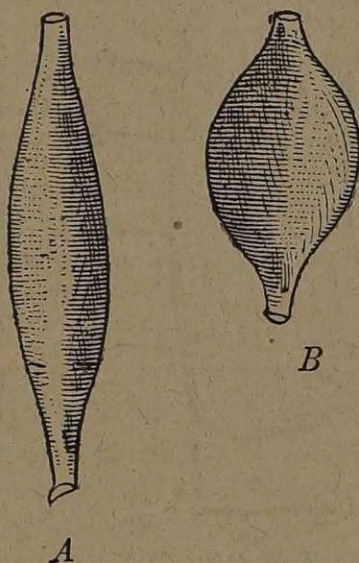
Dažos gadījumos, (piem. ādas jeb mata ārējā kārtā, kā tas paskaidrots II. nod.), šūniņas vielas pārveidošanās var būt tik liela, ka viņas fiziskā un ķīmiskā uzbūve ir pilnīgi mainījusies un protoplazmas vietā ir palikusi tikai nedzīva viela.

*Protoplasma darbā.* Tagad īsumā apskatīsim protoplasmu no darbīgā (dinamiskā) jeb fizioloģiskā viedokļa. Mēs zinām, ka dzīvās būtnēs pastāvīgi norisinās aktīvas pārmaiņas, kuŗu kopsuma ir šo būtņu dzīvība. Pārmaiņu pamatā ir protoplasmā notiekošā ķīmiskā darbība. Šīs darbības gala iznākumā var būt acīm redzamas vai arī neredzamas pārmaiņas. Bez šaubām, jau-



Zīm. 11.

Vardes šķērstripotā muskuļa pāvediens; nw — kodols.



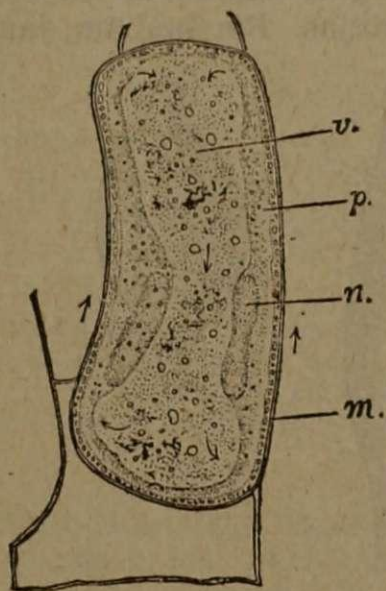
Zīm. 12.

Muskuļa formas pārveidošanās. A — muskulis parastā jeb izstieptā stāvoklī; B — tas pats muskulis savilkies.

nās, augošās šūniņās norit visai plaša un sarežģīta molekulara darbība, kaut arī tā ir pilnīgi neuztverama acij un pat visstiprākam mikroskopam. Citos gadījumos ķīmiskā darbība rada redzamas pārmaiņas protoplasmā, piem. dažādas kustības, tam līdzīgi kā neredzamā ķīmiskā darbība elektrības baterijā var kļūt redzama elektrības mašīnā (gaisma, kustība u. t. t.).

Labs protoplazmas kustības piemērs ir muskuļu savilkšanās. Šī parādība vislabāk saprotama kā muskuļa molekulārā sakārtojuma pārmaiņa; paturot agrāko tilpumu, bet pārmainot veidu, abi muskuļa gali tuvinās viens otram (12. zīm.). Redzamā veida maiņa šeit ir atkarīga no neredzamā molekulārā sakārtojuma pārmaiņas, kuŗas cēlonis savukārt ir meklējams dzīvā vielā noritošā ķīmiskā darbībā.

Labs un jauks protoplasmas kustības piemērs ir arī vienkāršais organisms ameba (65. zīm.). Visa šī dzīvnieka ķermenis ir kails protoplasmas piciņš ar vienu, dažreiz diviem, kodoliem; citiem vārdiem, tā ir atsevišķa kaila šūniņa. Darbīgas amebas protoplasma ir nepārtraukti kustīga, viņa savelkas, izplešas un plūst. Viņas kustības pamatā ir savāda plūšana: protoplasmas daļiņa sāk tecēt projām no galvenās daļas un rada zarus (māņkājiņas jeb pseidopodijas), kurās vēlāk pārvelkas pārpalikusī protoplasmas daļa, un tā ameba kustas uz priekšu plūšanas virzienā. Ja viņa ceļā sastop barības vielu



Zīm. 13.

Mieturalģes (*Nitella*) šūniņa. Redzama protoplasmas griešanās. Bultas aizrāda kustības virzienu; m — šūniņas apvalks, n — kodols, kuram iepretīm ir vēl otrs; p — protoplasma, v — liels vidējs dobums, pildīts ar sulu.

daļiņas, protoplasma tās apņem visapkārt; kad tās ir miesā sagremotas, protoplasma plūst tālāk un pamet nesagremojamās daļiņas. Stundām un dienām ilgi var turpināties šī kustība, un par šo objektu biologam nav interesantāka un saistošāka. Ja amebas nav dabūjamas, var novērot, kaut arī ne tik labi, vienkāršu baltā asinsķermenīša veida maiņu abinieku jeb citu dzīvnieku asinīs. Arī augos var novērot ne mazāk skaistu protoplasmas kustību. Vienkāršākā no šīm kustībām ir protoplasmas griešanās (rotācija), ar kuru sekmīgi var iepazīties aplūkojot mieturalģu *Chara* vai *Nitella* šūniņas. Šīs šūniņas ir īsa jeb iegarena cilindra veidā, kurš bieži ir smails vienā galā (13. zīm.). Protoplasmai apkārt ir plāna plēvīte, kurā protoplasma ir ieslēgta kā maisiņā. Ļoti jaunā šūniņā protoplasma pilnīgi aizpilda visu maisiņu; šūniņām augot protoplasmas vidū ierodas šķidrums pilieni, kuri palielinās un beidzot atspiež protoplasmu plā-

nas kārtiņas veidā pie maisiņa sienām (pirmējais jeb primordialais maisiņš, salīdz. 2. zīm.). Izdevīgos gadījumos visu protoplasmu var redzēt nepārtraukti griežamies maisiņa iekšpusē, kā tas redzams no 13. zīm. bultām. Vienā pusē viņa kustas uz augšu, otrā pusē uz leju un galos — pretējos virzienos, un rada nepārtrauktu riņķi. Protoplasmā peldošie graudiņi, nedzīvās daļiņas un lielais kodols jeb kodoliņi riņķošanu padara sevišķi skaidru, jo straume nemitīgi viņus dzen riņķī. Līdzīga protoplasmas griešanās ir

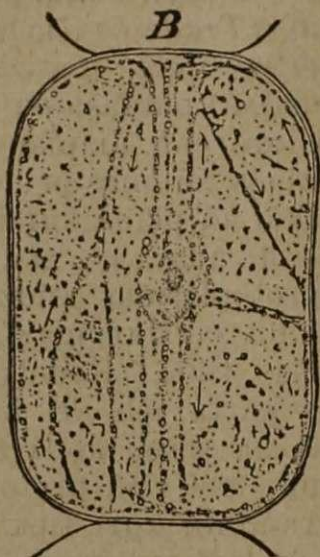
redzama arī dažos citos augos, sevišķi labi *Anacharis* lapu šūniņās\*).

Otrais drusku sarežģītākais augu protoplasmas kustības veids ir tā sauktā *cirkulācija*. No griešanās viņa atšķiras galvenā kārtā ar to, ka protoplasma kustas ne tikai kā malu straume, bet arī tek vidus telpā (vakuolē) un rada tīklveidīgus pavedienus. Cirkulācija ir labi redzama daudzu augu, piem. parastās nātras (*Urtica*), tradeskancijas (*Tradescantia*), altejas (*Althaea*) un dažu putrasābolu sugu (*Cucurbita*) matu šūniņās. Šī kustība labi novērojama tradeskancijas putekšlapu matiņu šūniņās. Katrā matiņā ir viena rinda iegarenu, ar plānu plēvīti pārklātu šūniņu. Šeit, tāpat kā mieturalgēs, šūniņas protoplasma neaizņem visu maisiņa dobumu, bet tikai kā plāna kārtiņa maisiņa sienas iekšpusi (*primordialais maisiņš*, 14. zīm.). No šīs kārtiņas stiepjas protoplasmas stīdžiņas vidus dobumā, kur no viņu sazarošanas un savstarpīgas savienošanās rodas visai smalks protoplasmas tīkls. Kodols (n) ir ieguldīts vai nu protoplasmas malas kārtā jeb arī kaut kur tīklā, un malas kārtas stīgas stiepjas un satek kopā ap viņu. Dzīvās šūniņās straumes plūst šurp un turp visā protoplasmas masā. Tīkla pavedienos parādās graudiņi, kuņi tiek strauji nesti te vienā te otrā virzienā; un kaut arī tecēšana atsevišķā vietā parasti notiek vienā virzienā, tomēr visā tecēšanā nevar saskatīt noteiktas sistēmas. Protoplasmas tīkla lielākos pavedienos bieži redz dīvainu skatu, ka divas straujas straumes viena un tā paša pavediena dažādās pusēs tek pretējā virzienā. Pavediena straumes redzamas savienojamies ar malas kārtas straumēm. Protoplasmas tīkls visumā arī lēni, bet pastāvīgi maina savu veidu. Vārīgās stīdžiņas virzās uz vienu vai otru pusi un kodols lēni ceļo no vienas vietas uz otru.

Beidzot apskatīsim vēl kādu protoplasmas kustības veidu, tā saukto *skropstu* jeb *ciliāro* darbību, kuņai ir liela nozīme mūsu pašu, zemāko dzīvnieku un dažu augu dzīvē. Balsene ir izklāta ar šūniņām, kādas redzam 15. zīm. šūniņas brīvajā galā (t. i. tanī galā, kuņš piegriezts balsenes dobumam), protoplasma ir pārvērsta smalkos diedziņos, kuņi saliecoties pieņem sirpja veidu. Šos diedziņus sauc par *skropstām*, *ciliā* (*cilium*, acs skropsta). Tās ir tik smalkas un sit tik ātri, ka kļūst gandrīz neredzamas, kamēr viņu kustību kaut kādi neaizkavē. Tad redzams, ka kustība ir straujāka un spēcīgāka vienā virzienā nekā otrā un ka visas skropstas strādā reizē,

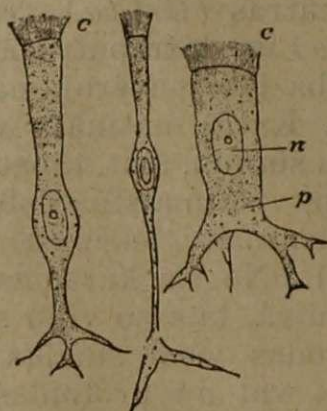
\*) Latvijā visvieglāk dabūjams ūdensaugš elodeja (*Helodea canadensis*), kuņas lapu šūniņās protoplasmas kustība labi redzama.

līdzīgi laivas airētāju saskaņotai darbībai. Šāda darbība rada apkārtējā šķidrumā (šīnī gadījumā balsenes gļotās), straumi, kura tek stiprākās kustības virzienā. Balsenē šī kustība iet uz augšu, uz mutes pusi, un tā no plaušām un balsenes tiek izmestas gļotas, putekli u. t. t. Daudziem zemākiem dzīvniekiem un augiem, sevišķi dīgļa stāvoklī, skropstas noder par kustē-



Zīm. 14.

Tradescancijas putekšlapu šūniņa. Redzama protoplazmas cirkulācija, kuras virziens apzīmēts ar bultām.



Zīm. 15.

(Pēc Kleina.) Trīs no kaķa balsenes atšķirtas skropstainas šūniņas. C — skropstas šūniņu brīvajos galos, p — protoplazma; (stipri palielināts).

šanās organu; viņas, tāpat kā irkli, dzen ūdenī peldošo organismu. Tāpat kustas arī dzīvnieku un augu vīrišķās vairošanās šūniņas.

Visos šajos dzīvās darbības gadījumos protoplasmu var redzēt darbā. Bet visbiežāk protoplazmas kustību šūniņās nevar novērot. Tomēr aplinkus pierādījumi neapšaubāmi liecina, ka šādos fizioloģiskās darbības gadījumos, kur šīs darbības ārējo zīmju trūkst, kā piem. nervu un dziedzeru šūniņās, protoplazma nav mazāk darbīga. Šī darbība, kā molekulāra un ķīmiska, nav mikroskopā uztverama, bet tomēr viņa nav mazāk īstena. Šo neredzamo molekulāro spēku darbība bez šaubām ir straujāka un sarežģītāka, nekā protoplazmas redzamā kustība mieturalģu vai nātras šūniņās. Lasītājam ir no vislielākā svara iegūt pilnīgu un dzīvu iespaidu par šo neredzamo protoplazmas darbības īstenību un sparū. Tas sakāms pat par protoplasmu, kura, vispamatīgāk aplūkota, izliekas pilnīgi bezdarbīga, (un tāda ir visbiežāk sastopama).

*Protoplazmas enerģijas avoti.* No kurienes rodas protoplazmas darbībai nepieciešamā enerģija un kā viņa tiek izman-

tota? Atbilde var būt tikai ļoti vispārēja. Droši zinām, ka protoplasma strādā ar to ķīmisko spēku palīdzību, kuri atrodas viņā pašā. Šie spēki, vispārēji sakot, ir oksidācijas jeb sadegšanas process. Gaŗas pārvēršanās virknes galā visas protoplasmas darbības parādības ir saistītas ar skābekļa uzņemšanu un oglekļa dioksīda atdalīšanu. Tā tad dzīvā, darbīgā protoplasmā enerģija tiek brīva, tamlīdzīgi kā tvaika mašīnā, degvielām zem katla sadegot. Protoplasma, līdzīgi ogleņiem, pakāpeniski noārdās, izirst un pamet atkritumos, kā sadegšanas gala produktus, dažādas ķīmiskas vielas un atbrīvo enerģiju siltuma un mehāniska darba veidā. Vielas zudums pastāvīgi atjaunojas, uzņemot jaunu vielu barības veidā, tāpat kā tvaika mašīnā atjauno oglekļi. Šī barība ir vai nu citu dzīvību būtņu darbīga protoplasma jeb viegli protoplasmā pārvēršamas vielas. Šīs vielas, tagad vēl neizdibinātā ceļā, pārvēršas protoplasmā un tā iemiesojas šīnī fabrikā — organismā.

Šo divpusējo noārdīšanas (*katabolisms*) un uzbūvēšanas (*anabolisms*) procesu sauc par *metabolismu*. Viņš ir dzīvas vielas raksturīgākā un svarīgākā pamatīpašība. Metabolisms jeb vielu maiņa no vienas puses ir protoplasmas noārdošs process (vielai maiņas noārdošā daļa, *katabolisms*), no kam rodas brīva enerģija. No otras puses, viņš ir uzbūvējošs process (vielai maiņas uzbūvējošā daļa, *anabolisms*), jo no ieņemtās barības tiek uzbūvēta jauna protoplasma un uzkrāta svaiga enerģija. Ievērojams ir arī tas apstāklis, ka jaunas protoplasmas uzbūvēšana notiek vienīgi ar jau pastāvošās protoplasmas darbību. Citiem vārdiem, mums nav nekādu pierādījumu, ka kādreiz notiktu patvaļīga radīšana (*generatio spontanea*) jeb dzīva radīšana no nedzīva bez iepriekš esošās dzīvības iespaida. Nav arī nekādu norādījumu, ka enerģija varētu tikt „radīta”. Dzīvo būtņu enerģija ir vienīgi ar barību ienestā un pārveidotā enerģija. Nav „dzīvības spēka”, kuram, bez jau minētā, būtu vēl kādi citi enerģijas avoti.

*Ķīmiskā uzbūve.* Mēs nezinām dzīvās protoplasmas īsto ķīmisko uzbūvi, jo, kā tas jau agrāk aizrādīts, dzīvību protoplasmas nevar ķīmiski analizēt, neiznīcinot viņas dzīvību. Tomēr ķīmiskas analīzes rezultāti nešaubāmi liecina, ka protoplasmas molekulas ir ļoti sarežģītas un laicām atšķirtas viena no otras ar ūdens sieniņām.

*A. Proteini.* Jau agrāk aizrādījām, ka protoplasmas analīzes rezultātā dabūjam savā starpā tuvu radniecīgas vielas, kurās sauc par *proteiniem*. Bet proteini ir tikai maza daļa no auga vai dzīvnieka kopējā svara, jo tiem blakus arvien ir arī citas vielas. Pat olas baltumā, kurū parasti uzlūko par rak-

sturīgu proteīnu, ir tikai 12% tīras proteīna vielas, pārējā daļa ir galvenā kārtā ūdens. Zemāk pievestā tabelē redzams proteīnu un citu vielu daudzums procentos dažos organismos un viņu produktos:

Dažu parastu vielu sastāvs procentos.

Sakārtota pēc proteīnu daudzuma.

		Ūdens	Proteīni	Oglhidrāti	Tauki	Citas vielas
1.	Āboli .....	84,8	0,4	14,3	—	0,5
2.	Austeres, vākus līdzskaitot .....	15,4	1,0	0,6	0,2	82,8
3.	Melone .....	95,2	1,1	2,5	0,6	0,6
4.	Irijas kartupeļi .....	75,5	2,0	21,3	0,2	1,0
5.	Govs piens .....	87,4	3,4	4,8	3,7	0,7
6.	Vistas ola, čaumalu līdzskaitot .....	65,6	11,1	0,5	10,8	12,0
7.	Bifsteks .....	60,0	20,7	—	8,1	11,2
8.	Siers .....	31,2	27,1	2,4	35,4	3,9

Visiem proteīniem ir gandrīz vienāds ķīmiskais sastāvs un fiziskas īpašības, lai gan viņi sastopami dažādos protoplazmas veidos. Protoplazmas jeb, pareizāk, tās proteīnu analīze nekā nesaka par viņas dzīvības īpašībām, bet gan vienīgi aizrāda uz dzīvības materialā pamata ķīmisko sastāvu.

Proteīni ir dabūjuši savu nosaukumu pēc līdzības ar hipotetisko vielu proteīnu (πρωτος, pirmējs), kuŗu pirmais aprakstīja un tā nosauca Mulders. Pēc Hoppe-Zeīlera (*Hoppe-Seyler*), proteīniem ir šāds sastāvs procentos:

	C	H	N	O	S
No .....	51,5	6,9	15,2	20,9	0,3
Līdz ... ..	54,5	7,3	17,0	23,5	2,0

Viņos bieži ir arī fosfors mazos daudzumos. Pie šīm vielām vēl piedrojas daudzas mineralvielas, kuŗas, proteīnus sadedzinot, paliek pelnos; bet proteīnu sakars ar citiem elementiem nav vēl skaidri zināms. Pelnu daudzums un ķīmiskais sastāvs ir dažāds dažādos dzīvniekos un augos. Olas baltuma pelnu galvenā sastāvdaļa ir chlorkalijs (KCl) un chlornatrijs (NaCl), visvairāk pirmais. Pārējā pelnu daļā ir fosforskābais,

sērskābais, ogļskābais natrijs un kalijijs un mazi daudzumi kalcijs, magnija, dzelzs un tikko manāmi daudzumi kroma. Arī daudzas citas mineralvielas ir sastopamas proteīnos, bet arvien ļoti niecīgā daudzumā. Šie sāļi, kā ikdienas piedzīvojumi māca, ir kaut kādi nepieciešami protoplazmas darbībai. Cilvēks, tāpat kā citi dzīvnieki un augi, uzņem dažādas mineralvielas, piem. vārāmo sāli, bet mēs nezinām viņu nozīmi protoplasmā.

No svara ir ielāgot dzīvnieku un augu proteīnu tuvu ķīmisko līdzību, jo no tam varam spriest par dzīvnieku un augu protoplazmas vispārējo līdzību arī citā ziņā. Sekošā Džonsona, pēc Gorupa-Bezaneza un Rithauzena sastādītā tabele rāda dažādu proteīnu sastāvu procentos. No viņas redzam, ka dzīvnieku un augu proteīni ķīmiski atšķiras viens no otra ne vairāk kā dažādu dzīvnieku un augu proteīni savā starpā:

Proteīnu sastāvs procentos:

	C	H	N	O	S
Dzīvnieku olbaltums...	53,5	7,0	15,5	22,4	1,6
Augu „	53,4	7,1	15,6	23,0	0,9
Dzīvnieku kazeīns ..	53,6	7,1	15,7	22,6	1,0
Augu „	50,5	6,8	18,0	24,2	0,5
Dzīvnieku gaļas fibrīns.	54,1	7,3	16,0	21,5	1,1
Augu (kviešu) „	54,3	7,2	16,9	20,6	1,0
Dzīvnieku asiņu „	52,6	7,0	17,4	21,8	1,2

Proteīnu vispārējās īpašības un reakcijas ir uzkrītoši līdzīgas. Proteīni ir koloidi, t. i. viņi nedifundē jeb neiet cauri plēvēm, jeb iet cauri tikai ar lielām grūtībām. Tikai daži proteīni kristalizējas. Tie novirza polarizētu gaismu, visbiežāk uz labo pusi. Tikai daži no tiem šķīst ūdenī. Proteīni šķīst karstā alkoholā, etiķskābē un sārmos, bet nešķīst aukstā absolūtā alkoholā un eterī. Viņus var nogulsēt no šķīduma ar stiprām minerālskābēm u. t. t. Dažus proteīnus var nogulsēt ar karstumu (šo procesu sauc par s a r e c ē š a n u jeb k o a g u l a c i j u). Jāievēro, ka temperatūra, kuŗa izsauc proteīnu sarecēšanu, (40—75° C) arī nonāvē organismu. Starp dzīvo būtnu audos un organos sastopamiem organiskiem savienojumiem proteīnu jeb a l b u m i n u ķermeņiem pieder gluži izcilus vieta. Tādēļ tie arī sevišķi plaši jāaplūko, jo šo vielu nekad netrūkst dzīvā šūniņā, kuŗu, kā zināms, uzskatām par augu un dzīvnieku organisma uzbūves vienību. Augos redzam plaši iz-



platītas tādas vielas kā koksni un chlorofilu, un zinām arī viņu lielo fizioloģisko vērtību. Tomēr jāpieņem, ka šīm vielām ir pavisam cita nozīme nekā protoplasmas proteiniem, no kuriem viņas cēlušās. Mums var būt augs bez chlorofila un augu šūniņa bez koksnes apvalka, bet mūsu jēdziens par dzīvu, darbīgu augu vai dzīvnieku šūniņu ir nesaraustāmi saistīts ar protoplasmas noārdīšanos; un protoplasmas pastāvīgie uzbūves elementi ir proteini.

„Dzīvniekos proteini vairāk saista mūsu uzmanību nekā augos, jo dzīvnieku organisma audos un organos to ir lielākā daļa. Varam droši teikt, ka dzīvnieku organisma materialais pamats ir proteini un ka ķermeņa ķīmiskā un fiziskā darbība visvairāk ir atkarīga no procesiem proteīnos. Tiesa, proteini nav vienīgā audu organiskā sastāvdaļa; audos ir arī citi mazākos daudzumos sastopami, bet tāpat plaši izplatīti savienojumi, kā piem. fosforu saturošas tauku vielas un glikogens. Par proteiniem mēs zinām, ka tie ir katra dzīva, darbīga auda nepieciešama sastāvdaļa, ko par citām vielām vislabākā gadījumā varam teikt kā varbūtību.“ (*Gamgee, Physiological Chemistry, Chapt. I.*)

Proteīnu molekularā nepastāvība redzama no tam, ka tie viegli sadalās vienkāršākās sastāvdaļās; sarežģītā uzbūve — no tam, ka tos var sašķelt vai arī no tiem atšķelt savienojumus, kuri paši par sevi jau ir ļoti sarežģīti.

Starp citām protoplasmā biežāk sastopamām un fizioloģiski svarīgākām vielām jāpiemin ogļhidrāti un tauki. Šinīs vielās ir ogleklis, ūdeņradis un skābeklis, bet nav slāpekļa. Pēc ķīmiskās uzbūves tās neliekas būt tuvā radniecībā ar proteīniem, lai gan viņas ir dzīvos organismos visur sastopamas. Dažā ziņā šīm vielām ir liela nozīme, sevišķi barošanās procesos. Šīs vielas ir bagātas ar potencialu enerģiju un molekulari kustīgas, tādēļ saprotams, ka tās ieņem svarīgu vietu barībā un bieži tiek uzkrātas organismā kā barības vielu rezerve.

*B. Ogļhidrāti.* Šīm vielām ir tāds nosaukums tādēļ, ka bez oglekļa viņās ir vēl ūdeņradis un skābeklis, kuri savienoti tādās pat attiecībās kā ūdenī. Pie šām vielām pieder stērķele, dažādi cukuri un glikogens. Stērķele ( $C_6H_{10}O_5$ ) ļoti bieži sastopama augu šūniņu protoplasmā graudiņu veidā (7. zīm.). Koksnei un stērķelei ir vienāda ķīmiska formula, bet viņas fiziskās īpašības ir pavisam citādas. Koksne gandrīz arvien ir augu šūniņu apvalka pamatviela.

*C. Tauki.* Sevišķi svarīgi kā barības vielu papildu krājumi (piem. tauku audos un sēklās). Taukos ir mazāk skābekļa nekā ogļhidratos un tādēļ viņi daudz vieglāk oksidējās un satur arī

vairāk potencialas enerģijas\*). Parasti viņi sastopami protoplasmā pilienu veidā, sevišķi bieži dzīvnieku šūniņās.

*Fiziskās attiecības.* Protoplasmas izskatu, konsistenci u. t. t. mēs jau apskatījām. Vēl atliek aplūkot dažas citas viņas fiziskās īpašības, sevišķi kā viņas darbību iespaido dažādi fiziski līdzekļi.

*Dzīvā darbība un temperatūra.* Vispārējs ir likums, ka zināmās robežās siltums veicina un aukstums nomāc protoplasmas darbību. Mēs zinām, ka aukstumā miesa sastingst. Zemāko dzīvnieku sirds sāk sist lēnāk, kustības ir kūtrākas jeb pavisam apstājas, elpošana kļūst lēnāka un smagāka. Ar vārdu sakot, visas dzīvības darbības ir nomāktas, ja temperatūra ir pazeminājusies līdz zināmai robežai. Atdzesējot mieturalģu (*Chara* jeb *Nitella*) šūniņās riņķojošo protoplasmu, šūniņu darbīgās skropstas jeb aktīvi plūstošo amebu, kustības paliek lēnākas un beidzot pavisam apstājas.

No otras puses, mērens siltums veicina protoplasmas darbību. Sastinguši pirksti, sasildīti pret uguni, ātri paliek lokani. Siltā telpā vārdes sirds pukst straujāk, skropstas sit stiprāk, ameba plūst ātrāk un mieturalģes protoplasma griežas āšāk. Ziemas mēnešos augu un dažu dzīvnieku protoplasma ir samērā bezdarbīga. Lielākā daļa augu noņem lapas un apstājas augt. Daži dzīvnieki ierokas dūņās jeb alās un pavada ziemu dziļā miegā (*ziemas guļa*). Šinī laikā dzīvības uguns deg vāji un dažreiz liekas pat izdzisis. Pavasara siltums atjauno protoplasmas darbību, dzīvnieki uzmostas no ziemas miega un augi raisa jaunas lapas.

Šis likums ir pareizs tikai zināmās robežās. Liels karstums vai aukstums ir vienādi kaitīgi dzīvībai. Kad temperatūra sasniedz augstākās robežas, katra dzīva darbība lēnām jeb piepeši apstājas. Bet šīs temperatūras robežas ir tik dažādas, ka tagad vēl nav iespējams uzstādīt likumu, kurš izsmeltu visas iespējamās varbūtības. Piemēram, daži organismi iet bojā jau ūdenim sasalstot ( $0^{\circ}\text{C}$ ), dažas dzīvības formas pārcieš —  $87^{\circ}\text{C}$  zemu temperatūru. Jaunākie mēģinājumi rāda, ka vārdes un trusīši pārcieš bez ļaunām sekām negaidīti zemu temperatūru.

Augstākās temperatūras robežas ir tikpat nevienādas kā zemākās. Lielākā daļa organismu iet bojā vārošā ūdenī ( $100^{\circ}\text{C}$ ), bet bakteriju sporas pārcieš daudz augstāku temperatūru ( $120$  līdz  $125^{\circ}\text{C}$ ). Parasti protoplasma nomirst starp  $40$  un  $50^{\circ}\text{C}$  un tiešais nāves iemesls ir dažu vielu piepeša sarecēšana pro-

\*) Pēc pamatīgiem pētījumiem, mārciņā sviesta ir 5654 kalorijas un mārciņā cukura 2755 kalorijas enerģijas. Mārciņa proteīnu šinī ziņā ir gandrīz līdzīga mārciņai ogļhidratu.

toplasmā (skat. 31.lap. p.). Ja pamazām silda vardi, kurai izņemtas smadzenes, tad nāve iestājas pie 40° C un miesa paliek stīva un cieta (karstuma sastīgums, rigor caloris) no muskuļu vielas sarecēšanas. Zemāko dzīvnieku un augu dzīvības robežas sakrīt, un „liktenīgā temperatūra“ parasti ir starp 40° un 50° C.

Beidzot, jāaizrāda, ka katrai dzīvnieku un augu protoplasmā ir sava vispiemērotākā, optimālā temperatūra. Šis optimums dažādām sugām ir ļoti dažāds. Augstākā robeža ir novērota putnos, kuŗu miesas temperatūra bieži sasniedz 40° C; zemākā — polaro jūru dzīvniekos un augos jeb lielu jūras dziļumu dzīvās būtnēs, kur temperatūra ir reti vienu vai divus gradus virs sasalšanas punkta. Minētās robežās var būt liela dažādība, bet 35° C būs jāpieņem par vidējo optimālo temperatūru.

**Mitrum s.** Protoplasmā arvien ir daudz ūdens; dzīvo būtņu nedzīvā daļa sastāv pa lielākai daļai no ūdens (Skat. tabeli 30.lap. p.). Pilnīgi izžūstot, visi dzīvnieki un augi iet bojā, kaut gan dažas vienkāršākās formas iztura īsu laiku nepilnīgu izžūšanu. Viņas rimst darboties un dažreiz pat pēc gadiem mitrumā atkal atdzīvojas. Tādēļ ūdens jāuzskata par svarīgu protoplasmas sastāvdaļu, lai gan nezinām tā sakara dabu ar citiem elementiem jeb savienojumiem.

**Elektrība.** Ir pierādīts, ka daudzas dzīvības parādības protoplasmā pavada elektriski savilņojumi. Tādēļ nav brīnums, ka elektrība atstāj stipru iespaidu uz protoplasmas darbību. Ja kairinājums ir vājš, protoplasmas kustības paliek straujākas; baltie asinsķermenīši kustas dzīvāk un skropstiņu darbība pieņemas stiprumā. No stipra elektriska sitiena protoplasma savelkas (protoplasmassastīgums, tetanus), no kuŗa viņa var jeb arī vairs nevar atdzīvoties, skatoties pēc sitiena stipruma.

**Nāvīgas vielas.** Dažas vielas, liekas, neatstāj uz protoplasmu nekādu iespaidu, bet pret citām viņa ir visai jūtīga. Vielas, kuŗas pazīstamas kā nāvēkļi jeb indes, pārveido vai iznīcina protoplasmas darbību. Tas labi zināms par arzena, opija un tamlīdzīgu vielu iespaidiem. Šī nozare pieder medicīnas disciplinām — toksikoloģijai un patoloģijai.

**Citi fiziski iespaidotāji.** Augsti specializējušos protoplasmu var iespaidot ļoti daudzi un dažādi fiziski kairēkļi, kā piem. gaisma, skaņa, spiediens u. t. t. No šo iespaidu uzņemšanas ir atkarīgas daudzas augstākas

dzīvības parādības. Piemēram, gaismas vai skaņas viļņi iedarbojas uz sevišķiem protoplasmas veidojumiem acī un ausī un izsauc darbību, kuŗa galu galā dod gaismas un skaņas uztvērumu. Līdzīgi tas notiek arī ar ožu, garšu un tausti. Bet visus šos protoplasmas darbības veidus nevaram aplūkot. Pietiekoši esam aprādījuši, ka dzīvs organisms (t. i. dzīva protoplasma, kā organisma svarīgākā sastāvdaļa) spēj reaģēt uz dažādiem iespaidiem, saņemtiem no pasaules, kuŗā tas dzīvo. No šīm īpašībām ir atkarīgi tuvie un ciešie sakari starp organismu un viņa apkārtni un spēja piemēroties apkārtnēi. Šī spēja ir dzīvo būtnu svarīga un raksturīga īpašība.

**N e d i f u n d ē š a n a.** Dzīva protoplasma, tāpat kā daudzas viņā esošās olbaltumvielas, ir n e d i f u n d ē j o š a, (t. i. viņa neiet cauri augu vai dzīvnieku plēvēm). Vēlāk redzēsim, ka osmozes procesiem ir galvenā loma augu un dzīvnieku dzīvē, jo ar viņu palīdzību dzīvā protoplasma uzņem lielāko daļu barības. No šī viedokļa protoplasmas un vispār olbaltuma vielu nedifundēšanai ir liela nozīme.

**A u g u u n d z ī v n i e k u p r o t o p l a s m a.** Augu protoplasmas ķīmiskās un fiziskās īpašības ir galvenos vilcienos līdzīgas dzīvnieku protoplasmas īpašībām un viņām ir arī vienādas dzīvības parādības. Tomēr būtu nepareizi iedomāties šo līdzību par pilnīgu, jo tad arī paši dzīvnieki un augi būtu pilnīgi vienādi. Taisni otrādi, katras dzīvnieku un augu sugas protoplasmā vajaga vairāk vai mazāk atšķirties no katras citas sugas protoplasmas. Tomēr dažādu protoplasmu atšķirības nav tik lielas, kā viņu pamatīpašību līdzība.

#### IV. NODAĻA.

### Dzīvnieka bioloģija.

#### Slieka (*Lumbricus terrestris*, Linnaeus).

Sāksim nodarboties ar dzīva ķermeņa kā individa sīku aplūkošanu. Parasti dzīvas būtnes sadala divās grupās, augos un dzīvniekos. Tādēļ apskatīsim pa pārstāvim no šī lielā dzīvās pasaules sadalījuma, un mēģināšim noskaidrot, cik viņi viens otram līdzīgi un ar ko tie viens no otra atšķiras. Kā paraugu varētu ņemt kaut kuŗu augstāko dzīvnieku, bet parastā slieka ir sevišķi labs studiju objekts vienkāršās uzbūves un skaidro sakaru dēļ ar augstākā un zemākā organizācijas pakāpē stāvošiem dzīvniekiem, bez tam tā arī viegli iegūstama un uzšķēr-zama. Sliekas ir dažādas. Viņas sastopamas visās pasaules ma-lās, pat uz visvientuļākām okeanu salām. Amerikas Savienotās Valstīs dzīvo vairākas slieku sugas, no kuŗām parastākās ir *Lumbricus communis* (*Allolobophora mucosa*, Eisen), *L. terrestris* un *L. foetidus* (*Allolobophora foetida*, Eisen)\*). Pirmās divas sugas sastopamas dārza zemē un citur. *L. terrestris* ir lielāks un resnāks un viegli pazīstams pēc plakanā pakaļējā gala. *L. foetidus* ir sarkans un mazāks, šķērsām strīpots, ar rakstu-rīgu smaku; sastopams komposta kaudzēs.

*Dzīves veids u. t. t.* Sliekas dzīvo zemē, ierakušās zemes virskārtā dažu collu līdz dažu pēdu dziļumā. Šeit viņas pavada ziemu un izlien laukā nakti vai pēc lietus. Ala iet vispirms taisni uz leju, tad novirzās sāņus un izliecas līcu loču, dažreiz sešu līdz astoņu pēdu dziļumā. Slieka ir nakts dzīvnieks. Visu dienu viņa mierīgi pavada, izstiepusies visā gaŗumā savā alā ar galvu pašā virspusē. Nakti viņa kļūst ļoti darbīga. Izbāzusi priekšējo ķermeņa daļu tālu laukā no alas, tā izpēta visos virzienos apkārtni, tomēr vienmēr turēdamās ar pakaļējo galu alas cau-rumā. Tādā stāvoklī viņa uzmeklē barību. Satvērusi lapas, akmentiņus un citus sīkus priekšmetus, viņa tos ievelk alā. Da-žus no tiem tā aprij, akmentiņus u. t. t. izlieto alas augšdaļas izklāšanai un izejas aiztaisīšanai dienā. Kopā ar lapu un dzīv-nieku vielu daļiņām slieka ierij daudz zemes, kuŗa lēni virzās

\*) Šīs sugas ir arī Latvijā. Tulk.

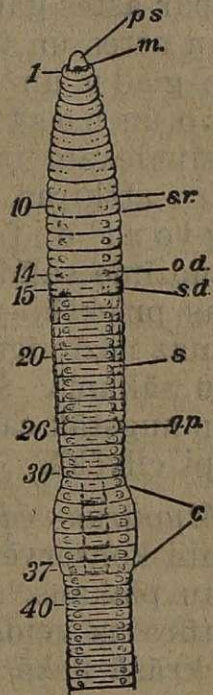
viņas barības kanalā, tā kā pat mazākie barības vielu daudzumi var tikt sagremoti un uzsūkti. Zemi slieka ierij ievērojamā dziļumā, bet izmet viņu apalas izeju. No tam rodas mazas zemes kaudzītes (mēsli, faeces), kuņas katrs būs redzējis slieku apdzīvotās vietās, sevišķi no rīta. Šādi sliekas uznes zemes virspusē milzīgus zemes daudzumus; dažos gadījumos, pēc Darvina aprēķina, līdz astoņpadsmit tonnu vienā gadā, 1 akru lielā zemes gabalā. Darvins arī aprādījis, ka šis vājās būtnes gadu simteņu laikā ir palīdzējušas sagraut lielas klintis un nojaukt senatnes būves\*).

Sliekai nav ausu, acu vai citu labi attīstītu sevišķu maņas organu. Bet tomēr, — un tas ir visai interesants fizioloģisks fakts, — ķermeņa priekšējā daļa mana gaismu. Ja piepeši apgaismo šo tārpa daļu ar stipru gaismu, kad tas mierīgi gul, izstiepies visā garumā, dzīvnieks „kā trusītis iebēg savā alā”. Dzīvnieks smalki mana pieskaršanos, kā par to var pārliecināties viņu aizkarot. Arī viņa garšas maņai vajaga būt labi attīstītai, jo tārps rūpīgi izvēlas sev barību. Slieka liekas būt gluži kurla, tomēr viņai ir skaidra, kaut arī vāji attīstīta, ožas maņa.

## Vispārējā morfoloģija.

Vispirms piegriezīsim vērību dažām ķermeņa īpatnībām, kuņas var likties nesvarīgas, bet kuņas pieņem dziļu nozīmi, ja tās salīdzinām ar citu augstākā vai zemākā organizācijas pakāpē stāvošo dzīvnieku līdzīgām īpatnībām.

*Priekšēji-pakaļējā jeb antero-posteriorā diferencēšanās.* Sliekas ķermenis (16. zīm.) ir iegarens, gandrīz cilindrisks, vienā galā neasi izstiepts, otrā strupī noapaļots un plakans. Kustoties,



Zīm. 16.

Sliekas priekšējā un pakaļējā gala izskats, aplūkojot no vēdera puses; an — tūplis, c — segliņi, gp — 26. somita dziedzeru pagauģstinājums, m — mute, od — olvadu ārējie gali, ps — prostomijs, s — sāriņi, sr — sēklas uzņēmēju gali, sd — sēklas vadu ārējie gali. Ķermeņa veids stipri mainās atkarībā no izstiepšanās. Šis zīmējums pagatavots pēc alkohola preparāta.

\*) Darwin, *Vegetable Mould and Earthworms*. Appleton. N. Y. 1882.

smailais gals iet vienmēr pa priekšu. Šinī galā ir mute. Šo un citu iemeslu dēļ, tievo galu var saukt par galvas un otru par astes galu. Bet tārpam patiesībā nav redzamas galvas un astes un tādēļ šos divus galus labāk saukt par priekšējo galu un pakalējo galu jeb vēl labāk par anterioro un posterioro galu. Zinātniskā valodā šo apstākli, ka dzīvniekam ir anteriorais un posteriorais gals, kuŗi viens no otra atšķiras, apzīmē sakot, ka ķermenis ir antero-posteriori diferencējies. Šim vienkāršam faktam ir liela nozīme salīdzinošās bioloģijas gaismā, jo var pierādīt, ka sliekas priekšēji-pakalējā diferencēšanās, kuŗa liekas pati par sevi maz nozīmīga, ir tikai veselas rindas visai ievērojamu pārmaiņu sākums. Šīs pārmaiņas paliek sarežģītākas un stiepjas arvien augstāk cauri visai dzīvnieku valstij, sasniedzot augstāko pakāpi cilvēkā.

*Muguras-vēdera jeb dorso-ventralā diferencēšanās.* Dzīvas jeb labi konservētas sliekas ķermenis nav gluži cilindrisks, bet drusku plakans, sevišķi pakalējā galā. Viņam ir drīzāk viegli četrstūrainis veids. Viena no plakanajām pusēm, mazliet tumšākā krāsā nekā otra, ir parasti pagriežta uz augšu. Tādēļ to sauc par muguru. Pretējā, zemei piegrieztā puse ir vēders. Skaidrības dēļ, biologi parasti muguras un vēdera vietā saka ķermeņa muguras un vēdera puses jeb dorsalā un ventralā puse. Ja dzīvniekam, kā piem. sliekai, ir muguras un vēdera puses, kuŗas pēc uzbūves vai darbības jeb arī pēc viena un otra atšķiras savā starpā, tad saka, ka ķermenis ir dorso-ventrali diferencējies. Dorso-ventralā, tāpat kā antero-posteriorā diferencēšanās no ārpuses ļoti vāji redzama, bet skaidri izteikta sliekas iekšējo organu sakārtojumā.

*Divpusējā jeb bilateralā simetrija.* Ja slieka atrodas dabīgā stāvoklī, ar vēdera pusi uz zemi, tad vertikals grieziens pa vidu no viena gala līdz otram sadala sliekas ķermeni divās gluži līdzīgās daļās — labā un kreisā pusē. Šo abu daļu līdzību sauc par divpusējo jeb bilaterālo simetriju. Kaut arī tā no ārpuses ne visai uzkrītoša, viņa tomēr raksturo visu iekšējo daļu sakārtojumu. Šo simetriju var novērot pakāpeniski stiepjamiem augstākos dzīvniekos, līdz beidzot cilvēka ķermenī viņa sasniedz pilnību un top skaidri redzama.

Šāds ārpusējs vispārējs apskats sliekā uzrāda divus organizācijas pamatlikumus, t. i. diferencēšanās jeb dažādības likumu un simetrijas jeb līdzības likumu. Šie likumi ir arī vēl citā ziņā pamācoši. Slieku sugai, tāpat kā citiem organismiem, ir sava attīstības vēsture, kuŗa rāda, ka slieka tikai

pakāpeniski sasniegusi savu tagadējo iekārtojumu. Un bioloģam jācenšas atrast atbildes uz jautājumiem, kā un kādēļ dažas daļas ir kļuvušas vienādas un citas atkal dažādas. Neielaižoties jautājuma sīkā pārspriešanā, varam tikai teikt, ka galvenais simetrijas un diferencēšanās iemesls laikam bijusi darbības vienādība vai dažādība jeb arī attiecības pret apkārtni ir bijušas vienādas vai dažādas. Sliēkas ir antero-posteriori un dorso-ventrali diferencētas, tādēļ, ka anteriorais un posteriorais gals vai dorsalā un ventralā puse tikuši dažādi lietoti un nokļuvuši dažādās attiecībās pret apkārtni. No otras puses, organisms ir bilaterāli simetrisks, tādēļ, ka viņa abas puses ir līdzīgi lietotas un ir bijušas vienādās attiecībās pret apkārtni.

*Metamerija.* Vēl kādai citai sliēkas vispārējai īpatnībai ir liela nozīme pārējo, pat augstāko formu izpratnē. Sliēkas ķermenī šķērsu rievās sadala veselā rindā līdzīgu daļu, tāpat kā mezgli sadala bambuka makšķeres kātu un mītnes — pirkstu (16. zīm.). Šīs līdzīgās daļas sauc par *metameriem*, bieži arī par *somitiem*. Tādēļ saka, ka ķermenim ir *metamēra* uzbūve jeb ka viņam ir *metamerija*. No ārpuses liekas, ka somiti rodas no vienkāršām kroķām ādā, līdzīgi ādas kroķām pirkstu locītavās. Bet tāpat kā locītavu kroķas ir tikai daudz dziļāka iekšēja sadalījuma ārējās pazīmes, tā arī kroķas, kuŗas atšķir somitus, izteic ķermeņa iekšējo sadalīšanos līdzīgās viena otrai sekojošās daļās. Šī sadalīšanās iespaido arī visus ķermeņa iekšējos organus un ir viena no attīstības ievērojamākām parādībām.

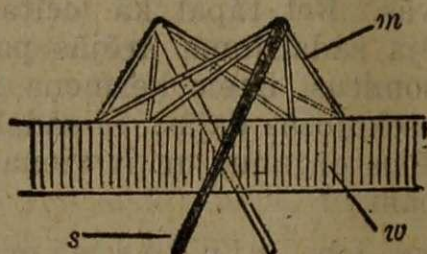
Metamerijas jeb „rindas simetrijas” izskaidrošana ir viens no morfoloģijas grūtākiem uzdevumiem. Vēlāk redzēsīm, ka metamerija, kuŗa tik skaidri un vienkārši redzama sliēkā, var iet tālāk, arvien vairāk sarežģījoties, līdz dzīvības augstākām formām. Metamerija norāda uz bioloģijas, sevišķi morfoloģijas, visinteresantākām un vissvarīgākām pamatproblemām. Tiešām, augstāko dzīvnieku salīdzinošā anatomijā lielu daļu aizņem dzīvnieku dažādo somitu pārveidošanās noskaidrošana. Šo dzīvnieku dažādie apslēptie un savos pamatos pārveidotie somiti tomēr jāuzlūko par līdzīgiem sliēkas vienkāršiem somitiem.

*Somitu pārveidošanās.* Somiti stipri atšķiras viens no otra dažādās ķermeņa daļās. Pašu priekšējo galu izveido gludi noapaļota podziņa, kuŗu sauc par *prostomium*. Attīstība rāda, ka tas nav īsts somits. Viņš ir kā virslūpa mutei. Mute atrodas tūdaļ aiz prostomija vēdera pusē. Aiz mutes nāk pirk-



mais somits gredzena veidā\*), kuŗu augšpusē pārrauj prostomija pakalējā virzienā ejošais pagarinājums.

No 1-ā līdz 27-tam somiti ir plati un īsi un pastāvīgi pieņemamas lielumā. Nevienāds ir somitu skaits starp 7-to un 19-to un šo somitu vēdera puse bieži ir uztūkusi un rada tā sauktos maisiņu dziedzerus. Starp 28-to un 35-to (skaits un stāvoklis nedaudz mainās dažādās sugās) somiti ir uztūkuši muguras pusē un malās, un rievas starp viņiem, izņemot vēdera pusi, ir tikko saredzamas. No visiem šiem somitiem kopā rodas plata, skaidri redzama josta, kuŗu sauc par segliņiem (*clitellum*; 16. zīm. c). Segliņi izdala olu maisiņu un barojošu, pienam līdzīgu šķidrumu. Maisiņā tiek iedētas olas un ar šķidrumu barojas augošie dīgļi. (Nenobriedušiem individiem segliņu nav.) Aiz segliņiem somiti ir šaurāki, dažreiz šķērsriezumā četrstūrains un no augšas uz apakšu plakani. Šis plakansums dažreiz sevišķi labi redzams uz pakalējo galu. Pašā galā somiti paliek piepeši mazāki un izbeidzas ar tūplā jeb anālo somitu, kuŗā ir vertikāla sprauga, tūplis (*anus*, 16. zīm., an). Visiem somitiem ir mazi ķermeņa iekšienē veidoši caurumiņi, daudzo iekšējo organu ārējie gali; tuvāk pie viņiem pakavēsimies apskatot organus. No katra somita, iz-



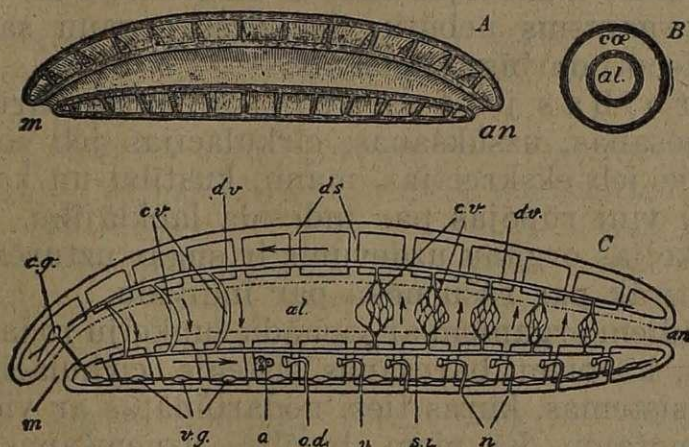
Zīm. 17.

Diagrama sariņu darbības paskaidrošanai. Ar punktiem apzīmēts stāvoklis, kad sariņi saliekti pretējā virzienā; m — muskuļi, s — sariņi, w — ķermeņa siena.

ņemot divus jeb trīs priekšējos un pēdējo, nāk ārā četras grupas īsu un mazu sariņu (*setae*). Viņi stiepjas pa ķermeni četrās gareniskās rindās. Divas no šīm rindām ir vēdera pusē, pārējās divas vairāk uz malām. Sariņi nāk ārā no ķermeņa iekšienē, kur tie ir savienoti ar tieviem muskuļiem. Šie muskuļi sariņus var kustināt uz priekšu un atpakaļ, izbīdīt ārā un ievilkta iekšā (17. zīm.). Sariņiem ir liela nozīme pie kustēšanās. Bīdot viņus atpakaļ, ķermenis stumjas uz priekšu, stumjot tos uz priekšu, tārps var līst atpakaļ. Tā tad sariņi ir ļoti vienkārši un pirmēji locekļiem līdzīgi organi.

\*) Somitus skaitot, prostomiju nekad neskaita līdz; pirmais somits ir tūdaļ aiz mutes.

*Ķermeņa uzbūves plans.* Sliēkas ķermenis (18. zīm.), tāpat kā augstāko dzīvnieku ķermenis, pastāv no divām viena otrā (*al*) iebīdītām caurulēm. Šīs caurules vienu no otras šķēr labi liela sprauga jeb dobums (*coe*). Iekšējā caurule ir *barības kanāls*, kuŗš sākas ar *mute* un beidzas ar *tūpli*. Ārējā caurule ir ķermeņa siena, un telpa starp abām caurulēm ir ķermeņa dobums (*coelom*). Ķermeņa dobums tomēr nav no viena līdz otram galam brīva sprauga. Viņu šķērsām pār-



Zīm. 18. A, B, C.

A. Sliēkas gareniskā griezuma diagrama: redzamas divas caurules, ķermeņa dobums (*celoms*) un šķērssiēnas. B; šķērsriezuma diagrama: *al* — barības kanāls, *an* — tūplis, *coe* — ķermeņa dobums, *m* mute. C, galveno organu sakārtojuma diagrama: *m* mute, *an* — tūplis, *al* — barības kanāls, *ds* — šķērssiēnas, *d v* — muguras asins vads, *v* — vēdera vads, *c v* — gredzena vadi, *n* — nefridiji jeb otdalošie orgāni, *c g* — smadzeņu gangliji: *c g* — vēdera gangliju ķēde, *o d* — olvads, *o d* — olu dziedzeris. Bultas aizrāda asins riņķošanas virzienu.

dala vesela rinda plānu muskuļa siēniņu, kuŗas sauc par šķērssiēnām jeb *disepimentiem*. No tam rodas vesela rinda gandrīz vienādu nodaļu, kuŗām pa vidu cauri velkas barības kanāls. Katra šāda nodaļa atbilst vienam somitam un šķērssiēnas ir tur, kur ārpusē redzamas 39. lappusē minētās rievās. Visi ķermeņa organi pirmēji ir attīstījušies no šo nodaļu siēnām. Daži no šiem organiem, piem. atdalošie orgāni, iesākās nodaļu dobumā, t. i. celomā.

Katra somita muguras puses vidējā daļā (izņemot pirmos divus vai trīs), ir mazs caurumiņš (*muguras jeb dorsālā pora*), kuŗa iet cauri ķermeņa siēnai un savieno ķermeņa dobumu ar ārieni\*). Citas poras, kuŗas arī iet cauri ķermeņa siēnai dažādu organu dobumos, aplūkosim vēlāk.

\*) Ja dzīvu tārpu kairina, tad no šīm porām viņš bieži izmet pie-nainu šķidrumu. Šī šķidruma nozīme nav vēl skaidri izprasta.

*Dzīvnieku ķermeņa organi. Organu sistēmas.* Sliekas miesas lielākā daļa ir no protoplasmas. Lai tāds dzīvas vielas daudzums varētu nepārtraukti dzīvot un izpildīt visas sliekas ķermeņa prasības, tai vajaga būt spējīgai iegūt pietiekošu barības daudzumu, to sagremot, uzsūkt un iznēsāt pa visām miesas daļām, kā arī uzbūvēt jaunu protoplasmu un segt zudumu. Sliekai jāuzņem ne tikai ārējie un iekšējie iespaidi, bet viņai vajaga būt arī kustīgai un spējīgai mainīt vietu. Par visām lietām, katrai daļai jādarbojas sakarā un saskaņā ar visām citām daļām, lai organisms nebūtu vienkāršs organu savārstījums, bet gan apvienoti darbīgs ķermenis.

Šīs darbības funkcijas izpilda barības uzņemšanas, gremošanas, uzsūkšanas, cirkulācijas jeb sulu riņķošanas, atdalošie jeb ekskrecijas, maņu, kustību un koordinācijas organi. Visi viņi rūpējas par indivīda labklājību. Vairošanās jeb reprodukcijas organu uzdevums ir sugas uzturēšana, tā tad viņi gādā vairāk par rāsu nekā par indivīdu.

No dažādiem orgāniem ar vienādu funkciju rodas organu sistēmas, kā piem. barošanās sistēma, cirkulācijas sistēma u. t. t. Tās sistēmas, kuŗas tieši nodarbinātas ar vielas uzņemšanu un izmešanu, kā piem. barības uzņemšanas, gremošanas, uzsūkšanas, cirkulācijas un atdalošās sistēmas, sauc par barošanās jeb vegetatīvām sistēmām; turpretī tās sistēmas, kuŗām ir darīšanas vairāk ar organisma attiecībām pret apkārtni nekā pret sevi, sauc par sakaru jeb animālām sistēmām. Šeit pieder atbalsta, kustības, (ieskaitot arī virzīšanos), maņu un koordinācijas sistēmas; šeit jāpieskaita arī vairošanās sistēma, kuŗai ir galvenā kārtā attiecības pret citiem indivīdiem.

#### A. Barošanās organu sistēmas. Viņu specialā morfoloģija un fizioloģija. (B. skat. 52. lapp.)

*Barošanās sistēmas. (Barošanās organi).* Sliekas pārtiek visvairāk no lapām un trūdošām augu daļām. Viņas labprāt ēd arī gaļu, taukus un citas dzīvnieku vielas un ierīj arī lielus daudzumus zemes, no kuŗas uzsūc ne tikai tanī esošās organiskās vielas, bet laīkam arī mitrumu un mazus daudzumus dažādu sāļu. Slieku barības galvenā sastāvdaļa ir dzīvnieku vai augu vielu dažādie savienojumi. Svarīgākie no tiem ir proteīni (protoplasma, olbaltums u. t. t.), ogļhidrāti (stērķele, koksne) un tauki. Šīs vielas dzīvnieks izlieto jaunas protoplasmas ražošanai, kuŗai jāieņem nolietotās protoplasmas vieta. Bet dzīvnieks nespēj šos materialus tieši pārvērst savas miesas vielā. Barībai jātiek iepriekš ķīmiski pārveidotai. Šo ķīmisko barības pārveidošanu vispārīgi sauc par gremo-

š a n u; tikai pēc sagremošanas barība var tikt uzsūkta cirkulācijā. Tamdēļ barību neuzņem tieši miesā, bet caurulei līdzīgā ķīmiskā laboratorijā, kuŗu sauc par b a r ī b a s k a n a l u, caur kuŗu barība iet lēni cauri, pie kam vietvietām uz viņu iedarbojas dažādas ķīmiskas vielas, saukti gremošanas fermenti. Šīs vielas ir izšķīdušas ūdeņainā šķidrumā, gremošanas sulā. Šo šķidrumu ražo barības kanāla sienas. Caur minēto vielu darbību cietā barība atšķīdrinās un var tikt uzsūkta miesā.

Barības kanālu var sadalīt vairākās dažādi ierīkotās daļās. Katrai no šīm daļām ir sava loma gremošanā. Sākot no mutes, izšķīram sekošās daļas:

1. g ā m u r s (p h a r y n x, 19. zīm. ph), iegarens, mucai līdzīgs barības kanāla paplašinājums, kuŗš sniedzas apmēram līdz 6-tam somitam. Tā sienas ir biezas un muskuļainas. No viņa ķermeņa dobuma virspuses uz ķermeņa sienām staruveidīgi izplešas daudz smalku muskuļu. Šiem muskuļiem savelkoties, gāmura dobums paplašinās; ja mute ir bijusi pielikta cietam priekšmetam, piem. lapiņai vai akmentiņam, tad gāmurs darbojas uz viņu kā sūcošs pumpis; tā dzīvnieks var saturēt barības vai citādus priekšmetus un viņus vai nu norīt vai ievilkt alā. Muskuļainā gāmura sienā ir daudz sīku „siekalu” dziedzeru. Par to darbību nekas noteikti nav zināms, lai gan nešaubāmi no viņiem gāmura dobumā izplūst gremojošs šķidrums.

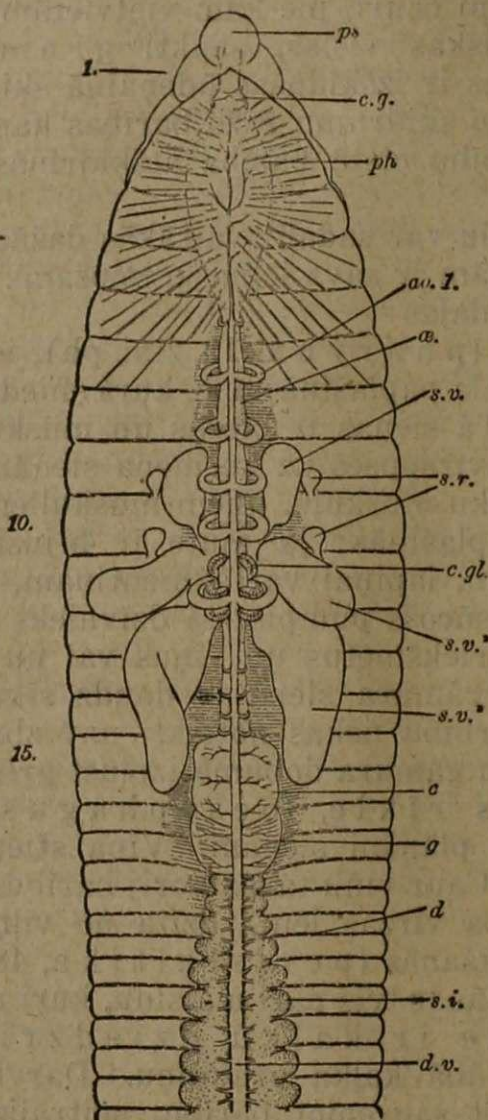
2. B a r ī b a s r ī k l e, (o e s o p h a g u s, zīm. 19. oe) ir slaika caurule ar plānām sienām. Viņa stiepjas no 6-tā līdz 15-tam somitam. Caur viņu tārps norij barību. Šinī barības kanāla nodaļā barība virzas lēni, dzīta no viļņveidīgas barības rīkles sienas savilkšanās (p e r i s t a l t i k a, 48. lapp.), 11-tā un 12-tā somita robežās ir trīs pāri maisiņu, kuŗi no malām atveras barības rīklē. Tie ir kaļķu dziedzri (clg). Viņos ir daudz cietu ogļskābā kaļķa graudiņu. Darvins domā, ka šis kaļķis var palīdzēt sagremot barību, neitralizējot barības kanālā no lapām rodošās skābes, un novietojoties dziedzeros, pasargāt organismu no pārpludināšanas ar kaļķiem, sevišķi, ja tārpi dzīvo kaļķainā zemē.

3. G u z a (c), ap 16-to somitu. Barības kanāla plānās sienas izplēstas maisam līdzīgi. Krātuve norītai barībai.

4. M u s k u ļ k u ņ ģ i s (g), ap 17-to somitu; cilindriska, cieta un muskuļaina daļa, izklāta ar raga plēvīti. Šeit barība tiek samaisīta un sagatavota sagremošanai nākošā nodaļā.

5. Z a r n u k u ņ ģ i s (s. i.), fizioloģiski līdzinās reizē augstāko dzīvnieku kuņģim un zarnām. Tā ir taisna caurule ar plānām sienām, kuŗa stiepjas no muskuļkuņģa līdz tūplim. Zarnukuņģī nav dziedzeru, kuŗi līdzinātos augstāko dzīvnieku

aknām vai aizkuņģa dziedzerim (pancreas). Gremošanas sulu ražo pašas barības kanāla sienas, kuņas ir katrā somitā uz abām pusēm maisveidīgi paplašinātas (diverticula). No sākuma šie



Zīm. 19.

Sliekas ķermeņa priekšējā gala izskats, uzgriežot to muguras pusē. ao — aortas loki, c — guza, c g — smadzeņu gangliji, c gl — kakla dziedzeri, d — šķērssienas, d v — muguras vads, g — muskuļkuņģis, oe — barības rīkle, ph — gāmurš, ps — prostomiji, s i — zarnukuņģis; redzami tā malējie izspiedumi; s — sēklas uzņēmēji, s v<sup>1</sup>, s v<sup>2</sup>, s v<sup>3</sup> — trīs pāri malējo sēklas pūslīšu.

izspiedumi ir lielāki un labi saredzami, bet tūpļa virzienā paliek arvien mazāki un beidzot gandrīz nav vairs manāmi.

Zarnukuņģa iekšējā virsma vēl ir palielināta no tam, ka muguras puses vidū visgaļām stiepjas dziļa barības caurules dobumā iespiesta kņoka, kuņu sauc par a k l o k ņ o k u

(t y p h l o s o l i s). Aklā kroka nav redzama no ārpuses, bet parādās tikai, uzgriežot zarnukuņģis no sāniem vai apakšas, jeb arī šķersgriezumā. Tā ir bagāti apgādāta ar asinsvadiem, kuņģi šeit iespiežas no muguras vada (32. zīm.). Tās galvenā nozīme ir palielināt barības uzsūkšanas virsmu (salīdz. ar spiralo kroku haizivs zarnā).

Zarnukuņģa ārējā virsma ir pārklāta ar dzeltēnbrūnām „chloragogenām šūniņām“. Agrāk domāja, ka tās ražo gremošanas sulu un tādēļ sauca par „aknu šūniņām“. Izrādījās, ka tā ir maldīšanās. Viņām ir nozīme barības atlieku izmešanā no organisma (51. lapp.).

**G r e m o š a n a.** Gremošana sākas jau pirms barības nokļūšanas barības kanālā. Pirms ierīšanas lapas u. t. t. tiek saslapinātas ar gremošanas sulu, kuņģu tārps izlaiž no mutes. Galvenā sagremošanas darbība tomēr norisinās zarnukuņģī. Gremošana paliek arvien vājāka, barībai virzoties uz pakalējo galu. Mēģinājumā pierāda, ka no trim barības vielu galvenajām sastāvdaļām gremošanas sula iedarbojas tikai uz divām, t. i. uz proteīniem un stērķeli (ogļhidrātiem). Ar to viņa līdzinās augstāko dzīvnieku aizkuņģa dziedzerā (pancreas) šķidrūmam. Ar savu sārmaino reakciju tā vēl vairāk atgādina pēdējo. Pēc līdzības vajadzētu domāt, ka gremošanas sula iedarbojas arī uz taukiem, bet tas vēl nav pierādīts.

Krukenbergs un Frederiks pierādīja, ka sliēkas gremošanas sulā ir vismaz trīs fermenti. Kā šie autori apgalvo, tie esot sastopami vienīgi zarnukuņģī. Šie fermenti ir:

1. p e p t i s k s f e r m e n t s, kuņģš skābā šķīdumā pārvērš proteīnus šķīstošos un difundējošos p e p t o n o s; tā tad šis ferments ir līdzīgs augstāko dzīvnieku kuņģa sulas p e p s i n a m.

2. t r i p t i s k s f e r m e n t s, kuņģam ir tāds pats iespaids uz proteīniem, bet tas darbojas vienīgi sārmainā šķīdumā; tā tad ir līdzīgs augstāko dzīvnieku aizkuņģa dziedzeru sulas t r i p s i n a m.

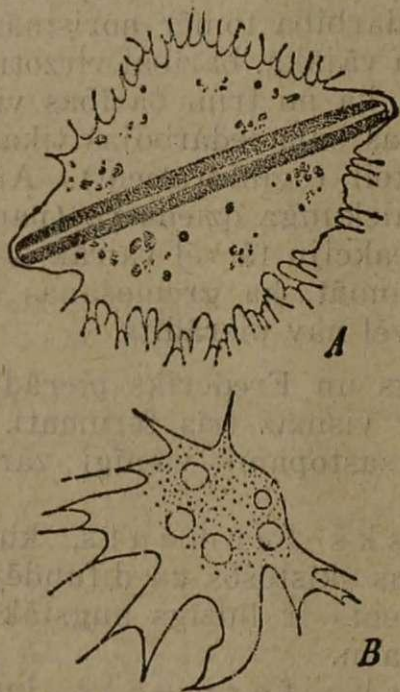
3. i e s a l a j e b d i a s t a t i s k s f e r m e n t s, pārvērš stērķeli glikozē (vīnogu cukurā); darbojas sārmainā šķīdumā, tādēļ līdzīgs siekalu p t i a l i n a m un aizkuņģa dziedzeru sulas stērķeli noārdošam (amilolitiskam) fermentam.

**U z s ū k š a n a.** Gremošanas sulas fermenti pārvērš cietos proteīnus šķīstošos un difundējošos peptonos, stērķeļu vielas — cukurā (glikozē). Šie produkti izšķīst šķidrūmos un tad, barībai pamazām virzoties pa barības kanālu, pēdējā sienas tos uzsūc. Uzsūkšanas īstā būtība nav vēl pilnīgi noskaidrota, bet

iespējami, ka lielākā daļa barības iespiežas zarnukuņģa sienās difūzijas (osmozes) ceļā. Pēc iziešanas caur sienām tā nokļūst asinīs un tiek iznēsāta pa visām miesas daļām. Barības kanālā atlikušo daļu (šī daļa nekad nav bijusi miesas sastāvdaļa) beidzot izmet caur tūpli kā mēslus (faeces). Šis izmešanas jeb „defekācijas“ process nav jāsamaina ar atdalīšanas jeb ekskrecijas procesu, kuŗu aprakstīsim vēlāk.

*Cirkulācijas sistema.* Uzsūkto barību iznēsā pa miesas daļām divējādi:

1. ar cirkulāciju ķermeņa dobumā. Celoms ir pildīts ar bezkrāsas šķidrumu (ķermeņa dobuma šķidrums), kuŗš jāpielīdzina limfai vai asinīm. Tārpam lienot, ķermeņa sienas savelkas un ķermeņa dobuma šķidrums staigā caur vi-



Zīm. 20. A. B.

Sliekas ķermeņa dobuma šķidruma fagociti. A, — fagocitu sakopojums ap svešu ķermeni. B — fagocits, ar dobuļiem. (Pēc Mečņikova.)

sām celoma daļām un šķērssienu nevienādajām spraugām. Kad sagremotā barība ir izspiedusies cauri zarnukuņģa sienām, viņas lielākā daļa nokļūst ķermeņa dobuma šķidrumā un no šejienes pie tiem orgāniem, kuŗus šis šķidrums apskalo. Ķermeņa dobuma šķidrumā ir divas daļas: bezkrāsains šķidrums, kuŗu sauc par asins sūkalām jeb plasmu, un bezkrāsainas atsevišķas šūniņas jeb ķermenīši, kuŗi peld plasmā. Viņām ir ievērojama spēja, lēni, bet nepārtraukti mainīt savu veidu. Šīs šūniņas ļoti atgādina amēbas, un

par tādām mēs tiešām viņas arī turētu, ja sastaptu stāvošā ūdenī. Tagad, turpretī, zinām, ka šie ķermenīši dzīvo organismā un izceļas tāpat kā visas citas ķermeņa šūniņas; tā tad viņi ir nevis patstāvīgi dzīvnieki, bet sliekas ķermeņa šūniņas. Ķermeņa dobuma šķidrums patiesībā ir a u d i, sastāvoši no brīvām, bezkrāsainām šūniņām, kuņas peld šķidrā starpšūniņu vielā. Šīs brīvi peldošās šūniņas ir miesas aptīrītājas, rijējas šūniņas jeb f a g o c i t i, kuņi aprij un iznīcina miesas atkritumus. Domā, ka viņi pat uzbrūk miesā iekļuvušiem parazītiem, piem. baktērijām (20. zīm.).

2. ar c i r k u l a c i j u v a d o s. Bez cirkulācijas ķermeņa dobumā ir vēl kāds cits sarežģītāks cirkulācijas aparats, kuņš sastāv no visā miesā zarojošām caurulēm, a s i n s v a d i e m. Pa šiem vadiem tiek dzīts sarkans, asinīm līdzīgs šķidrums, kuņā, tāpat kā augstāko dzīvnieku asinīs, ir šķidrās sūkalas jeb p l a s m a un ķ e r m e n ī š i. Pēdējie ir ieplakani, vārpstveidīgi. Sarkanā krāsa ceļas no sevišķas vielas, h e m o g l o b i n a. Augstākos dzīvniekos tā atrodas pašos ķermenīšos, bet šeit ir izšķīdusi plasmā. Asinsķermenīši ir bezkrāsaini.

Sliekai nav sevišķa asinis pumpējoša organa jeb sirds, kādu atrodam augstākos dzīvniekos. Tās vietu izpilda daži lielāki asinsvadi (piem. muguras vads un „aortas loki“) ar muskuļainām un savilkties spējīgām (kontraktilām) sienām, kuņām viļņveidīgi savelkoties, asinis tiek dzītas vienā virzienā. Šie viļņi skrien no asinsvada viena gala līdz otram („peristaltiska savilkšanās“). Skat. 43. lapp.) pēc kārtējiem starpbrīžiem un tādēļ rada „pulsu“. No savilkties spējīgiem vadiem nozaro vadi bez šīs spējas, kuņi dalās un atkal pārdalās, kamēr paliek par ļoti smalkām caurulītēm ar plānām sienām. Šie vispēdējie zariņi, kuņus sauc par m a t u v a d i ņ i e m jeb k a p i l a r i e m, iespiežas un tīklveidīgi izplatās gandrīz visos organos un audos. Asiņu straume, pēc iziešanas caur kapilariem, salasās lielākos vados, kuņi agrāk vai vēlāk atkal ietek savilkties spējīgos vados un tā noslēdz asiņu riņķi. Tā tad asinsvadi rada noslēgtu cauruļu sistemu un jādodomā, ka asinīm ir gluži noteikts riņķošanas ceļš, kuņš gan visos sīkumos vēl nav pazīstams\*).

Tagad aplūkosim galveno asinszaru sakārtojumu sliekā. Lielākais un arī svarīgākais savilkties spējīgais vads ir:

a. m u g u r a s jeb d o r s a l a i s v a d s (19. zīm., d. v.)— gara, muskuļaina caurule virs barības kanala. Dzīvā tārpa, ja tas ir izstiepies, šis vads skaidri redzams caur caurspīdīgo ādu kā tumšsarkana, gandrīz taisna strīpa. Viņa paliek zāģveidīga,

\*) Jāaizrāda, ka grūti atšķirt „arterijas“ no „venām“, ja nav sirds. Vieglāki var atšķirt „pievadošos vados“, pa kuņiem asinis tek kapilaros, no „promvadošiem“, pa kuņiem asinis plūst projām no kapilariem.



ja tārps savelkas. Uzmanīgi to aplūkojot, var bieži novērot vilņiem līdzīgu savilkšanos skrejām no pakalējā gala uz priekšējo. Vēl labāki tas redzams, ja tārpu apdullina ar chloroformu, un sevišķi labi tad, ja visgaļām muguras pusē pārgriež ādu. Tad muguras vads redzams kā gluži sarkana, drusku izliekta caurule, kura stiepjas virs barības kanala. Vilņveidīgās savilkšanās viena pēc otras nepārtraukti nāk no pakalējā gala un iet līdz priekšgalam, kur muguras vads sadalās ap gāmuru daudzos zaros (19. zīm.).

Šo vienmērīgo savilkšanos iznākums ir tas, ka šķidrums caurulē tiek stumts uz priekšu, tāpat kā šķidrums gumijas caurulē, velkot to caur pirkstiem. Vēl labāk to attēlo pirkstu darbība slaucot. Šī vadu darbība ir raksturīgs peristaltiskas savilkšanās piemērs.

b. Vēdera jeb subintestinalais vads ir taisns un stiepjas zem barības kanala līdztekus augšā aprakstītam. Pa viņu atgriežas muguras vadā uz priekšu dzītais šķidrums atpakaļ uz ķermeņa pakalējo daļu. Gāmūrā viņš sadalās daudzos zaros, kuri uzņem šķidrumu no muguras vada zariem.

c. Gredzena jeb komisuru vadi metameri atkārtojas un stiepjas no muguras vada uz leju ap barības kanalu, beidzot savienodamies ar vēdera vadu. Viņi ir vairāki, un svarīgākie no tiem ir:

1. Barības rīkli ieslēdzošie vadi jeb aortas loki, kurus bieži sauc arī par „sirdīm“, jo tie, tāpat kā muguras vads, ir spējīgi savilkties (kontraktīli). Kopā ar muguras vadu tie ir visu riņķojošo asiņu dzenošais aparats. Pavisam starp 7-to un 11-to somitu ir pieci pāri resnu, barības rīkli aptverošu vadu. Šiem vadiem nav zaru un viņi iet tieši no muguras vada uz vēdera vadu. Šie vadi spēj peristaltiski savilkties; tie uzņem asinis no muguras vada un dzen tās vēdera vadā.

2. Muguras-zarnas jeb dorso-intestinalie vadi stiepjas no muguras vada zarnas sienās, zarnukuņģa apvidū. Viņu ir divi vai trīs pāri katrā somitā. Šie vadi, tāpat kā muguras vads, ir šinī rajonā bieži pārklāti ar pigmentētām aknu šūniņām. Tamdēļ parasti viņu sarkanā krāsa nav redzama. Pretēji aortas lokiem, šie vadi zarnas sienās sakrīt kapilāros, kuri savienojas ar vēdera vadu zariem.

3. Muguras-ķermeņa sienas jeb dorso-tegmentarie vadi stiepjas katrā pusē no muguras vada pa šķērssienu ķermeņa sienā. Šie tievie vadi iet ķermenim taisni apkārt un savienojas ar garenisko vadu (subneirali), kurš atrodas zem vēdera nervu stīgas (skat. zemāk). Tie zaro ķermeņa sienā, šķērssienās un nefridijos.

**A s i ņ u r i ņ ķ o š a n a.** Sliēkas asiņu riņķošana sīkumos vēl nav noskaidrota, bet tikai vispārējos vilcienos. Droši zinām, ka viss asiņu daudzums tek uz priekšu pa muguras vadu, taē uz leju riņķī pa aortas lokiem vēdera vadā un no šejienes atpakaļ uz pakalējo galu. Asiņu tieša ieplūšana no šejienes atkal muguras vadā ir apšaubāma. Visticamākais ir ieskats, ka asinis no vēdera vada plūst caur vēdera — zarnu (ventrointestinaliem) vadiem zarnas kapilaros un no šejienes pa muguras-zarnu (dorsointestinaliem) vadiem muguras vadā. Bet ir iespējami, ka atgriešanās notiek caur muguras-ķermeņa sienas vadiem, un ka pa muguras-zarnas vadiem asinis plūst no muguras vada uz zarnu.

Nupat mēs aplūkajām tikai asinsvadu acīmredzamākās īpatnības un daudz svarīgus sīkumus atstājām neminētus. Zarnukuņģa gredzena vadiem var sekot tikai mazu gabaliņu, tiem iznākot no muguras vada. Viņi šeit tūdaļ sakrīt ļoti daudzos sīkos zaros, kuŗi iet līdztekus apkārt uz leju. Pievadošie vadi tieši netek vēdera vadā, bet ieplūst vēdera vadam blakus un līdztekus zarnukuņģa sienā ejošā vadā. Vēdera vads ir gluži nošķirts no zarnukuņģa. Ar īsiem zariem, (parasti diviem katrā somitā) tas savienojas ar augstāk ejošo vadu. To var skaidri redzēt muskuļuķuņģa apvidū. Ir arī dažāds skaits tievu sānu vadu, kuŗi pa daļai sakrīt tīklveidīgi, pa daļai saplūst ļoti sīkos līdztekus ejošos un muskuļuķuņģi ietinošos vados. Guzā ir trīs vai četri pāri muguras vada sānu zaru, kuŗi sadalās smalkā tīklā, bet nesaplūst līdztekus zaros, kā muskuļuķuņģī. Guzas apvidū (13-tā un 14-tā somita apvidū) parasti ir divi pāri vadu, kuŗi velkas apkārt barības rīklei. 11-tā un 12-tā somitā iet smalki zari uz katru kaļķu dziedzeri. Pats pirmais pāris gredzena vadu ir 6-tā somitā; tas ir ļoti sīks. Uz priekšu no šiem vadiem muguras vads sadalās gāmura tīklā. 11-tā somita sākumā ir trīs vēdera vadi. Divi papildu vadi atrodas galvenam vadam abās pusēs un sadalās zaros abos gāmura sānos. Aortas loki ieplūst vidējā jeb vēdera vadā. Ieplūšanas vietā vēdera vads katrā pusē savienojas ar attiecīgo sānu vadu.

Bez muguras un vēdera vada ir vēl trīs citi mazāki gareniski vadi. Divi no viņiem ir ļoti sīki un atrodas abās pusēs virs nervu stīgas (56. alpp.). No katra ganglija tie raida sīkus zariņus gar sānu nerviem. Šie ir **v i s n e r v u** (**s u p r a n e i r a l i e**) vadi (**s. n.**). Trešais gareniskais vads ir nervu stīgai apakšā (**a p a k š n e r v u**, **s u b n e i r a l a i s v a d s**). Katrā pusē viņā ietek muguras-ķermeņa sienas vadi, kuŗi savā ceļā savienojas ar ķermeņa sienas

un šķērssienu kapilāro tīklu, un raida lielus zarus nefridijos.

Bez sānu vadiem, kuŗi nāk no virsnervu un apakšnervu vadiem, katrā somitā ir vēl pāris „ventro-laterālo” vadu, kuŗi iet no vēdera vada nefridijos. Tie laikam uzņem asinis, kuŗas nefridijos ienākušas caur muguras-ķermeņa sienas vada zaru.

Atdalošā jeb ekskrecijas sistēma. Atdalošās sistēmas uzdevums ir izņest no miesas dažādu audu noārdīšanas produktus. Šeit nevar pieskaitīt barības vielu atlikumu izmešanu caur tūpli (izkārnīšanās jeb defekācija, skat. 46. lapp.). Caur tūpli izmestās vielas nekad nav bijušas uzsūktas un tāpēc arī nav bijušas pašas miesas sastāvdaļas. Atdalīšana nozīmē tādu vielu izmešanu no miesas, kuŗas agrāk ir bijušas miesas vielā, bet nolietotas un nav vairs dzīvas. Augstākos dzīvniekos šo uzdevumu izpilda nieres, plaušas un āda, jo nolietotās vielas ir mīzalos, elpā un sviedros. Sliekā šo uzdevumu izpilda sīki organi, kuŗus sauc par nefridijiem. Katrā somitā, izņemot pirmos trīs jeb četrus (22. zīm.) ir divi nefridiji.



Zīm. 21.

Nefridijs. Sieniņas skropstainā sega. Nefridija sieniņa. Izvads. Piltuve.

Katrs nefridijs ir gaŗa, mezglā savīta caurule, pievienota šķērssienu pakalējam pusei. Tie atrodas ķermeņa dobumā blakus barības kanālam. Ar vienu galu caurule iziet cauri ķermeņa sienai un beidzas ārpusē ar mazu caurumiņu starp ārējo un iekšējo sariņu rindu. Caurules otra galā izurbj šķērssienu ļoti tuvu tai vietai, kur pēdējai iet cauri nervu stīgai, un beidzas ar lielu, piltuvei līdzīgu paplašinājumu iepriekšējā somita dobumā. Piltuves malas un caurules augšējās daļas iekšpusē ir biezi pārklātas ar spēcīgām skropstām (21. zīm.), kuŗu darbība rada strauji virzienā no ķermeņa dobuma piltuvē un caur nefridiju ārā.

Nefridija mezglā var atšķirt trīs dažādas cilpas. Pašai caurulei ir piecas krasi dažādas daļas:

1. Piltuve jeb nefrostoms ir no augšas uz leju plakana un tās dobums ir limeniska sprauga. Piltuve ir uzbūvēta no skaistām skropstainām šūniņām. Pēdējo skropstas izplēšas gar piltuves malu līdzīgi vēdekļa stariem. Piltuve izbeidzas

2. „šaurā caurulē”. Tā ir ļoti smalka, savīta caurule ar plānām sienām, kuŗas sākas no piltuves un iztaisa pirmo un otro cilpu. Dažās caurules daļās iekšienē ir divas gareniskas skropstu rindas. Tā izbeidzas

3. vidējā caurulē, kuŗa aizņem otro cilpu. Šī ir lielāka caurmēra, apmēram visa vienādi izklāta ar skropstām, un tās sienas ir pigmentētas. Viņa ietek

4. platajā caurulē, kuŗai ir vēl lielāks caurmērs un graudainas dziedzeru šūniņu sienas. Šai daļai nav skropstu. Viņa stiepjas otrā cilpā, tad iet pirmā cilpā, pēc tam trešā un beidzas ar

5. muskuļaino daļu jeb vadu, kuŗa iztaisa trešo cilpu. Tā atveras ārpusē. Šai nefridija platākai daļai ir muskuļainas sienas un viņa beidzas ar maisam jeb pūslim līdzīgu rezervuaru, kur uzkrājas atdalītās vielas un no kuŗienes tās tiek izmestas ārā.

Nefridija dažādās daļas satura kopā saišķaudi un no ārpuses tie ir pārklāti ar bagātīgu asinsvadu tiklu. Tievākos asinsvados ir daudz kabatām līdzīgu paplašinājumu, kuŗu uzdevums ir pamazināt asiņu strauzes ātrumu. Nefridiju barojošie asinsvadi savienojas no vienas puses caur ventro-laterāliem (ve) vadiem, ar vēdera vadu, no otras — pa subneirālo un muguras-ķermeņa sienas (dt.) vadu ar muguras vadu. Asinsriņķošana nav pilnīgi noskaidrota. Pēc vispār pieņemta uzskata, (skat. 49. lapp.) asinis nāk no muguras-ķermeņa sienas vada nefridijos un no šejienes pa ventro-laterālo vadu vēdera vadā. Benhems (Benham) pieņem par pareizu pretējo virzienu. Nefridiju attīstīšanās rāda, ka to skropstu un dziedzeru daļas attīstās no vienkāršiem, apaļa veida šūniņu stīgas, kuŗā vēlāk, serdes šūniņām izzūd, rodas dobums. Nefridija cauruli var salīdzināt ar drenažas caurulēm, ja pēdējās caurules pielīdzina šūniņām. Nefridija kanals neiet vis starp šūniņām (intercelulāri, kā gremošanas dobumā), bet gan iekš šūniņām (intracelulāri, līdzīgi dobumim).

Nefridiju darbība līdz šim ir vēl tikai pa daļai izprasta, kaut gan par viņu galveno uzdevumu nav šaubu. Šis uzdevums ir izvadīt no miesas slāpekli saturošas atkritumu vielas, kuŗas radušās, noārdot olbaltumus. Jādomā, ka šos atkritumus izmet mīzāli vielas  $[(\text{NH}_2)_2\text{CO}]$  jeb viņai tuvu radniecīgu vielu veidā kopā ar ūdeni un neorganiskiem sāļiem.

Slietkas ekskrecijā ir divi procesi, kuŗi norit katrs savā nefridija daļā. Vispirms caurules dziedzeru sienas, kuŗas ir bagātīgi apgādātas ar asinsvadiem, atdala no asinīm dažas šķidrās atkrituma vielas un ievada viņas caurules dobumā. No otras puses, piltuves skropstas uzķer cietās ķermeņa dobuma šķidrumā peldošās atkrituma vielas un arī novada caurulē, no kuŗienes, kopā ar šķidrām vielām, tās tiek izvadītas laukā. Šīs cietās vielas, droši vien, ceļas no limfas šūniņu sairšanas un no asinsvadu un zarnas virspusē atkritušām „žults šūniņām“.

*Elpošana jeb respirācija* ir divpusīga darbība. Tā izteicās brīvā skābekļa uzņemšanā un oglekļa dioksīda atdalīšanā gāzu difūzijas ceļā caur ķermeņa virsmu. Brīvo skābekli var uzskatīt par barību, bet oglekļa dioksīdu par ekskrecijas jeb atkrituma vielu. Tādēļ elpošana būtu jāaplūko kopā ar barošanu un ekskreciju, bet tā kā daudziem dzīvniekiem ir īpaši ierīkoti elpošanai, tad to aplūko atsevišķi kā sevišķu procesu.

Elpošanas būtība ir gāzu maiņa starp asinīm un gaisu. Tā rit caur plānām plēvēm, kuŗas šķēr asinis no gaisa. Slietka šinī ziņā ir visvienkāršāki ierīkota organisma paraugs, jo gāzu maiņa

viņā notiek caur visu ķermeņa virsmu, gluži tāpat kā augos. Sliēkas mitrās un plānās ķermeņa sienas ir pašā ādas virspusē visur cauraustas ar smalkiem asinsvadiņiem, un gaisa skābeklis, vai nu no atmosfēras jeb izšķīdis ūdenī, visās vietās ļoti viegli difundē asinīs, bet oglekļa dioksīds izplūst pretējā virzienā. No oglekļa dioksīda atbrīvotās un ar skābekli piesātinātās asinis cirkulācija aiznes projām iekšējās daļās, kur tās atdod savu skābekli audiem un atkal piesātinās ar oglekļa dioksīdu.

Augstāko dzīvnieku sarkanā asiņu krāsviela (hemoglobīns) ir taisni tā viela, kuŗa saista un iznēsā asiņu skābekli. Hemoglobīns ar skābekli ķīmiski saistās vaļīgā savienojumā, kuŗš vēlāk atkal miesā izirst, atraisot brīvu skābekli. Neapšaubāmi, arī sliēkā tas notiek tāpat.

Pamācoši apskatīt asprātīgos elpošanas darbībai nolemtos ierīkojumus dažādos dzīvniekos. Visa sliēkas ķermeņa virsma noder elpošanai, un sevišķu elpošanas organu nav. Dažos dzīvniekos elpošanas organi rodas kādai ķermeņa virsmas daļai diferencējoties, kuŗa tad uzņemas visas miesas gāzu izmaiņu. Dažiem ūdensdzīvniekiem šādas daļas ir spalvu, diegu un plakanu plāksniņu veidā (ž a u n a s); daži šādi dzīvnieki tomēr vēl pa daļai elpo arī ar visu ķermeņa virsmu. Kukaiņu elpošanas virsma ir pārvērsta smalkās caurulēs (t r a c h e j ā s), kuŗas no virsmas iet miesā un zaro visās viņas daļās; šīs trachejas jāuzlūko par miesā iespīestām ārējās virsmas daļām. Cilvēkā un citos gaisu elpojošos mugurkaulo elpošanas virsma ir galvenā kārtā norobežota plaušās; tās ir vienkāršs ārējās virsmas noslēgts sakrīojums, piemērots ātrai gāzu maiņai starp asinīm un gaisu. Ir viegli saprotams, kādēļ augstākos dzīvniekos elpošanai nodalījušās sevišķas ārējās virsmas daļas. Lai notiktu strauja gāzu maiņa, elpošanas virsmai neizbēgami jābūt pārklātai ar plānu, mitru plēvi; ne mazāk svarīga ir daudziem dzīvniekiem cietā ārējā sega, lai aizsargātos no mehānsīkiem ievainojumiem un saplosīšanas. Tādēļ ārējā virsma ir diferencējusies divās daļās: aizsargu kārtā (vispārējā ķermeņa sega), un elpošanas daļā. No ievainošanas un bojājumiem pēdējo pasargā iebīdīšanās miesā, kā tas mēdz notikt ar plaušām un trachejām, jeb arī pārsegšanās ar ādas kīokām, kā piem. zivju vai vēžu žaunās. Ja elpošanas virsma iegrimst organismā jeb pārklājās ar ādas kīoku, tad rodas vājdzība pēc pumpējoša mehānīisma, kuŗš dzītu gaisu vai ūdeni elpošanas telpā. Tā radušies daudzi komplicēti elpošanas palīgu mehānīismi.

## B. S a k a r u j e b a n i m a l i e o r g a n i. (A skat. 42. lapp.)

*Kustību sistema.* Ķermeņa kustībai ir divējādi mērķi. Pirmkārt, viņa dod dzīvniekiem iespēju mainīt savus sakarus ar apkārtni, kustēties (vietas maiņa), satvert un uzņemt barību un izdarīt dažādas piemērošanās kustības. Otrkārt, kustības var pārmainīt ķermeņa dažādo daļu savstarpējās attiecības (piem. iekšējo organu kustības, kustības, kuŗas dzen asinis, spīēž barību barības kanalā, samaisa barību, tās, kuŗas iznes noārdītās barības vielas caur nefridijiem, izmet vaislas produktus u. t. t.). Šo kustību lielāko daļu izdara sevišķi veidojumi, kuŗus sauc

par muskuļiem; viņi ir uzbūvēti no garenām šūniņām (pavedieniem, fibrilēm), kurām piemīt augstākā mērā savilkšana (skat. 25. lapp.). Parastie muskuļi, kā piem. ķermeņa sienas, sariņus kustinošie, gāmura dobumu paplašinošie, ir gaŗi pavedienu kūlīši. Citiem muskuļiem nav noteikta „muskuļa” veida, bet viņos ir tikai vairāk vai mazāk pareizi sakārtoti muskuļu pavedieni, ar dažiem citiem audiem caurausti. Šāda veida muskuļi ir savilkties spējīgos asinsvados, nefridiju un šķērssienu muskuļainās daļās. No sacītā saprotams, ka muskuļu sistēma nav apvienota, bet izkaisīta un cieši iemiesota dažādos organos.

Ķermeņa sienas muskuļi zem ādas ir salikti divās kārtās. Ārējā kārtā muskuļi iet ķermenim riņķī un tādēļ viņus sauc par gredzena jeb cirkulariem muskuļiem. Iekšējā kārtā tie stiepjas gareniski, t. i. līdztekus ķermeņa gaŗajai asij, un ir sakārtoti vairākās joslās. Svarīgākās no tām ir:

1. muguras jeb dorsalās joslas (32. zīm.), katrā pusē pa vienai; satiekas muguras vidus līnijā un stiepjas abās pusēs līdz sariņu ārējai rindai.

2. vēdera jeb ventralās joslas atrodas vēdera vidējai līnijai abās pusēs starp abām iekšējām (apakšējām) sariņu rindām.

3. malu jeb laterālās joslas, starp abām sariņu rindām.

Šīs joslas stipri mainās un dažās ķermeņa daļās vairāk vai mazāk saskaldās blakus joslās. Vēl ir šaura josla, kuŗa aizņem telpu starp katras grupas diviem sariņiem.

Sariņi jāuzskata par kustību sistēmas daļu. Tie izaug no dziedzeŗu šūniņām, kuŗas ieslēdz sariņu iekšējo galu. Sariņi, tāpat kā mati, pastāvīgi aug no šīs saknes. Pēc izaugšanas un nolietošanās sariņi tiek nomesti un viņu vietā izaug jauni, kuŗi attīstās pamazām. Tādēļ katrā grupā ir dažāda lieluma sariņi. Sariņu iekšējie gali ir pārklāti ar parastām dziedzeŗu šūniņām, kuŗas no iekšas redzamas kā nelieli paaugstinājumi. Šos paaugstinājumus sauc par sariņu dziedzeŗiem. Uzšķēržot tārpu no augšas, šie dziedzeŗi redzami četrās līdztekus rindās, pa divām katrā nervu stīgas pusē (22. zīm.).

Katrai šādai grupai ir savi izbīdošie un ievilkošie muskuļi. Katrā pusē pa ķermeņa sienas iekšieni stiepjas šauras muskuļu šķiedras no augšējās uz apakšējo sariņu grupu.

Skropstas. Otrs kustību orgāns ir skropstas (viņu darbības veidu apskatījām 27. lapp.), kuŗām ir izcilus nozīme sliekas dzīvē. Skropstiņas pārklāj zarnukuņģa iekšējo virsmu. Šeit viņas palīdz bīdīt barību. Kā tikko redzējām, liela loma tām piekrīt ekskrecijā, arī vaislas produktu uzkrāšanā un izmešanā un olas apvaislošanā. Skropstu, tāpat kā muskuļu pavedienu darbības pamatā ir savilkšanās spēja; protoplasma pārmaiņus savelkas te vienā te otrā skropstas pusē un pēdējā taisa sitošas kustības.

Baltie asinsķermenīši. Ameboidās šūniņas. Limfas šūniņas. Fagocīti. Bez jau minētām muskuļu un skropstu šūniņām ir vēl trešā šūniņu šķira, kurai ir savilkšanās un kustības spējas. Tie ir ķermeņa dobuma šķidruma ķermenīši (apskatījām agrāk). Vēl neilgi atpakaļ viņu darbība bij pilnīgi nezināma, bet tagad vispāri atzīts, ka tie ir ķermeņa aptīrītāji, kuri aprij nomirušos audus un miesā iekļuvušos svešos organismus. Vai viņi uzbrūk un aprij arī parazītus, kā piem. gregarinas un bakterijas, nav vēl pilnīgi noskaidrots. Viņi kustas līdzīgi amebām un ar šķidruma virpuļiem ierauj tuvējās sīkās daļiņas.

*Nervu sistema. Saskaņošanas jeb koordinācijas organi.* Ievads. Nervu sistēmas galvenais uzdevums ir regulēt un koordinēt pārējo ķermeņa daļu darbību, lai tā būtu saskaņota un apvienota. Ar nervu organiem tārps uzņem apkārtnes iespaidus, kuri nāk no ārienes pa nervu pavedieniem nervu centros savilņojumu veidā. Pa citiem nervu ceļiem savilņojumi iet no nervu centriem uz āru dažādās ķermeņa daļās un šeit pārveido, aptura jeb ierosina organu daļu darbību. Tādēļ dzīvnieks var izdarīt kustības, kuņas organismu galu galā divējādi piemēro apkārtnei (skat. 52. lapp.), t. i. a) piemērojot visu ķermeni kā tādu pārmaiņām apkārtņē (piem. sliekas ievilkšanās alā dienai tuvojoties (un b) piemērojot pašas ķermeņa daļas vienu otrai, tā kā pārmaiņām vienā daļā atbilst pārmaiņas citās daļās (piem. asiņu pieplūšana barības kanalā gremošanas laikā, tārpa priekšgala spēcīgās kustības, kairinot pakaļējo galu u. t. t.).

Šīs darbības izdara viena jeb vairākas nervu šūniņas ar gaļiem un tieviem zariem, kuņas sauc par nervu pavedieniem. Šie pavedieni ir savienoti kūlīšos — nervos, kuri stiepjas visās miesas daļās. Augstāko dzīvnieku nervu šūniņu lielākais vairums ir sakopots mezglos jeb ganglijos, no kuriem, kuņas un caur kuņiem iet nervi. Šādu gangliju lielāko sakopojumu parasti sauc par centrālo nervu sistēmu. Pārējās nervu sistēmas daļas, kuņas ir saliktas visvairāk no nervu pavedieniem, kaut arī viņās ir nedaudz nervu šūniņu un reti gangliji, sauc par perifēro nervu sistēmu.

Nervu sistēmas vispārējā anatomija. Sliekas centrālā nervu sistēma sastāv no gaņas rindas metamēru dubultu gangliju, kuri savienoti savā starpā ar nervu saitēm jeb komisurām. Pats priekšējais gangliju pāris, kuņas sauc par smadzeņu jeb virsrīkles ganglijiem, atrodas gāmura muguras pusē, netālu no priekšgala (19, 22. zīm.). No katra šī ganglija abās pusēs uz leju iet tieva saite (barības rīkles gredzena komisura) un savienojas ar apakš-

rīkles jeb pirmo vēdera gangliju pāri. Tā ap barības rīkli rodas pilnīgs gredzens, kuŗu sauc par gāmura gredzenu. No apakšrīkles ganglija stiepjas uz pakalējo galu pa vēdera vidus daļu vēdera nervu stīga. Tā ir salikta no veselas virknes dubultotu gangliju, pa vienam pārim katrā somitā. Šie gangliju pāri ir savienoti savā starpā ar komisurām. No ganglijiem nāk ārā blakus nervi\*).

Smadzeņu gangliji un vēdera stīga (komisuras un arī gangliji) ir uzbūvēti no nervu šūniņām un pavedieniem, kā tas aprakstīts 80. lapp.

Periferā nervu sistēma. Uz un no centralās nervu sistēmas iet nervi. No šiem dažādos virzienos ejošiem nerviem sastādās periferā nervu sistēma. Viņa sastāv no sekošām nervu stīgām:

1. Nervu pāris, kuŗš iznāk abās pusēs no katra vēdera ganglija un beidzas ķermeņa sienas muskuļos.

2. Nervs, kuŗš rodas katrā pusē no vēdera komisuras, tūdaļ aiz šķērssienas un viņā izzaro.

3. Nervu pāris no apakšrīkles ganglija.

4. Katrā pusē pa nervam no gāmura gredzena, tūdaļ pēc abu gredzena nervu izšķiršanās. (Sākums nav skaidri redzams.)

5. Divi lieli smadzeņu nervi, kuŗi sākas no smadzeņu ganglijiem un stiepjas uz priekšu, sadalās daudzos zaros un izzaro ķermeņa priekšējā daļā.

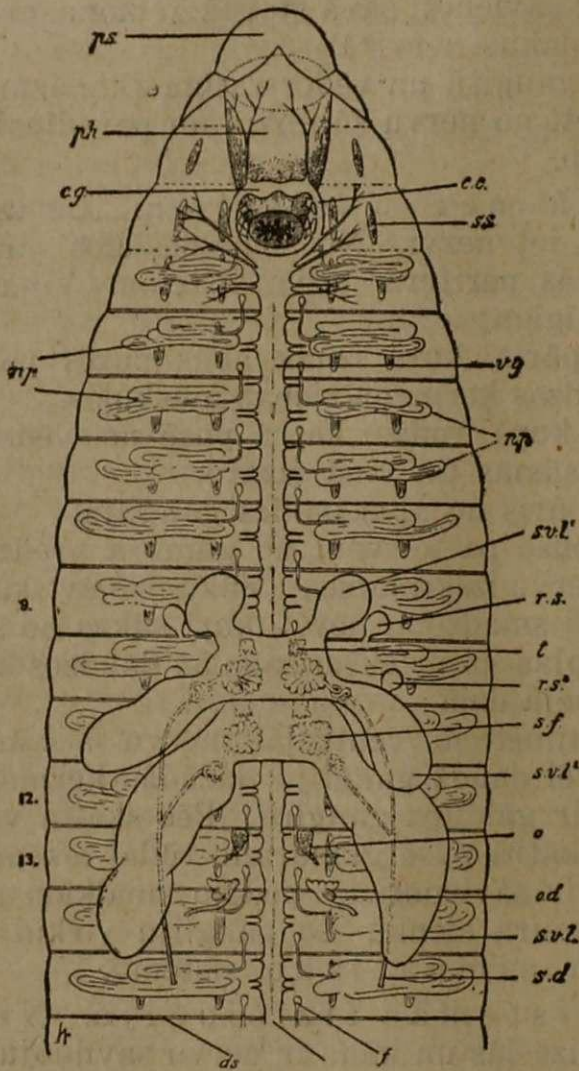
Bez jau minētiem centralās nervu sistēmas galveniem ganglijiem ir vēl daudz gangliju dažādās ķermeņa daļās. Visievērojamākie ir gāmura gangliji. Pēc skaita viņu ir 3 līdz 5 un tie atrodas katrā pusē gāmuram, tūdaļ iekšpusē no gāmura gredzena. Tie ir savienoti ar pēdējo smalkām stīgām un laiž zarus cauri gāmura sienai. Šo gangliju virkni dažreiz nepiemēroti sauc par simpātisko sistēmu.

Nervu sistēmas fizioloģija. Nervu savīļņojumi. Kā izceļās un kāda ir nervu savīļņojumu daba? Parasti savīļņojums rodas nervu pavedienu galā, iedarbojoties uz pēdējo kādam kaireklim (stimulam). Ja, piemēram, aizkaŗam jeb saspieŗam ādu, tad pieskaršanās jeb spiediēns darbojas kā kaireklis uz nervu galiem ādā un liek nervu savīļņojumam no ārpuses skriet pa nervu pavedieniem uz centralo nervu sistēmu. Nervus var iekairināt ar ļoti daudziem līdzekļiem: mehāniskiem traucējumiem, kā to tikko redzējam, ar siltumu, elektrību, ķīmisku darbību un, izņēmuma gadījumos, ar gaismu un skaņu. No šīm nervu īpašībām atkarājas tāŗpa spēja, uz-

\*) Vēdera stīgas abas puses ir tik cieši viēna pie otras, ka viņas dubulto dabu var redzēt tikai griezumos.



ņemt no āra nākošos savilņojumus kā ār pasaules iespaidus. Bet bez tam nervu pavedienus var iekairināt arī fizioloģiskās pārmaiņas nervu šūniņās un no tām var rasties no iekšas uz



Zīm. 22.

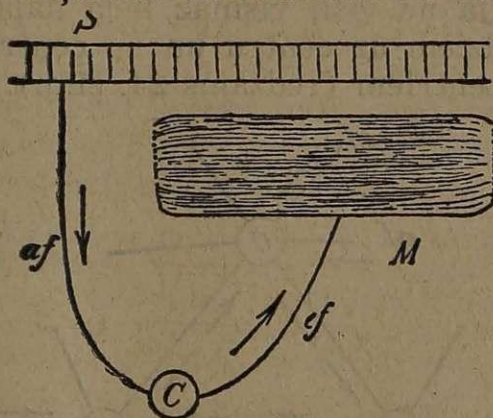
Sliekas priekšējais gals. Atvērts no augšas, barības kanāls un cirkulācijas sistēma nogriezta. c c — barības rīkles gredzena komisura, c g — smadzeņu gangliji, ds — šķērssienas, f — nefridija piltuve, np — nefridijas, o — olu dziedzeris, od — olvads, ph — gāmurs, ps — prostomijs, r s — sēklas uzņēmējs, s d — sēklvadis, s f — sēklas piltuve, s v l' — malējais sēklas maisiņš t — sēklas dziedzeris, v g un v n c — vēdera nervu stīga.

āru ejoši savilņojumi, kuŗi var iespaidot un kontrolēt dažādu organu darbību.

Nervu savilņojuma istā būtība mums nav zināma, bet jādodomā, ka tā ceļas no ķīmiskām vai molekularām pārmaiņām protoplasmā, kuŗas

līdzīgi viļņiem kustas nervu pavedienā\*). Savilņojums nav atkarīgs no kairekļa rakstura. Kaireklis var vienīgi likt nervam darboties, un šī darbība ir vienmēr vienāda, neskatoties uz to, kāds ir bijis kaireklis, — tāpat kā pulksteņa darbība ir vienāda, vienalga, vai viņu darbina smagums jeb atspere. Parasti savilņojums rodas, uz nervu pavedienu galiem kaut kādam kaireklim (stimulam) iedarbojoties.

Saskaņošana jeb koordinācija. Dažādu organu darbība tiek saskaņota no nepārtrauktas savilņojumu iedarbošanās uz viņiem. Visvienkāršāk tas notiek ar tā saukto refleksu palīdzību. Reflekss ir pamatā daudzām saliktām nervu darbībām. Viņa būtība redzama no 23. zīm. Koordina-



Zīm. 23.

Vienkārša repleksa darbības diagrama. S — āda, uz kuŗu iedarbojas kaireklis, af — pievadošais nervu pavediens, C — nervu centrs, ef — novadošais nervu pavediens; M — muskulis, kuŗā beidzas novadošais nervu pavediens.

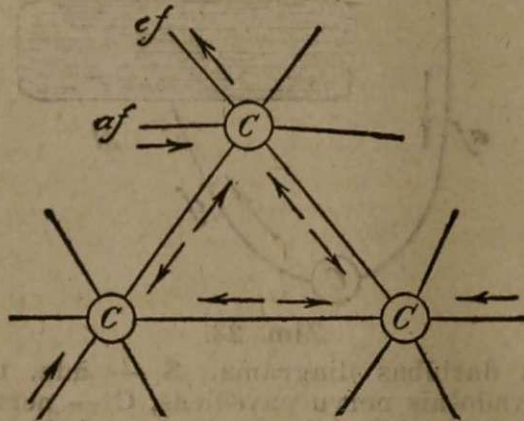
cija starp S un M (diviem organiēm) nenotiek tieši pa nerviem, bet netieši caur nervu centru C. Šis nervu centrs ir vai nu atsevišķa nervu šūniņa jeb vienā ganglijā apvienotu nervu šūniņu grupa. Ar šo centru katrs par sevi ir saistīti caur nervu pavedieniem M un S. Ja kaireklis darbojas uz S, tad no šejienes uz centru ejošs savilņojums dodas uz C, iekairina nervu centru un rada šeit no centra ejošu savilņojumu, kuŗš dodas uz M. Pēdējais ir tūdaļ spiests sākt darboties jeb arī viņa jau notiekošā darbība pārveidojas. Tā S un M darbības ir saskaņotas (koordinētas) caur C starpniecību. Visu šo parādību sauc par refleksa darbību.

Piemēra dēļ, teiksim, ka S ir āda un M muskuļi. Ja kairināsim ādu, tad savilņojums skries uz nervu centriem ganglijos (C), no kurienes tūdaļ jauns savilņojums dosies muskuļos M. Rezultatā muskuļi M savelkas un tārps atraujas no nevēlamā kairekļa.

\*) Vardē nervu savilņojums noskrien apmēram 28 metrus sekundē, cilvēkā ātrums ir daudz lielāks.

Šo parādību virknē ir trīs dažādu nervu darbības: a) uz centru ejošais savīļņojums, b) centra darbība un c) no centra ejošais savīļņojums. Nevajaga domāt, ka uz centru ejošais savīļņojums iziet cauri nervu centram nepārmainīties un iet tālāk kā no centra ejošais. Uz centru ejošais savīļņojums centrā netiek tikai „atsviests“ (reflektēts), līdzīgi pret sienu sviestai gumijas bumbai, lai gan vārds „reflekss“ varbūt to izteic. Uz centru ejošais savīļņojums kā tāds beidzas nervu centrā un liek pēdējam darboties. No centra ejošais savīļņojums ir centra jaunās darbības rezultats.

Jādomā ka, ja ne visi, vismaz liela daļa nervu centru ir savienoti ar daudziem uz centru un no centra ejošiem ceļiem, kā arī ar citiem centriem (redzams 24. zīm.). No centra ejošie



Zīm. 24.

Trīs nervu centru un viņu savienojumu diagrama. Bultas aizrāda nervu savīļņojumu iespējamus virzienus; af — pievadošs ceļš, ef — novadošs ceļš.

savīļņojumi tādēļ var tikt nosūtīti no centra uz dažādām pusēm un katrreizējais ceļa virziens ir atkarīgs no tagad vēl nezināmas centra darbības. Bez tam centra darbība var pārveidoties no tiem savīļņojumiem, kuŗi nāk no citiem centriem. Tā noskārstam, ka refleksi tiek pārraudzīti un vadīti, un ka pat nervu darbības vissarežģītākie veidi var būt salikti no vienkāršiem refleksiem līdzīgām sastāvdaļām.

Jādomā, ka sliekā katrs vēdera ganglijs pārvalda to somitu, kuŗam viņš pieder un ka viņā ir sakopotī to refleksu centri, kuŗu darbībai trūkst apziņas elementu. Ir daži aizrādījumi, ka smadzeņu gangliji ieņem augstāku stāvokli, jo viņos bez taustes nerviem ir vēl redzes, garšas un ožas nervi, turpretī vēdera ganglijos ir tikai taustes nervi. Mēģinājumi pierādījuši, ka smadzeņu ganglijiem zināmās robežās ir pārraugu darbība pār vēdera gangliju ķēdi. Šī pārraudzība tiek izvesta ar pakalējā virzienā caur komisurām sūtītiem savīļņojumiem.

Augšā minētā darbība tārpā daudz mazāk noskāršama nekā augstākos metameros dzīvniekos, piem. kukaiņos\*).

*Maņu organu sistema.* Maņu organu sistemu apskata atsevišķi no nervu sistēmas tikai paraduma dēļ, jo lielākai daļai augstāko dzīvnieku ir sevišķi „manekļi“, kuri uzņem kairinājumus un iedarbina no tiem izejošos nervus. Kaut gan sliekai ir taustes, garšas, ožas un gaismas maņa, viņai tomēr nav sevišķu organu šo kairinājumu uzņemšanai, izņemot vispārējo ķermeņa segu, un tādēļ arī nevar teikt, ka viņai būtu sevišķa maņu organu sistēma. Mēs pat nezinām, vai tā sauktās sliekas „maņas“ ir tiešām saistītas ar apziņas elementiem, jo vispārīgi nezinām, vai sliekai ir kaut kādi apziņas sākumi. Ja tomēr sakām, ka sliekai ir taustes un redzes „maņa“, tad vienkārši to saprotam tā, ka tie nervi, kuri beidzas ādā, var tikt iekairināti mehāniski un no gaismas stariem, nemaz neuzsverot, ka tārpas uztver tāpat kā mēs uztveram.

Nesen atrada, ka ādā ir daudz šūniņu, no kurām stiepjas vienkārši nervu pavedieni tieši vēdera nervu stīgā. Šīs „maņu šūniņas“ ir jāuzlūko kā „galu organi“, caur kuriem kairinājumi pāriet nervu pavedienos. Šīs šūniņas ir sakopotas mazās grupās, kuŗas bieži izkaisītas pa visu ķermeņa virspusi. Katra šāda grupa ir vienkārša veida maņu organs.

Taustes maņa ir visā ķermeņa virspusē. Garšas maņa laikiem saistīta ar mutes un gāmura dobumu. Ožas lokalizācija nav zināma. Darvina pētījumi pierādīja, ka sliekas gaismas maņa ir saistīta ar ķermeņa priekšējo galu. Laikam gaismas, garšas un ožas nervi ieiet vienīgi smadzeņu ganglijos, turpretī taustes nervi iet arī vēl citos.

*Atbalsta, savienošanas, aizsargu u. t. t. sistēmas.* Dažu dzīvnieku uzbūve un dzīves veids ir tāds, ka viņu ķermeņa vārīgajām daļām nepieciešams atbalsts. Tādi atbalsta ierīkojumi ir, piemēram, mugurkaulu kauli, vēžu vai kukaiņu cietā ārējā čaula, koraļu, polipu ģindeņi. Sliekai nav nekā tamlīdzīga un, acīmredzot, tāds ciets atbalsta ierīkojums viņai būtu ne tikai nederīgs, bet pat kaitīgs. Lišana un urbšanās zemē ir atkarīga no ķermeņa lielās lokanības un izstiepšanās spējas. Ciets ģindenis nav savienojams ar šīm spējām.

*Savienošanas sistēma* aptver dažādus audus, kuri saista organus cieši kopā. Par to var pārliecināties vienīgi mikroskopā. Svarīgākos no šiem audiem sauc par sašķaudiem.

*Aizsargu ierīkojumu* ziņā slieka ir varbūt visvājākais dzīvnieks. Tomēr viņai ir daži ierīkojumi, kuri nešaubāmi no-

---

\*) Lai pilnīgāk iepazītos ar šo jautājumu, jāgriežas pie fizioloģijas grāmatām.

der šim nolūkam. Ķermeni pārklājošā virsplēvīte jeb kutikula ir plāna, bet tomēr aizsargā vārīgos audus no tieša sakara ar cietiem priekšmetiem. Tā izklāj arī muti un barības kanālu līdz zarnukuņģa sākumam. Muskuļukuņģī, kur notiek barības sasmalcināšana, kutikula ir sevišķi bieza un cieta un labi aizsargā zemākos vārīgos audus. Tomēr slieka galvenā kārtā aizsargājas nevis ar sevišķiem ieročiem, bet ar tiem instinktiem, kuŗi liek viņai dienu slēpties zemē un nākt ārā tikai nakts tumsas apsargātai.

## V. N O D A Ļ A.

# Dzīvnieka bioloģija. (Turpinājums).

## Slieka.

### Vairošanās. Attīstīšanās.

*Vairošanās.* Katras sugas dzīve rit vienmērīgi nākošos un ejošos riņķos, jo katra individa dzīvībai ir savas robežas. Jau nībā uzbūvējošie procesi ir pārsvarā pār noārdošiem, un organisms aug. Pieaudzis individs atrodas fizioloģiskā līdzsvarā. Tad noārdošie procesi līdzinās uzbūvējošiem. Tomēr agri vai vēl šis līdzsvars izzūd. Ja arī organisms netiek sevišķi bojāts un arī neslimo, uzbūvējošie procesi tomēr paliek iepakaļ noārdošiem; nāk vecums, un individs mirst no tīras nespējas dzīvot. Paliek noslēpums, kādēļ dzīvības mašīna nolietojas; bet ka tam ir savs noteikts iemesls un nozīme, to rāda tas vispār pazīstamais fakts, ka dzīvības ilgums svārstās dažādās sugās: cilvēks dzīvo ilgāk par suni, zilonis ilgāk par cilvēku. Apbrīnojama ir dzīvo būtņu spēja, atšķirt no savas miesas daļas vai gabalus, kuriem ir atjaunota spēja augt, attīstīties un atkārtot priekšteču riņķi. Pateicoties tam, pastāv nepārtraukta materiāla (protoplasmatiska) vienas paaudzes turpināšanās otrā. Tas arī ir iedzimtības fiziskais pamats, no kam savukārt ir atkarīga sugu pastāvēšana. Cik tagad zināms, dzīvas būtnes nekad neizceļas citādi, kā tikai šī procesa ceļā; ar citiem vārdiem, katra tagad dzīvojoša protoplasmas masa ir pēdējais loceklis nesarautā ķēdē, kuŗa stiepjas atpakaļ pagātnē līdz dzīvības pirmsākumam.

Minētās priekšteču daļas, no kuŗām attīstās pēcnācēji, ir dažreiz daudzu šūniņu sakopojums, piem. augu spraustiņi un pumpuri. Visbiežāk gan šīs daļas ir tikai viena šūniņa, kuŗu tad sauc par vairošanās šūniņu, piemēram dzīvnieku olas, paparžu un sūnu sporas. Vienīgi vairošanās šūniņas (kuŗas parasti atšķir no pārējām miesas jeb somatiskām šūniņām) zināmos apstākļos ir nemirstīgas.

Vairošanās formas ir divējādas: bezdzimuma (agamogēnēsis) un dzimuma (gamogēnēsis). Pirmā gadījumā, no priekšteča organisma atšķirusies daļa (viena šūniņa vai šūniņu grupa) spēj bez otras dzīvas vielas iespaida attīstīties

par jaunu individu. Otrā gadījumā, atšķirusies daļa, šoreiz parasti atsevišķa šūniņa, (ola, oosfera u. t. t.) attīstās tikai citas dzīvas vielas iespaidota. Šī pēdējā dzīvā viela ir šūniņa, kura atšķirusies no kāda otra individa. Attīstības spējīgo vairošanās šūniņu sauc par sievišķo vairošanās šūniņu; viņu iespaidojošo šūniņu — par vīrišķo vairošanās šūniņu. Dzimuma sakara laikā abas šūniņas saplūst kopā (apaugļošana) un rada jaunu šūniņu, kura spēj attīstīties par jaunu individu. Dažiem organismiem (piem. rauga šūniņām un bakterijām) ir vienīgi bezdzimuma vairošanās; citiem (piem. mugurkauliem) ir vienīgi dzimumā vairošanās; dažiem augstākiem augiem ir abi vairošanās veidi.

Slieka, cik zināms, nevairojas bezdzimuma vairošanās ceļā. Viņai tomēr ir augstā mērā bezdzimuma vairošanai tuvu stāvokļa atjaunošanās (reģenerācijas) spēja; ja pārgriež slieku vidū pušu, tad priekšējais gals parasti atjauno trūkstošo daļu. Tā tārps zināmās robežās var mākslīgi vairoties. Tamlīdzīgi vairojas augi no sprauštieņiem, un šis vairošanās veids ir tuvā radniecībā ar īsto bezdzimuma vairošanos\*). Sliekas parastais un normalais vairošanās veids ir dzimuma vairošanās, t. i. radot vīrišķās vairošanās šūniņas (spermatozoidus) un sievišķās šūniņas (olas). Augstākos dzīvniekos šīs dažādās šūniņas rada divi pretēja dzimuma individus. Slieka, turpretī, ir abēja dzimuma individs (hermafrodīts), jo katrā individā ir savienots vīrišķs un sievišķs individs, un tas ražo spermatozoidus un olas. Olas rodas sievišķos organos, olu dziedzeros, spermatozoidi — sēklas dziedzeros (testes).

Nobriedusi ola (26. zīm. B) ir samērā liela, apaļa šūniņa, līdzīga redzamai olai 9. zīm., tikai ar plānāku un vārīgāku ādiņu. Veca paraduma dēļ, sauksim olas vielu par dzeltēnumu (vitellus), ādiņu par dzeltēnuma ādiņu, kodolu par dīgplūslīti un kodoliņu par dīgplankumiņu.

Nobriedis *spermatozoids* (26. zīm. C) ir ļoti tieva, gaļa, pavedienam līdzīga šūniņa. Uz vienu galu šī šūniņa paliek resnāka un šeit beidzas ar galvu (n). Galvā ir šūniņas kodols, pārklāts ar plānu protoplasmas kārtiņu. Aiz galvas nāk īsa „vidējā daļa” (m), pie kuras ir piestiprināta gaļa, viļņveidīgi kustoša aste (t). Aste patiesībā ir gaļa skropsta (27. lapp.), kura ar spēcīgiem sitieniem dzen šūniņu ar galvu uz priekšu, tamlīdzīgi kā kustas kurkulēni.

\*) Dažu *Lumbricus* tuvu radniecīgo, piem. *Dero* un *Naid* sugu dzīvnieki paši no sevis dalās divās daļās. Katra daļa izaug par pilnīgu dzīvnieku. Tā ir īsta bezdzimuma vairošanās kaut arī, acīmredzot, viņa pilnīgi līdzinājas reģeneracijai.

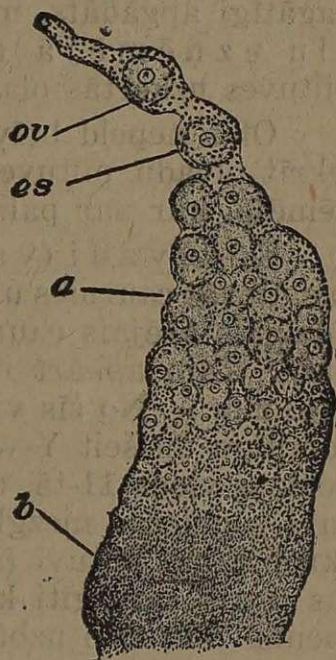
Olu un sēklas dziedzeņi ražo vairošanās šūniņas un tamdēļ tos sauc par vairošanās galveniem organiem. Bez viņiem sliekai, tāpat kā citu dzīvnieku lielākai daļai, ir vairošanās palīgorgani, kuri vai nu uzkrāj vairošanās šūniņas, palīdz nodrošināt krustenisku apaugļošanu, vai arī kaut kādi noder jaunajiem tārpiem pirmā dzīves laikā.

*Galvenie vairošanās organi.* Olu dziedzeņi, skaitā divi, ir 13-tā somita katrā pusē pa vienam. Viņi ir piestiprināti pie priekšējās šķērssienas pakalējās puses (22. zīm. o). Tie ir apm. 2 milimetri gara, bumbierveidīgi un saistīti pie šķērssienas ar resno galu (25. zīm.). Tievajā galā ir viena rinda olu, tā sauktā olu ķēde (es). Šeit olas ir nobriedušas vai gandrīz nobriedušas; aiz viņām nāk arvien jaunākas un mazāk nobriedušas, līdz beidzot tās visas ir vienādas, nediferencētas šūniņas (pirmējās olas). No šādām šūniņām ir salikta visa pārējā olu dziedzeņa daļa. Katrai šādai šūniņai tomēr ir vēl apkārt mazāku šūniņu riņķis, tas ir olas barojošais vaiņags jeb folikels. Olām nobriestot, folikeli tomēr turas un tos var vēl sastapt olu ķēdē. Pilnīgi nobriedusi ola pārtauj folikulu un no olas ķēdes nokļūst ķermeņa dobumā. Šeit to uzņem olvads un iznes ārā.

No olu dziedzeņu attīstības redzams, ka morfoloģiski tie rodas ķermeņa dobuma izklājošam (peritoneja) epitēlam sabiezējot. Tā tad olas pēc būtības ir epitēla šūniņas.

Sēklas dziedzeņi (22. zīm. t. t.) ir skaitā četri un pēc izskata atgādina olu dziedzeņus. Tie ir šauri, plakani ķermeņi ar nevienādām lēverainām malām. Šie dziedzeņi atrodas 10-tā un 11-tā somitā abās pusēs nervu stīgai. Viņi ir piestiprināti tādā pašā stāvoklī kā olu dziedzeņi. Līdzīgi pēdējiem, sēklas dziedzeņi ir vienlaidus šūniņu masa. Šīs šūniņas izplūst ķermeņa dobumā un no šejienes tiek izvadītas ārā. Šūniņas ļoti jaunas atstāj sēklas dziedzeņus un nobriest sēklas maisiņu dobumā (skat. zemāk).

*Vairošanās palīgorgani.* Lielākā nozīme no šiem organiem ir vairošanās šūniņu vadiem, pa kuriem tās tiek iznestas ārā. Abi sievišķie vadi (olvadi) un vīrišķie vadi (sēklvadi) ir cau-



Zīm. 25.

Stipri palielināts olu dziedzeņis; b — dziedzeņa pamats, a — dziedzeņa ķermenis, pilns ar nenobriedušām olām; es — olu ķēde, ov — atkrītoša gatava ola.



rulēm līdzīgi organi. Viens gals iet cauri ķermeņa sienai ārpusē, bet otrs gals beidzas ķermeņa dobumā ar skropstainu piltuvi. Šī piltuve ir līdzīga nefridiju piltuvei, tikai ir daudz lielāka. Kad sēklas jeb olu dziedzeri ir izmetuši vairošanas šūniņas, tās uzķer skropstainās piltuves un iznes ārā.

Ol vadī (*Oviducti*, 22. zīm. od, 18. zīm.) ir divas īsas taurei līdzīgas caurules. Tie atrodas tūdaļ aiz olu dziedzeriem un iet cauri šķērssienu starp 13-to un 14-to somitu. Iekšējais gals brīvi atveras 13-tā somita dobumā ar plašu, kļokainu piltuvi. No piltuves vidus caur šķērssienu uz pakalējo galu iet slaika caurule, kuŗa tad strauji saliecas uz ārpusi un iziet cauri ķermeņa sienai 14-tā somitā (skat. 37. lapp.). Tūliņ aiz šķērssienu olvadam muguras un ārējā pusē ir neliels, ar asinsvadiem bagātīgi apgādāts, maisīnam līdzīgs izspiedums. Šinī maisīnā, olu uzņēmējā (*receptaculum ovorum*) uzkrājas piltuves uzķertās olas pirms izmešanas ārā.

Olas nepeld brīvi ķermeņa dobumā, bet pēc nobriešanas iekrīt olvadu piltuves mutē. No šejienes viņas nonāk olu uzņēmējā, kur var palikt ilgāku laiku.

Sēklvadī (*vasa deferentia*, 22. zīm. sd) ir ļoti garas, tievas caurules un, tāpat kā olvadi, vaļā abos galos. Spraugai līdzīgais ārējais caurums skaidri redzams 15-tā somitā vēdera pusē. Tam apkārt ir muskuļains, lūpveidīgs paaugstinājums (16. zīm.). No šīs vietas vadī iet taisni uz priekšu līdz 12-tam somitam un šeit Y-veidīgi zaro. Abi zari iet vēl uz priekšu un beidzas viens 11-tā, otrs 10-tā somitā. Netālu no beigām katrs zars sagriežas mezglā un drīz pēc tam arī beidzas ar milzīgu skropstainu piltuvi (tā saukto „skropstaino rozeti”), kuŗas malas ir tik sarežģīti kļokainas, ka iznāk labirintam līdzīgs ķermenis. Tās īsto uzbūvi var izprast, studējot griezumus mikroskopā.

Šie divi sēklas piltuvju pāri (22. zīm.) atrodas 10-tā un 11-tā somitā tūdaļ aiz sēklas dziedzeriem. Viņām ir tāds pats uzdevums attiecībā pret sēklas dziedzeriem kā olvadu piltuvēm pret olu dziedzeriem.

Sēklas dziedzerus un sēklas piltuves var izpreparēt vieniņi jaunos dzīvniekos. Pieaugušos tārpos tās ir pilnīgi ietītas zemāk aprakstītos sēklas maisīnos.

Sēklas maisīni. Šīs vairošanās organu vislabāk redzamās daļas ir maisi ar lielu tilpumu, kuŗos sēklas šūniņas, pēc izmešanas no sēklas dziedzeriem, turpina un pabeidz attīstīties. Sēklas maisīni redzami no 9-tā līdz 12-tam somitam lielu, baltu ķermeņa veidā. Šeit tie arī parasti apsedz barības kanālu. Vienmēr ir trīs pāri maisīnu, t. i. priekšējais pāris 9-tā

somitā, vidējais pāris 11-tā somitā un pakalējais pāris 12-tā somitā. Nepieaugušos individos šie seši maisiņi ir pilnīgi šķirti viens no otra un tādēļ sēklas dziedzeņi viegli saskatāmi. Pieaugušos tārpos, (kā tas redzams 22. zīm.), maisiņu pakalējais pāris saaug kopā vidus līnijā un tā paliek par pakalējo vidējo maisiņu. Tas atrodas 11-tā somitā, zem barības kanala. Tamlīdzīgi 10-tā somitā no priekšējā pāra rodas priekšējais vidējais maisiņš. Tā radušies divi vidējie maisiņi ietin sēklas dziedzeņus un sēklas vadu piltuves un tādēļ tie nav redzami.

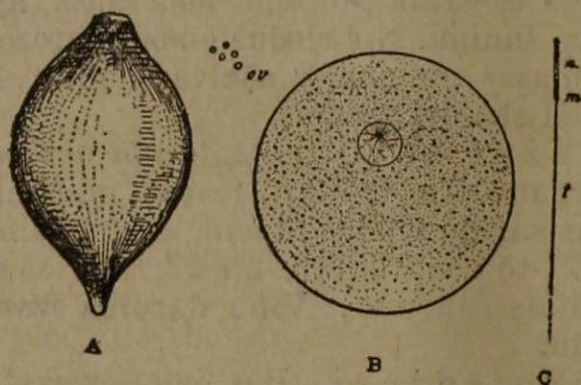
Sēklas šūniņas vēl ļoti jaunas atstāj sēklas dziedzeņus. Tās satek sēklas maisiņos un šeit viegli atrodamas dažādās attīstības pakāpēs. Sēklas šūniņas attīstās kaudzītēs, kuņas sauc par spermatoferām. Katrai šādai spermatoferai ir cieta centrala protoplasmas masa, apjosta ar vienu kārtu sēklas šūniņu. Nobriedušie spermatozoidi noriešas no centralās masas un nonāk sēklvadu piltuvēs. Kā tas notiek, nav vēl skaidri zināms.

Sēklas uzņēmēji (*receptacula seminis*) arī ir vairošanās palīgorgani. Tie ir mazi, ieapaļi maisiņi. Viņi atveras uz āru, augšējās sariņu rindas līmenī. Šie maisiņi atrodas starp 9-to, 10-to un 11-to somitu (19. un 22. zīm. s. r.), kur arī jāmeklē viņu ārējais caurums. Viņu darbība izskaidrota nodaļā par apaugļošanu.

Blakus dziedzeņi. Bez jau aprakstītiem ierīkojumiem ir vēl daži dziedzeņi, kuriem ir nozīme vairošanās funkcijā. Sariņu dziedzeņi, atrodami no 7-tā līdz 19-tam somitam (dažreiz to ir daudz, dažreiz nav nemaz), ir bieži stipri palielināti un redzami paaugstinājumu veidā, kuņas minējām 40. lapp. Šos dziedzeņus laikam izlieto kā pieķeršanās organus pārošanās laikā. Segliņos ir dziedzeņu šūniņas, kuņas atdala barojošu šķidrumu jauno tārpu uzturam. Segliņi arī ražo izturīgu plēvi, kuņa apsedz un aizsargā jaunos dzīvniekus.

Pārošanās. Dēšana. Katrā sliekas individā attīstās olas un spermatozoidi un tādēļ varētu domāt, ka pārošanās un divu individu dzimuma savienošana nebūtu vajadzīga. Tomēr tā nav. Viena individa olas vienmēr tiek apaugļotas, pārojoties un apmainot spermatozoidus ar citu individu. Nakti, parasti pavasarī, tārpi pamet savas alas un pārojas. Viņi saliekas kopā tā, ka galvas gali nāk pretējos virzienos un stipri turas viens pie otra ar paplašinātiem sariņu dziedzeņiem un ar palielinātām segliņu ārējām malām. Šinī laikā katra tārpa sēklas uzņēmēji piepildās ar spermatozoidiem no otra individa sēklvadiem. Pēc tam tārpi izšķiras. (Uzņemtie spermatozoidi uzglabājas un darbojas tikai olu dēšanas laikā.)

Kad tārps ir gatavs dēt olas, segliņu dziedzeri paliek ļoti darbīgi un no tiem izplūst biezs olbaltuma šķidrums, kurš ātri sacietē visapkārt ķermenim par staipīgu plēvi un rada ap tārpu jostu. Vēl tiek izmests liels daudzums bieza, receklaina barības šķidruma, kurš uzkrājas starp jostu un tārpa ķermeni. Pēc tam josta, tārps savelkoties, pamazām aizbīdās uz galvas galu. Kad josta iet pāri 14-tam somitam, tā uzņem no vadiem olas. Tālāk, starp 9-to un 11-to somitu, tanī ieplūst no sēklas uzņēmējiem spermatozoidi, kur tie bij uzglabājušies no pārošanās laika. Pēdējie, kā zinām, ir uzņemti no cita dzīvnieka. Dzīvnieks jostu arvien vairāk bīda uz priekšu un beidzot to pavisam noņem. Ejot nost no tārpa ķermeņa, jostas vaļējie gali tūdaļ cieši savelkas un josta pārvēršas par noslēgtu olu maisiņu, (26. zīm.), kuŗa barojošā šķidrumā jeb pienā peld olas un sper-



Zīm. 26. A, B, C.

A. 5. kārtīgi palielināts olu maisiņš. ov — dažas olas, tikpat stipri palielinātas. B — ļoti stipri palielināta ola; C — ārkārtīgi palielināts spermatozoids: n — galva, m — vidus daļa, t — aste.

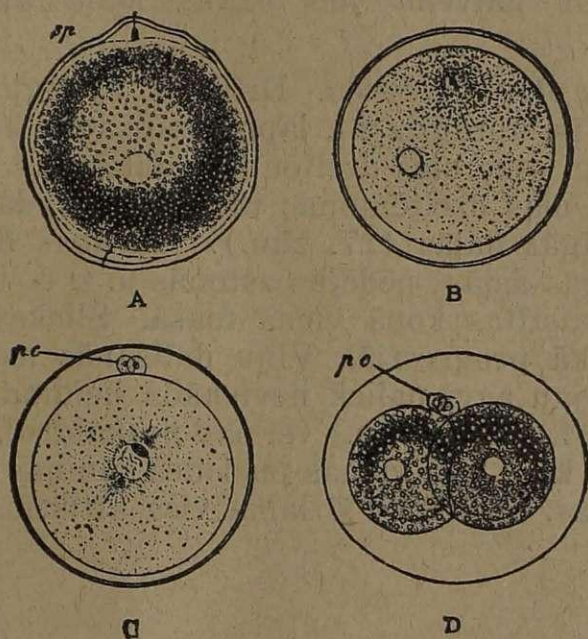
matozoidi. Jostas plēve drīz pieņem iedzeltēnu jeb brūnu krāsu, paliek cieta un stipra un aizsargā augošos dīgļus. Maijā jeb jūnijā šādus olu maisiņus var atrast zem akmeņiem, kokiem un sevišķi gružu kaudzēs. Olu maisiņā notiek olas apaugļošana un attīstīšanās.

*Apaugļošana un attīstīšanās.* Spermatozoidi aktīvi kustas olu maisiņa barojošā šķidrumā, sastop olas un pieķeras pie tām ar galvas galu. Tad daži spermatozoidi iespiežas olas dzeltēnumā (skat. 68. lapp.), bet apaugļošanu izdara tikai viens; pārējie nomirst un tos ola uzsūc.

Spermatozoīda aste nepiedalās apaugļošanā, bet tā ir tikai galvas (kodola) un vidējās daļas dzenošais aparāts.

Olā spermatozoīda galva paliek par sēklas kodolu (vīrišķais pirmkodols) un protoplasma ap viņu pieņem īpatnēju un raksturīgu, zvaigznes stariem līdzīgu sakārtojumu.

Pēc spermatozoida iespiešanās, no olas vienas malas viena pēc otras atšķiras divas sīkas šūniņas, kuņas sauc par pola šūniņām jeb pola ķermenīšiem. Tās sagatavo olu apaugļošanas pēdējam aktam. Pēc polu šūniņu atšķiršanas olas kodols (no šī brīža to parasti sauc par sievišķo pirmko-



Zīm. 27. A. B. C.

Olas apaugļošana. A — spermatozoida iespiešanās jūras eža olā — (pēc Fola). B — jūras eža ola pēc spermatozoida iespiešanās; pa kreisi redzams olas kodols, augšā — spermatozoida kodols ar centrosomu tuvumā (izveidots pēc Hertviga), C — olas diagrama pēc polu šūniņu (p c) izstumšanas un divu pirmkodolu savienošanās, radot dalīšanās kodolu. Pēdējā mazākā un tumšākā daļa ir cēlusies no spermatozoida kodola. Kodola tuvumā redzamas divas zvaigznes jeb archoplasmas sferas. Tās ir radušās spermatozoida vidus daļas izveidotai zvaigznei pārdaloties uz pusēm. D — sliēkas divšūnains ķermenis pēc olas pirmās dalīšanās. (Pēc Veidovska.)

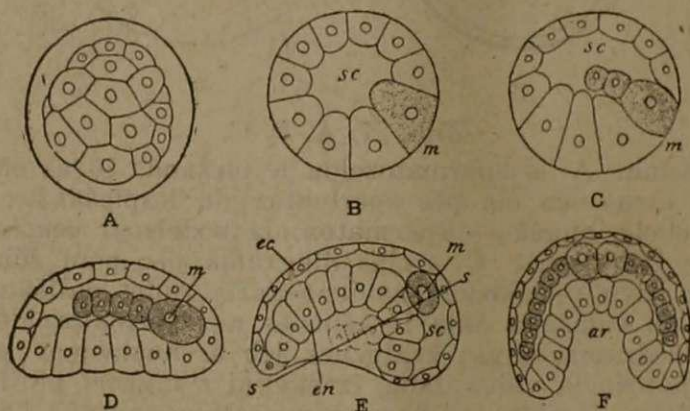
d o l u) un sēklas kodols tuvojas viens otram un beidzot saplūst kopā d a l ī š a n ā s jeb segmentācijas kodolā. Ar to apaugļošana ir nobeigta.

Apaugļošanās process, kā liekas, ir tāds pats visiem augstākiem dzīvniekiem un, plašāk ņemot, ir līdzīgs visu augstāko un daudzu zemāko augu dzimuma procesam (salīdz. ar papardi 113. lapp.). Viņa īstā būtība vēl nav pilnīgi skaidra. Nešaubāmi, šī procesa galvenais saturs ir divu no dažādiem vecākiem cēlušos kodolu savienošanās. Šis apstāklis noveda pie tagad daudzu pētnieku aizstāvētā uzskata, ka iedzimtība ir saistīta ar kodolu un ka chromatins (22. lapp.) ir iedzimtības fiziskais pamats. Junākie pēt-

nieki norāda, ka vēl kāds cits elements, tā sauktā archoplasma jeb pievilkšanas sfera arī darbojas līdz apaugļošanā. Tā laikam vienmēr ceļas no spermatozoidu vidus daļas. Tagad vēl nav pilnīgi skaidrs, vai archoplasma jāuzskata par kodola jeb citoplasmas vielu. Tāpat ir nezināms, vai viņai ir galvenā jeb blakus loma apaugļošanā un iedzimtībā.

*Apaugļotās olas dalīšanās.* Drīz pēc apaugļošanas ola sāk dalīties, kā tas īsi aprādīts 24. lapp. Dalīšanās kodols pārdalās divās daļās, kam seko olas dzeltēnuma dalīšanās. Katra kodola daļa dabū pusi olas dzeltēnuma; tā tad ola sadalās divās mazākās, bet līdzīgās daļās (27. zīm.). Šīs abas daļas savukārt atkal dalās četrās daļās; pēdējās astoņās u. t. t., bet visas daļas tomēr paliek saistītas kopā vienā masā. Sliemas olas nedalās tieši ģeometriskā progresijā. Viņu dalīšanās nav vienmērīga. Arī olas daļas jau agri paliek nevienāda lieluma.

Blastulā (24., 72. lapp. p.) vēl nav noskaidrojama kaut kāda diferencēšanās, kaut gan vienas puslodes šūniņas ir drusku mazākas nekā otras. Sākot no šī laika visa attīstības gaita ir šū-



Zīm. 28. ABCDEF.

Sliemas agro attīstības stādiju diagramas A — blastula dzeltēnuma plēvē. (Pēc Veidovska.) B — blastula optiskā griezumā; redzams liels dalīšanās dobums (s c) un mesoblasta pirmšūniņa (m). C — blastula vēlākā laikā: redzama mesoblasta šūniņu rašanās. D — blastulas saplākšana un sagatavošanās uz ieliekšanos. E — gastrula no sāniem; vienā laikā ar ieliekšanos sākas mesoblasta sakņu laišana ķermenim uz sāniem, kā tas apzīmēts ar punktu līnijām. F — ir E griezumā pa līniju s — s: redzamas mesoblasta saknes un pola šūniņas.

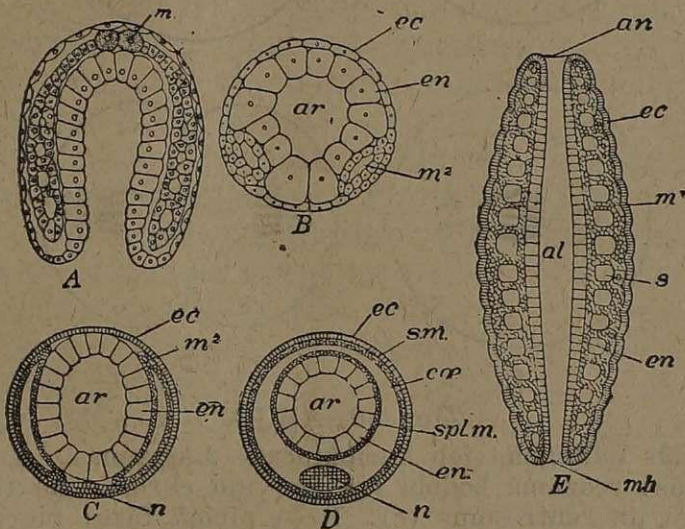
niņu un organu diferencēšanās, jo šūniņas pašas no sevis drīz sakārtojas par organiem. Viens no šīs diferencēšanās pirmajiem soļiem ir dīgļa apakšpuses, t. i. tās puses, kurā ir lielākās šūniņas, plakana izstiepšanās (28. zīm. D). Pēc tam lielākās šūniņas ieliecas dalīšanās dobumā un tādā ceļā rodas maiss ar vaļēju galu; tanī pat laikā dīglis paliek iegarens (28. zīm., E, F).

Šo procesu sauc par *gastrulāciju* un šādi izveidojušos dīgļus par *gastrulu*. Dalīšanās dobumā iespiesto maisu sauc par *pirmzarnu* (*archenteron*), un tas ir nākošais barības kanāls. Viņa vaļējais gals, (kuŗu šinī stādijā sauc par *blastoporu*), ir nākošā mute. Gastrulas ārējā mazo šūniņu kārtā attīstās par ādu jeb ķermeņa sienas ārējo kārtu.

Drīz dīgļis sāk uzņemt caur blastoporu un sagremot pirmzarnā pienam līdzīgo šķidrumu, kuŗā tas peld.

Acīmredzot, dīgļa daļas jau ir noteikti diferencējušās, jo šīm daļām ir dažādas funkcijas. Tiešām, gastrulu varam uzlūkot par saliktu no divējādiem audiem, kuŗi ir gan vēl vienādi pēc uzbūves, bet dažādi pēc darbības. Vieni audi ir ārējā sedzošo šūniņu kārtā; šos audus sauc par *ektoblastu* (28. zīm., *ec*). Otri audi ir pirmzarnas sienu šūniņu kārtā; to sauc par *entoblastu* (*en*). Ektoblastu un entoblastu kopā sauc par *pirmējām dīgļlapām*.

Šinī laikā, dažādu pārmaiņu rezultātā izceļas trešā dīgļlapa. Viņa attīstās dalīšanās dobumā starp ekto- un entoblastu un tādēļ arī to sauc par *mesoblastu* (28. zīm. *m*). Dažos dzīvniekos mesoblasts attīstās tikai pēc gastrulācijas. Sliekā meso-

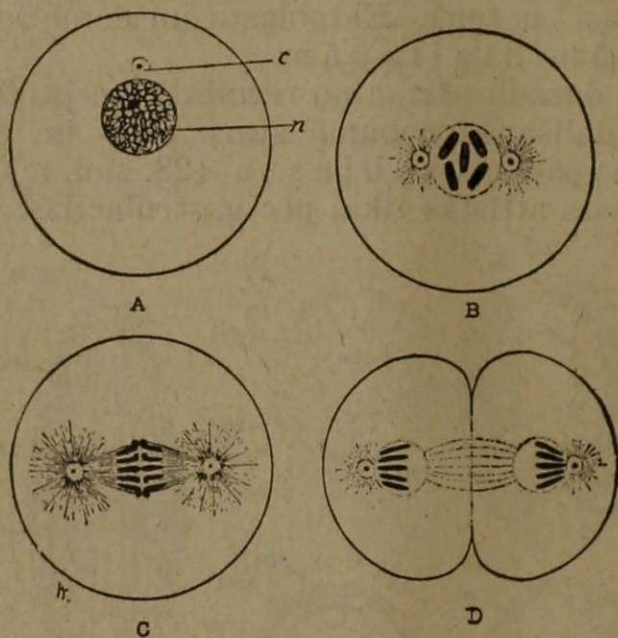


Zīm. 29. ABCDE.

Vēlāko attīstības stadiju diagrammas. A — vēla stadija gareniskā griezumā: redzami somiti ar dobumiem. B — tas pats šķērsgriezumā. E — jauna tārpa diagramma pēc priekšējās, pakalējās zarnas un tūplja izveidošanās. C — tas pats šķērsgriezumā; redzams nervu sistēmas sākums. D — vēlākas pakāpes šķērsgriezumā ar pilnīgi izveidotu nervu sistēmu; *al* — barības kanāls, *ar* — pirmzarna, *an* — tūplis, *coe* — ķermeņa dobums, *ec* — ektoblasts, *m* — pirmējās mesoblasta šūniņas, *m<sup>2</sup>* — mesoblasts, *mh* — mute, *n* — nervu sistēma, *s* — somita dobums, *sm* — mesoblasta somatiskā plātne, no kuŗas un ektoblasta rodas ķermeņa siena, *splm* — mesoblasta splanchniskā plātne, no kuŗas un entoblasta rodas barības kanāla siena.

blasts attīstās gastrulācijas laikā, pat vēl agrāk. Jau blastulas pakāpē var atšķirt divas lielas šūniņas, no kurām vēlāk rodas mesoblasts un kuņas tādēļ sauc par mesoblasta pirm-šūniņām. No tām drīz dalīšanās dobumā atšķēlas sīkākas šūniņas, kuņas, blastulai plakanai paliekot, pašas iegrīkst zem virsmas. Tā tad šīnī laikā mesoblasts ir divu šūniņu rindu veidā (mesoblasta saknes), kuņas pakāļējā virzienā izbeidzas lielā pirm- jeb pola šūniņā. Vēlākās attīstības pakāpēs no pola šūniņas nepārtraukti nošķiras sīkas šūniņas, kuņas pievienojas mesoblasta sakņu pakāļējam galam (28., 29. zīm.).

Pēc katras dalīšanās pola šūniņas pieņemas lielumā, tā kā pat vēlā attīstības stadijā tās var skaidri atšķirt no viņu radītām šūniņām. Abas mesoblasta šūniņu masas pamazām pieņemas lielumā un beidzot piepilda visu dalīšanās dabumu.



Zīm. 30. ABCD.

Šūniņas netiešās dalīšanās jeb kariokinezes diagramas. A — šūniņa īsi pirms dalīšanās: redzams kodols (n) ar viņa chromatīna tīklojumu, pievilkšanas sfera un centrosoms (c). B — pirmā fāze: pievilkšanas sfera sadalījusies divās daļās, kuņas attālinājušās līdz 180° viena no otras; tīklojums sakritis piecās chromosomās (melnās), no kurām katra ir pāršķelta gareniski. C — otrā fāze: pilnīgi izveidojusies kariokinetiskā figura (*amphiaster*) ar vārpstu un zvaigznēm; chromosomu puses atšķiras viena no otras. D — beigu fāze: šūniņas ķermenis sadalījies, vārpsta izzūd, jaunie kodoli izveidojas.

Šūniņu dalīšanās iekšējās parādības ir ļoti sarežģītas un šeit tās varam apskatīt tikai vispārējos vilcienos. Parastais šūniņu vairošanās veids, kā tas novērojams olas jeb audu šūniņām daloties, sastāv no veselas rindas sarežģītu pārmaiņu kodolā. Šīs pārmaiņas sauc par kariok-

kinezi jeb mitozī. To paskaidro 30. zīm. Šīs pārmaiņas, cik tagad zināms, ir galvenos vilcienos vienāda rakstura augu un dzīvnieku šūniņās.

Miera stāvoklī kodolā ir chromatīna tīklojums (30. zīm., A). Kad šūniņa taisās dalīties, pie kodola parādās mazs ķermenītis (c), kuŗu sauc par pievilksanas sferu jeb archoplasmas masu. Šim ķermenītim iekšā bieži ir vēl mazāks graudiņš, kuŗu sauc par centrālo ķermenīti jeb centrosomu. Šūniņas dalīšanās pirmais solis ir archoplasmas dalīšanās divās daļās. Katrā no šīm daļām ir arī centrosoms, kuŗš rodas pirmajam centrosomam daloties divās daļās. Pēc tam šīs daļas aizvirzās uz kodola pretējiem poliem (30. zīm., B). Kodola chromatīna tīklojums pieņem kamolā satīta pavediena veidu (zīm. nav redzams); beidzot šis pavediens sadalās atsevišķos gabalos, kuŗus sauc par chromosomiem. Viņu veids (āķa, cilpas veidā) un skaits (divi, astoņi, divpadsmit, sešpadsmit u. t. t., daudzkreiz vēl lielāki skaitļi) ir nemainīgs katrā augu un dzīvnieku sugā. Otrs svarīgs solis ir chromosomu gareniska skaldīšanās uz pusēm (30. zīm., B) un kodola sienas izzušana. Treškārt, protoplasmā ap archoplasmas masām parādās zvaigznei līdzīgi stari (aster); starp abām masām izceļas vārpstai līdzīgs veidojums (30. zīm., C) un dubultotie chromosomi sakārtojas vārpstas ekvatora plāksnē. Šo stāvokli sauc par amphiaster jeb kariokinetisko figuru.

Ceturtkārt, chromosomu puses atšķiras un kustas pretējos virzienos uz vārpstas attiecīgiem poliem. Pēc tam šūniņa pārsšķeļas divās daļās vārpstas ekvatora plāksnē. Jauno pēcnācēju chromosomi pieņem atkal tīkla veidu, ap kuŗu apvelkas plēvīte, un tā pēcnācējas šūniņas kodols ir izveidojies. Vārpsta pazūd, dažreiz liekas izgaistam arī archoplasmas masa ar tās zvaigznes stariem. Citos gadījumos archoplasmas masa ar centrosomu tomēr paliek un atrodama miera stāvoklī šūniņas citoplasmā tuvu pie kodola (piem. leukocitu un saišķaudu šūniņās).

No augšā teiktā redzams, ka katra pēcnācēja šūniņa dabū taisni pusi mātes šūniņas chromatīna, mātes archoplasmas un mātes centrosoma. Dažos gadījumos arī protoplasma dalās vienādās daļās, citreiz nevienādās. Ir pierādīts, ka daudzos olas apaugļošanas gadījumos abām vairošanās šūniņām ir vienāds chromosomu skaits. Apbrīnojams ir arī fakts, ka olai pirmo reizi daloties, tēva un mātes chromatīna viela vienlīdzīgi sadalās divās daļās. Pilnīgi iespējams, ka šī vienlīdzīgā chromatīna vielas izdalī-



šanās turpinās visās vēlākās dalīšanās. Tādēļ katrā organisma šūniņā ir tieši abu vecāku viela un tāpēc katrā šūniņā var iedzimt abu vecāku īpašības.

*Gastrulācija. Dīgļlapas. Diferencēšanās. Ķermeņa attīstīšanās.* Jau pašā sākumā šūniņas dalīdamās sakārtojas tā, ka no visām pusēm norobežo dobumu, kuŗu sauc par dalīšanās dobumu. Šis dobums vēlāk arviem palielinās, līdz beidzot dīgļis līdzinās bumbai ar dobumu vidū. Bumbas sienas ir no vienas šūniņu kārtas. Šo dīgļa attīstības pakāpi sauc par blastulu (jeb blastosferu, 28. zīm., A, B un 10. zīm. e, f).

Dīgļlapu izveidošanās ir ievērojamākais un nozīmīgākais process visā attīstības gaitā. Visu augstāko dzīvnieku dīgļiem ir tamlīdzīgas dīgļlapas kā sliekai, un viņas arī tāpat sauc. Vēlāk redzēsim, ka šim faktam ir dziļa nozīme.

*Organu attīstīšanās (Organogenezē).* Dīgļis pakāpeniski pieņemas lielumā un tanī pat laikā paliek iegarens. Stiepjoties gaŗumā, blastopora (šinī gadījumā mute) paliek vienā galā, kuŗš tādēļ jāuzskata par priekšgalu. Izstiepšanās notiek pakalējā virzienā. Visu triju dīgļlapu šūniņas nemitīgi vairojas daloties. Jaunu vielu un enerģiju uzņem ar barību. Dīgļis ierij tādus barības daudzumus, ka uztūkst maisam līdzīgi. Pirmzarna palielinās, līdz beidzot nāk sakarā ar ektoblastu un tad dalīšanās dobumā izzūd.

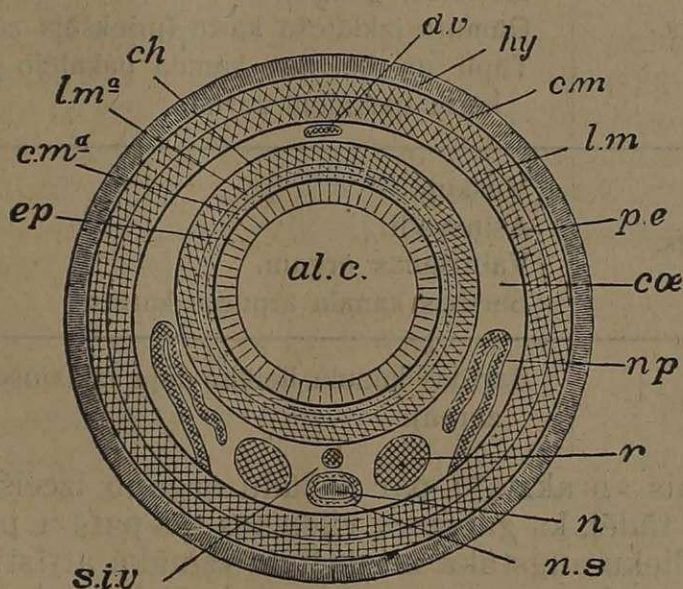
Divas mesoblasta pirmšūniņas tiek aizbīdītas uz pakalējo galu un šeit arī paliek (29. zīm., m). Mesoblastam ir divu sakņu veids. Šīs saknes atrodas pirmzarnas abās pusēs un stiepjās uz priekšu no mesoblasta pirmšūniņām.

Tas sevišķi skaidri redzams dīgļa šķērsgriezumā (29. zīm., B, C). Mesoblasta saknes sākumā ir vienlaidus, bet pēc kāda laika viņās parādās vesela rinda pārotu dobumu. Saknēm augot gaŗumā, dobumu skaits arvien palielinās no pakalējā gala uz priekšu. Viens pāris šādu dobumu šķērsgriezumā redzams 29. zīm., B. Saknēm stiepjoties gaŗumā, viņas izplešas arī plašumā (29. zīm., C), līdz beidzot satiekas virs un apakš pirmzarnas. Dobumi tanī laikā turpina palielināties un beidzot arī satiekas pirmzarnas augš- un apakšpusē. Tā pirmzarnu ieslēdz ķermeņa dobumā jeb celomā. (29. zīm., D). Dobumi ir atšķirti viens no otra ar dubultām mesoblasta sienām. Tās ir šķērs-sienas jeb disepimenti, un dobumi nav nekas cits kā celoms. Katra dobuma ārējo mesoblasta lapu sauc par somatisko plātni (s. m.). Tā savienojas ar ektoblastu un no tam izceļas ķermeņa siena (somatopleura). Iekšējā lapa jeb splahniskā plātne (sp. m.) savienojas ar entoblastu un rada barības kanāla sienu (splahnno-

pleura). No ektoblasta blastoporā rodas ieaugums (stomodaeum), no kuŗa izceļas gāmurs. Ķermeņa otrā galā no līdzīga ieauguma (proctodaeum) pēc tā savienošanās ar pirmzarnas aklo galu rodas tūplis un barības kanāla pēdējā daļa.

Tā tad pēc izcelšanās barības kanālam ir trīs dažādas daļas: 1. entoblasta pirmzarna, 2. gāmura daļa, kuŗas iekšpuse ir izklāta ar ektoblastu, 3. tūpla daļa, arī izklāta ar ektoblastu. Šīs trīs daļas sauc par: priekšējo zarnu (stomodaeum), vidus zarnu (pirmzarna) un pakalējo zarnu (proctodaeum). Ievērojams ir fakts, ka šīs pašas daļas sastopamas pie visiem augstākiem dzīvniekiem un cilvēka.

Pēc tam miesā, no ārpuses, pretī katrai šķērssienai, parādās šķērsu rievā un no tam ķermeņa metamerija top redzama arī no ārpuses. Jaunais tārps ir sasniedzis pakāpi (29. zīm., E), kuŗā viņa līdzība ar priekštečiem ir acīmredzama. Viņam ir garens, daļās sadalīts ķermenis un pēdējam gareniski cauri velkas barības kanāls, kuŗš vienā galā sākas ar muti un otrā beidzas ar tūpli. No ārpuses metamerija noskārstama pēc ķer-



Zīm. 31.

Sliekas šķērsgriezuma diagrama. Redzami dažādu organu un t. t. radnieciskie sakari ar dīgļlapām. Ektoblasta izveidojumi zīmēti ar smalkām paralelām liniņām, entoblasta — ar rupjākām paralelām liniņām, mesoblasta — ar krustotām liniņām. Al c — barības kanāls, ch — žults šūniņu kārta, coe — ķermeņa dobums, c m — ķermeņa sienas gredzena muskulatūra, c m a — barības kanāla gredzena muskulatūra, ep — barības kanālu izklājošais epitels, d v — muguras vads, hy — hipoderms jeb āda, l m — ķermeņa sienas gareniskā muskulatūra, l m a — barības kanāla sienas gareniskā muskulatūra. n — nervu stīgas vidējā daļa, np — nefridijs, n s nervu stīgas maksts, p e — peritoneja epitels, r — vairošanās organi, s i v — vēdera vads.

meņa rievainā izskata, iekšienē — no ķermeņa dobuma pāriem, kuri šķirti ar šķērssienām (disepimentiem). Ķermeņa sienai un barības kanālam ir divas kārtas. Pirmajai ārpusē ektoblasts un iekšpusē somatiskais mesoblasts, pēdējam — splachniskais mesoblasts ārpusē (t. i. ķermeņa dobumā) un iekšpusē entoblasts vai ektoblasts. (Vidus zarnai entoblasts, priekšējai un pakaļējai zarnai ektoblasts). Tas redzams 31. zīm., kurš rāda dīgļa šķērsriezumu vidus zarnas apvidū. Ja līdzšinējais būs labi iegaumēts, tad visu pārējo organu attīstīšanos ir viegli saprast, jo tie rodas no jau esošo daļu sabiezēšanas, izspiešanās u. t. t. Piemēram, asinsvadi attīstās no mesoblasta, vairošanās organi ir sākumā vienkāršs mesoblasta somatiskās plātnes sabiezējums, kurš vēlāk vairāk vai mazāk atdalās no viņa un paliek ķermeņa dobumā. Nervu sistema rodas no ektoblasta sabiezējuma ieliekšanās. Dažādu daļu izcelšanās redzama šemā:

Dīgļlapas un viņu atvasinājumi.

Ektoblasts.	Ārējā āda (Hipoderms un kutikula). Nervi un gangliji. Gāmuru izklājošā kārta (priekšējā zarna). Tūpli un barības kanāla pakaļējo galu izklājošā kārta (pakaļējā zarna).
Mesoblasts.	Muskuļi. Asinsvadi. Vairošanās organi. Barības kanāla ārpusē kārtas.
Entoblasts.	Barības kanāla lielāko daļu izklājošā kārta (vidus zarna).

Augšējais apraksts\*) par dažādu organu izcelšanos iegūst lielu interesi tādēļ, ka galvenos vilcienos tas pats ir piemērojams visiem par slieku augstākā un dažiem zemākā attīstības pakāpē stāvošiem dzīvniekiem, ar vienu vārdu, pie visiem tiem, kuriem ir trīs dīgļlapas, t. i. kuri ir augstāki par dobumainiem (C o e l e n t e r a t a: polipi, hidroidi, sūkļi u. t. t.). Cilvēkā, tāpat kā sliekā, un visās starpformās, no ektoblasta rodas ārējā āda (epiderms), smadzenes un nervi, priekšējā un pakaļējā zarna; no entoblasta — vēdera, zarnu un citu vidējai zarnai piederošo

\*) Nefridiji ir izlaisti, jo to izcelšanās nav vēl noskaidrota. Droši zināms, ka caurules ārējais gals (muskuļainā daļa) ir ieaugums no ektoblasta. Vēlākie pētījumi, kā liekas, spiež domāt, ka tāpat izceļas arī viss nefridijs, kaut gan daži pētnieki apgalvo, ka tā iekšējā daļa rodas no mesoblasta.

daļu izklājošā kārtā. No mesoblasta somatiskās un splanchiskās plātnes rodas muskuļi, nieri, vairošanās organi, sirds, asinsvadi u. t. t. Tagad vispārīgi pieņem, ka dīgļlapām, visā dzīvnieku valstī, (izņemot daļu dobumaino, kā augšā aizrādīts) galvenos vilcienos ir vienāds liktenis un vienāda izcelšanās. Šo uzskatu apzīmē par dīgļlapu teoriju. Šī teorija ir lielākais un dziļākais uz attīstības pētījumiem dibinātais aptvērums, jo tā izceļ visu augstāko dzīvnieku pārstāvju uzbūves vienību.

Agri vai vēl jaunā slieka izurbjas cauri olu maisiņa sienai un iznāk pasaulē. Tikko izšķilusies, viņa ir apmēram collu gara un bez segļiem.

Dīvaini, ka dažu slieku sugu jaunie tārpi vienmēr izšķīlas kā dviņi. Divi indivīdi rodas no vienas olas, kā to ir aprakstījis Kleinenbergs (*Quarterly Journal of Microscopical Science, Vo. XIX, 1879*). Bieži dviņi savienoti ar audu saitēm, līdzīgi pazīstamajiem Siamas dviņiem.

Tagad esam lielos vilcienos aprakstījuši daudzšūniņu dzīvnieku evolūciju no viensūniņu dīgļa. Šeit būs vietā apskatīt dažus vispārējus principus, kuŗi ir attiecināmi arī uz augstākiem dzīvniekiem:

1. Dīgļa attīstīšanās ir īsts attīstības process un ne tikai vienkārša jau iepriekš gatavas būtnes izaugšana jeb izplaukšana, tamlīdzīgi kā lapas izplaukst no pumpura. Ne olai, ne arī kaut kuŗai citai attīstības pakāpei nav ne mazākās līdzības ar slieku. Dīgļi notiek uzbūves pārmaiņa un pieaugšana lielumā.

2. No viensūniņu stāvokļa līdz daudzšūniņu stāvoklim ir liels solis uz priekšu.

3. Tas ir progress no vienkāršā uz sarežģīto. Olai ir daudz sarežģītāka uzbūve nekā ar aci to var saskatīt, bet neviens nešaubīsies, ka pilnīgi izauguša tārpa uzbūve ir vēl daudz vairāk sarežģīta nekā olas uzbūve.

4. Tas ir progress no vāji diferencēta uz augsti diferencētu stāvokli. Vienas olas dzīve ir vienas šūniņas dzīve. Blastulā ir daudz viena otrai gandrīz līdzīgu šūniņu, kuŗas gastrulā diferencējas divos dažādos audos. Vēlāk šūniņas diferencējas daudzos dažādos audos, no kuŗiem ir būvēti dažādi organi ar dažādu darbību.

5. Attīstība ir riņķveidīga. Tā sākas ar vairošanās šūniņu un pēc daudzām sarežģītām pārmaiņām beidzas ar jaunu vairošanās šūniņu, kuŗa savukārt atkārtoto procesu un dod jaunu paaudzi. Visas pārējās miesas šūniņas agri vai vēl nomirst. Vienīgi vairošanās šūniņas paliek pār izejas punktu, kuŗā riņķis mūžīgi atgriežas (skat. 61. lapp.). Šīs šūniņas protoplasma jeb „dīgplasma“ ir nepārtraukta saite viena otrai sekojošo paaudžu starpā.

## VI. NODAĻA.

### Dzīvnieka bioloģija. (Turpinājums).

#### Slieka.

Mikroskopiskā uzbūve jeb histoloģija.

Mēs sekojām viensūniņu dīgļa attīstībai cauri blastulas stādijai. Šinī stādijā dīgļis ir gandrīz vienādu šūniņu masa, no kurām pakāpeniski rodas pieauguša dzīvnieka audi. Pirmais solis šinī virzienā ir dīgļlapu jeb pirmaudu diferencēšanās. Dīglim attīstoties šo triju audu šūniņu uzbūve diferencējas, lai piemērotos dažādiem uzdevumiem darba fizioloģiskā dalīšanā. Kad diferencēšanās process ir beidzies un sasniegts pieaugušais stāvoklis, tad varam atšķirt sešus, labi norobežotus audu veidus.

Sliekas galvenie audi:

I. *Viršādiņas jeb epitela audi.* Šūniņu kārtas, kuŗas apsedz brīvas virsmas.

- (a) Bruģa epitels. Plānas un plakanas šūniņas, sakārtotas līdzīgi bruģa akmeņiem.
- (b) Cilindriskais jeb stabu epitels. Iegarenas šūniņas, stāv viena otrai blakus kā zediņi sētā.
- (c) Skropstu epitels. Cilindrisks jeb kubisks, virsma ar skropstām.

II. *Muskuļu audi.* Garenas šūniņas jeb pavedieni, spēj savilkties. Bieži sakopotas kūlīšos.

III. *Nervu audi.* Bumbierveidīgas jeb dažāda cita veida šūniņas, ar lieliem kodoliem; tām ir gaŗi pavedieni, no kuŗu kūlīšiem sastādās nervi.

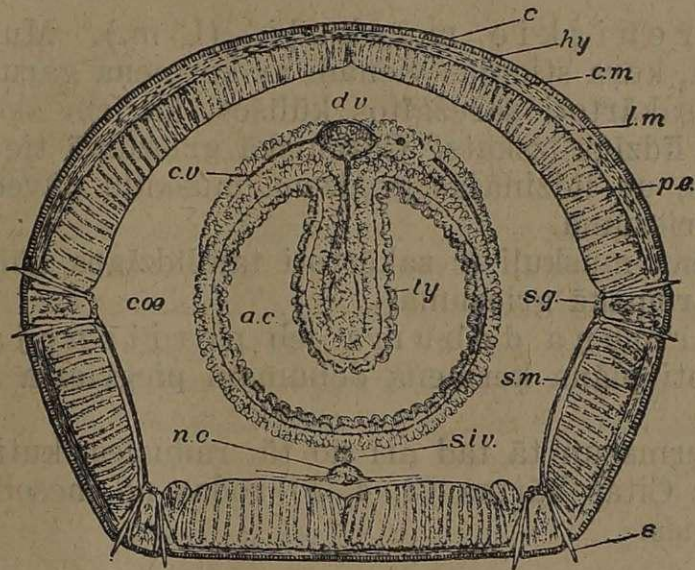
IV. *Vairošanās audi.* Aptveŗ vairošanās šūniņas. Sākumā ķermeņa dobuma epitela šūniņas. Vēlāk diferencējas olās un spermatozoidos.

V. *Asinis.* Atsevišķas šūniņas jeb ķermenīši, kuŗi peld šķidrā starpsūniņu vielā jeb plazmā.

VI. *Saišķaudi.* Dažāda veida šūniņas, zarainas, apaļas. Atšķirtas viena no otras ar vairāk vai mazāk nedzīvu diegainu jeb viendabīgu starpsūniņu vielu.

No šiem sešiem audiem galvenā kārtā ir uzbūvēta sliekas un tāpat arī citu augstāko dzīvnieku miesa; viņiem var pievienoties vēl daži citi audi, kurus apskatīsim vēlāk.

*Audu sakārtojums.* Ar audu sakārtojumu visvieglāk un visātrāk var iepazīties, studējot mikroskopā tārpa ķermeņa šķērs- jeb gareniskos griezumus. Šķērsgriezums zarnukuņģa apvidū redzams 32. zīm. Viņš sastāv no:



Zīm. 32.

Sliekas ķermeņa šķērsgriezumos aiz segļiņiem. a c — barības kanāla dobums, c — kutikula, coe — ķermeņa dobums, c m — gredzena muskulatūra, c v — gredzena vadi, d v — muguras vads, hy — hipoderms, l m — gareniskā muskulatūra, n c — vēdera puses nervu ķēde, p e — peritoneja epitels, s — sariņi, s g — sariņu dziedzeri, s i v — vēdera vads, s m — vienas un tās pašas puses divu sariņu grupu savienojošie muskuļi, ty — aklā kroka.

### A. Ķermeņa sienas.

Salikta no sekošām piecām kārtām (skaitot no ārpusēs):

1. *Virsplēve* jeb *kutikula* (c). Ļoti plāna, caurspīdīga plēve ar daudz caurumiņiem (porām). Nav uzbūvēta no šūniņām, jo tā ir

2. *Hipoderma* (hy, epiderma jeb ādas) atdalīšanas produkts. Cilindriska epitela kārtā, salikta no dažādām iegarenām šūniņām, kuŗas stāv vertikāli pret ķermeņa virsmu. Dažas no šīm šūniņām, tā sauktās *dziedzeru šūniņas*, ražo savā protoplasmā olbaltumam līdzīgu vielu (gļotas), kuŗas izplūst ārā pa kutikulas porām. No citām (jušanas šūniņām) iznāk nervu pavedieni, kuŗiem uz iekšu var sekot līdz ganglijiem.

*Segļiņi* ir milzīgs hipoderma sabiezējums, kuŗš ceļas no dziedzeru šūniņu sevišķi stipras attīstīšanās. Starp

tām var atšķirt trīs dažādu veidus, un katrs šūniņu veids ražo savu atdalījumu. Šeit audos iespiežas ļoti daudzizska-  
asinsvadu, kuņī zaro starp šūniņām.

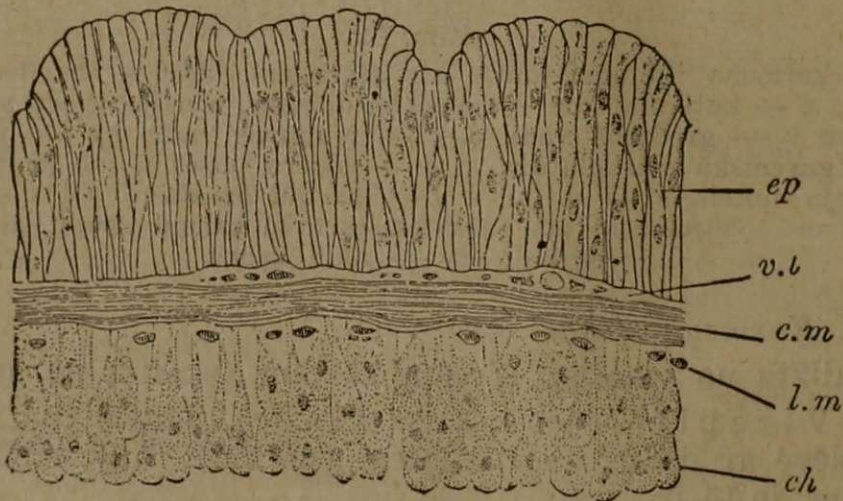
3. Gredzena muskuļi (c. m.). Līdztekus ejošu mu-  
skuļu pavedienu kārtā, kuņī gredzeniski apņēm ķermeni. Virs-  
pusē tiem piejaucas saišķaudu šūniņas. Šinīs šūniņās ir brūna,  
graudaina viela (pigments), no kuņī ceļas muguras puses tum-  
šākā krāsa.

4. Gareniskie muskuļi. (l. m.). Muskuļu pave-  
dienu kārtā, kuņī stiepjas vienādi ar ķermeņa garumu. Šie pa-  
vedieni ir sakārtoti sarežģītos kūlīšos, kuņī šķērsgriezumā  
ir spalvām līdzīgs izskats. Gareniskā griezumā tie redzami kā  
viena kārtā, un līdzinājas gredzena muskuļu pavedienu izska-  
tam šķērsgriezumā.

Gredzena muskuļi ir sakārtoti tam līdzīgos kūlīšos, kā tas  
redzams gareniskā griezumā.

5. Ķermeņa dobuma jeb peritoneja epitēls  
(p. e.). Ļoti plāna ķermeņa dobumam piegriezta plakanu šū-  
niņu kārtā.

Hipoderms un tā tad arī no tā radusies kutikula ir no  
ektoblasta. Citas kārtas (3, 4, 5) rodas no mesoblasta soma-  
tiskās plātnes.



Zīm. 33.

Stipri palielināts šķērsgriezums caur barības kanāla sienu; ch — žults  
šūniņu kārta, c m — gredzena muskulatūra, e p — izklājošais epitēls,  
l m — gareniskā muskulatūra, v l — vadu kārta.

### B. Barības kanals.

Šīs caurules sienas šķērsgriezumā redzamas visapkārt  
ieslēgtas no ķermeņa dobuma. Aklā kroka (ty) redzama vidus  
daļā kā šīs sienas dziļš izspiedums. Sienai ir piecas sekošas  
kārtas, skaitot no barības kanāla dobuma (33. zīm.):

1. Izklājošais epitels (ep). Cieši kopā saspiestu šauru un skropstainu cilindrisku šūniņu kārtā. Šūniņām ir olveidīgi kodoli.

2. Vadu kārtā. (v. l.). Daudz sīku asinsvadu.

3. Gredzena muskuļi (c. m.). Plāna muskuļu pavedienu kārtā, kura iet ap zarnu.

4. Gareniskie muskuļi (l. m.). Plāna muskuļu kārtā, gareniski stiepjas zarnā.

5. Žults šūniņu kārtā (ch). Lielas, daudzstūrainas jeb ieapaļas šūniņas, kuņās ir dzeltēnzaļi graudiņi. Šūniņas aizpilda aklās krokeras dobumu un apsedz no ārpuses muguras un sānu asinsvadus. Šī kārtā ir ķermeņa dobuma epitela splachniskā plātne.

Vispārīgi tas pats iekārtojums paliek arī citās barības kanāla daļās, tikai dažās vietās notiek lielākas pārveidošanās. Piemēram, muskuļkuņģis un gāmurs ir izklāts ar cietu, biezu kutikulu un muskuļu kārtas šeit ir ārkārtīgi stipri attīstījušās. Muskuļkuņģa daļā žults šūniņu gandrīz vai pavisam nav, un aklā kroka izzūd. Šo dažādo pārmaiņu aprakstu var atrast Brooks'a *Handbook of Invertebrate Zoology*, un izsmelošu apskatu Claparède, *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, Vol. XIX, 1869.

Izklājošais epitels rodas no entoblasta. Pārējās kārtas diferencējas no mesoblasta splachniskās plātnes.

*Asinsvadi* redzami griezumā kā apaļi vai nevienādi dobumi ar plānām sienām. Viņos ir smalks izklājošs epitels, apsegts ar plānu muskuļu pavedienu kārtu. Zarnukuņģa sienās asinsvadi bieži ir vienādu staru veidā un tie ir pilnīgi apsegti ar žults šūniņām (32. zīm.). Asinsvadu smalkākiem zariņiem nav muskuļu kārtas, bet tikai epitela siena.

*Šķērssienas (disepimenti)*. Bieži redzamas šķērs- vai gareniskos griezumos. Tanīs ir daudz nevienādi sakārtotu, ar saišķaudiem sajauktu muskuļu pavedienu. No abām pusēm šķērssienas ir apsegtas ar ķermeņa dobuma epitelu.

*Nervu sistema*. Ganglija šķērsgriezumā redzams (34. zīm.) ka viņā ir divas dažādas daļas: 1. pats ganglijs vidū un 2. to ietinoša maksts. Pēdējai ir divas kārtas (34. zīm., s):

1. Ķermeņa dobuma epitels. Ārpusē.

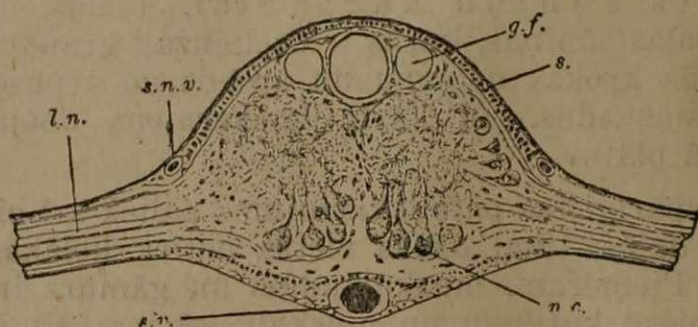
2. Muskuļu kārtā. Bieza, nevienādi sakārtotu ar saišķaudiem sajauktu muskuļu pavedienu sega. Apakšpusē viņā ir ieguldīts subneirālais asinsvads, virspusē — katrā pusē supraneirālie. Vidus daļā ir trīs ieapaļas telpas (34. zīm., g, f), kuras ir cēlušās no trīs dobumainu šķiedru šķērsgriezuma; pē-



dējās stiepjas visas vēdera nervu ķēdes garumā. Tās sauc „milzu pavedieni” un viņas laikam noder nervu stīgas vārīgo daļu atbalstam.

Pašā ganglijā ir skaidri redzamas divas daļas:

1. Nervu šūniņas (n. c.). Daudz bumbierveidīgu nervu šūniņu ganglija virspuses tuvumā, ar smailo galu pagrieztas uz ganglija vidu. No viņām iznāk uz vidu vienkārši



Zīm. 34.

Stipri palielināts šķērs griezumā caur vēdera puses nervu mezglu; g f — milzu šķiedras, l n — sāņus nervi, n c — nervu šūniņas, s — ganglija muskuļu maksts, s v — apakšnervu vads, s n v — virsnervu vads.

nervu pavedieni. Nervu šūniņas visvairāk sakopotas ganglija vēdera un muguras daļā.

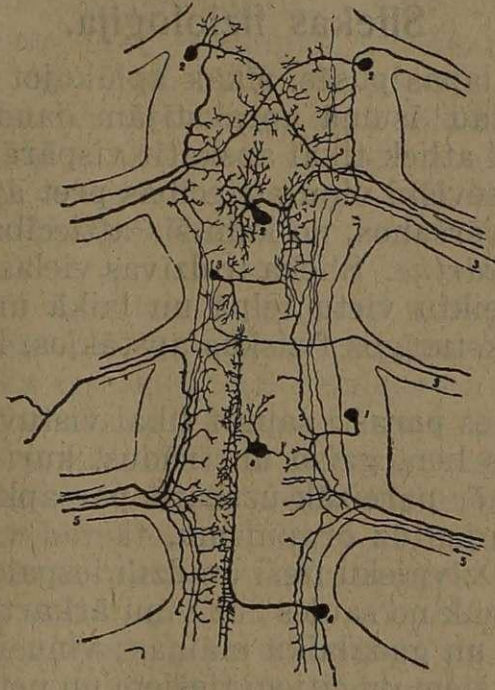
2. Pavedienu daļa. Aizņem ganglija vidu. Tā sastāv no bieza un sarežģīta nervu pavedienu tīkla, kurš sajaukts ar saišķaudiem. Daži no šiem pavedieniem savienojas ar citu nervu šūniņu zariem, kā tas augšā aprādīts, citi iet ārā sānu nervos, daži atkal cauri komisurām, lai savienotos ar citu gangliju pavedieniem.

Pēc jaunākiem Lenhoseka un Reciusa pētījumiem, lielākai daļai vai pat visām vēdera stīgas nervu šūniņām ir kustinoša darbība. Netālu no ganglija vidus (35. zīm., e) ir liela, daudzzaraina šūniņa ar nezināmu darbību. Visas pārējās šūniņas ir vai nu divzarainas vai vienzarainas. Pēdējā gadījumā no tām iztek viens zars, kurš drīz sadalās divos. Arvien viens no šiem zariem beidzas ar smalkiem zariņiem vēdera stīgā. Citi zari visbiežāk iet pa vienu no sānu nerviem no stīgas ārā muskuļos vai citos virspusējos organos. Tie var izbeigties pēc krustošanās arī pašā stīgā, iet uz ķermeņa pretējo pusi jeb izbeigties tanī pašā pusē.

Jušanas pavedieni nāk no virspuses un smalki sazardami beidzas brīvi (nevis nervu šūniņās) tanī pašā stīgas pusē.

Nervi, kuŗi nāk no centralās nervu sistēmas, ir mai-sīti, t. i. viņos ir jušanas un kustinošie pavedieni.

Griezumi caur vēdera komisurām rāda ganglijiem lī-dzīgu ainu, tikai vidus daļa (t. i. tā daļa, kuŗa ir makstī) ir mazāka, sadalīta divās skaidri norobežotās daļās. Nervu šūniņu arī ir mazāk.



Zīm. 35.

Divi sliekas vēdera nervu ķēdes mezgli. Redzamas kustinošās nervu šū-niņas un nervu pavedieni. 1. — nervu šūniņas pavediens iet nervā, kuŗš atrodas tanī pat pusē kur nervu šūniņa; 2—3. — nervu pavedieni iet pretējās puses nervos. 4. — šūniņa, kuŗas pavedieni iet uz priekšu un atpakaļ nervu stīgā.

Griezumi caur nerviem rāda, ka viņos ir vienīgi līdz-tekus ejoši makstī ietīti pavedieni. Nerviem tievākiem pa-liekot, arī maksts paliek plānāka un beidzot pavisam iz-zūd. Visprims pazūd muskuļu un tad epitela kārtā.

Ar šo īso sliekas histoloģiskās uzbūves apskatu beigsim dzīv-nieka morfoloģijas aplūkošanu. Tiem, kuŗi vēlētos dziļāk iepa-zīties ar histoloģiju, jāķerās pie agrāk minētā Claperède darba. Ir arī daudz citu darbu par dažādiem histoloģijas jautājumiem.

## VII. NODAĻA.

### Dzīvnieka bioloģija. (Turpinājums).

#### Sliekas fizioloģija.

Iepriekšējās lapas pusēs, sīkāk aplūkojot elementarās darbības sistēmas, jau īsumā aprakstījām daudzas fizioloģiskas parādības. Tagad atliek tikai apskatīt vispārējās dzīvnieku dzīvības parādības, sevišķi viņu attiecības pret apkārtni un vielas un enerģijas pārvēršanos, no kam šīs attiecības ir atkarīgas.

*Slieka un apkārtne.* Slieka ir dzīvas vielas organizēta masa, kuŗa aizņem noteiktu vietu telpā un laikā un eksistē zināmos pastāvīgos un raksturīgos fiziskos apstākļos, kuŗi ir viņas „apkārtne“.

Zem apkārtnes parasti saprot tikai vistuvāko ap dzīvnieku, — zemi, kuŗā tas lien, gaisu un trūdus, kuŗi apņem viņa ķermeni u. t. t. Tomēr pareizāk uzskatīt par apkārtni visu to, kas kaut kādi iedarbojas uz organismu, tā tad visu pasauli ārpus tārpā ķermeņa. Dzīvnieku tieši un dziļi iespaido gaismas un siltuma stari, kuŗi nāk no saules; uz viņu ārkārtīgi stipri iedarbojas dienas, nakts un gadalaiku maiņas; viņu iespaido smaguma spēks. Uz visiem šiem un citiem tiešiem un netiešiem iespaidiem dzīvnieks noteikti reaģē.

Mēs redzējām, ka dzīvnieka ķermenis ir sarežģīts mehānisms, kuŗš būvēts dažādu noteiktu darbību izpildīšanai. Katra no šīm darbībām ir vienādi vai otrādi saistīta ar apkārtni un tieši vai netieši no viņas atkarīga. Katrā dzīvības mirklī organismu iespaido apkārtne, dzīvodams tas katru brīdi reaģē uz apkārtnes iespaidiem. Organisms tomēr paliek pastāvīgi kustīgā līdzsvarā, kuŗš izbeidzas tikai ar organisma nāvi.

*Organisma piemērošanās apkārtnei.* Sliekas attiecībās pret apkārtni redzam bioloģisko pamatlikumu, ka dzīvam organismam jābūt piemērotam apkārtnei. Citiem vārdiem, ir nepieciešama zināma saskaņa starp organismu un apkārtni, un katrs iespaids, kuŗš traucē jeb iznīcina šo saskaņu, traucē jeb iznīcina arī dzīvību. Piemērošanās var būt pasīva (uzbūves) jeb aktīva (darbības). Uzbūves piemērošanās redzama vispārējā ķermeņa veidā, kuŗš labi piemērots, lai urbtos zemē. Plānās ķermeņa segas kustoties ļauj ķermenim locīties; reizē viņš ir arī noderīgs kā elpošanas virsma. Šis apstāklis ir visai svarīgs tārpam viņa vāji ventilētās alās. Plānā sega ļauj tārpam arī iztvaikot ūdeni, jo ķermenis ir pa-

stāvīgi sakarā ar mitru zemi. Ģarais un sarežģītais barības kanals ir visnoderīgākais zemainās barības pārstrādāšanai un barības vielu uzsūkšanai. Vairošanās organi ir vienkāršā dzīvnieka sarežģīts uzbūves piemērošanās paraugs.

Darbības jeb funkcionalā piemērošanās varbūt vislabāk redzama tārpa instinktivās darbībās jeb viņa „ierašanās“. Viņa nakts dzīve, (darbības piemērošana gaismai) un „uzmanība“ aizsargā to no karstuma, izžūšanas, putniem un citiem ienaidniekiem. Ziemu vai sausā laikā tas ielien dziļi zemē.

Piemērošanās labi redzama tārpa gādībā par saviem pēcnācējiem. Pēc izšķilšanās tie ir vārīgi un neaizsargāti, bet toties attīstās cietā, ādainā olu maisīna (66. lapp.) drošībā. Šeit viņi peld pienam līdzīgā šķidrumā, kuņš reizē ir viņu šūpulis un viņu barība.

*Piemērošanās izcelšanās.* Sliekas attīstība rāda, ka visa sarežģītā ķermeņa mehanisma sākums ir viena šūniņa (62. lap. p.) un ka visa ķermeņa uzbūves un darbības lielā piemērošanās attīstās pakāpeniski katra tārpa dzīves laikā. Ir pamats domāt, ka tāda ir bijusi visas sugas attīstības vēsture un ka piemērošanās ir pakāpeniski iegūta pagātnē. Mēs zinām, ka apkārtne mainās. Līdz ar viņu attiecīgi mainās organismi no darbības piemērošanas apkārtnes pārmaiņām, ja tikai pēdējās nav straujas un lielas. Ar citiem vārdiem, organismiem ir zināma *veidošanās spēja*, pateicoties kuņai tie var piemēroties pakāpeniskām apkārtnes pārmaiņām.

Apkārtne ir pagātnē pakāpeniski mainījusies un attiecīgi ir mainījusies organismu uzbūve. Tie organismi, kuņi tā pārmaiņūšies, ka kļuvuši labāk piemēroti pārmainītai apkārtnei, tiecas pārdzīvot citus un atstāt līdzīgi piemērotus pēcnācējus. Tie, kuņi ir mazāk piemēroti, tiecas izmirt aiz nepiemērošanās apkārtnei. Pateicoties šim procesam, kuņu Darvins nosaucis par „dabisko izlasi“ un Spensers par „piemērotāko pārdzīvošanu“, pamazām ir izcēlusies lielā, visur sastopamā piemērošanās.

Jāpiezīmē, ka dabiskā izlase tieši neizskaidro piemērošanās izcelšanos, bet tikai viņas pastāvēšanu un pieaugšanu. Evolūcijas teorija tagad vēl nespēj droši izskaidrot pirmo piemērošanās pārmaiņu izcelšanās iemeslus.

*Barošana.* Slika dara darbu. Viņa strādā, ložņājot apkārt, laužot sev ceļu zemē, satverot, aprijot un uzsūcot barību, dzenot asinis, skropstām darbojoties, saņemot un izsūtot nervu savilņojumus, augot, vairojoties; ar vārdu sakot, izpildot katru dzīvības darbību. Dzīvot ir strādāt. Bet darbs ir enerģijas patēriņš, un dzīvnieka ķermenim, tāpat kā kaut kuņai citai mašīnai, kamēr viņa strādā, nepārtraukti jāpiegādā enerģija. Pēc 29. lap. p. sacītā ir skaidrs, ka dzīvības procesos patērētās ener-

ģijas tiešais avots ir pati darbīgā protoplasma. Viņā norit ķīmiskas noārdošas pārmaiņas (katabolisms jeb vielu maiņas noārdošā daļa), kurām ir oksidācijas raksturs. Sekas no tam ir, ka noārdošās darbības gala produktiem beidzot jātiek izmestiem no miesas atdalījumu veidā. No otras puses, zudums ir jāatjauno, ievedot organismā jaunus enerģijas krājumus barības veidā. Acīmredzot, ja dzīvnieks grib uzturēt savu ķermeni līdzsvarā, ieņēmumam jālīdzinājas izdevumam, un ieņēmumam jāpārsniedz izdevumus, ja dzīvnieks aug.

Tā tad šeit ir vairāk vai mazāk pastāvīga vielas un enerģijas plūšana caur dzīvu organismu, kurš pats, līdzīgi ūdens virpulim, ir šīs darbības centrs (6. lap. p.). Ķīmiskas parādības, ar kurām saistās vielas un enerģijas plūšana caur organismu, ir *barošana* procesi visplašākā nozīmē. Ar šo jēdzienu visbiežāk apzīmē tikai ieņēmumu, turpretī tos procesus, kuri saistīti ar izdevumu, pieskaita pie *atdalīšanas*. Starpprocesus, kuri ir cieši saistīti ar protoplasmas dzīvību, apvieno un sauc par *metabolismu* jeb *vielu maiņu*. Pēdējā tā tad ir uzbūvējošie procesi, kuri darina protoplasmu (*anabolisms*), un noārdošie procesi, kuri nojauc protoplasmu (*katabolisms*), atraisot enerģiju.

*Ieņēmums.* Ir grūti tieši noteikt sliekas ieņēmumu bet tas ir apmēram šāds:

Sliekas ieņēmums.

Viela	No kurienes cēlusies
1. Proteini.	No augu vai dzīvnieku vielām, uzņemtām caur muti.
2. Tauki.	No augu vai dzīvnieku vielām, uzņemtām caur muti.
3. Ogļhidrāti.	No augu vai dzīvnieku vielām, uzņemtām caur muti.
4. Ūdens.	Uzņemts caur muti, varbūt zināmā mērā caur ķermeņa sienām.
5. Brīvs skābeklis.	Uzsūkts caur ķermeņa sienām tieši no atmosfēras jeb gaisa zemē. Dažreiz no ūdenī izšķīduša gaisa.
6. Sāļi.	Dažādi neorganiski sāļi, uzņemti kopā ar citām barības vielām.
Enerģija	
Potenciala.	Barībā.

Barības vielas dzīvnieks pārvērš savā miesas vielā (protoplasmā un visos viņas atvasinājumos), un tādēļ vienīgais enerģijas avots var būt tikai barības vielas. Tā tad dzīvnieks uzņem enerģiju vienīgi potencialā veidā, t. i. kā oksidēties spējīgus protēnius, taukus un oglehidrātus. Tiesa, dzīvnieks zināmos apstākļos var uzsūkt kinētisku enerģiju siltuma veidā, bet tas ir tikai protoplasmas darbības sekas un nevis iemesls. Pēc šīs nespējas izmantot kinētisko enerģiju sliekšņa ir tipisks dzīvnieku pārstāvis. Barības organiskā daļā proteīni ir *conditio sine qua non* (pilnīgi nepieciešami), un arī šinī ziņā sliekšņa ir dzīvnieku dzīvības vispārējs piemērs. Tauki un oglehidrāti var iztrūkt (kaut gan dzīvnieks labāk aug no jauktas barības, kurā ir abas šīs barības vielas), bet bez proteīniem dzīvnieks nevar ilgāku laiku dzīvot.

*Barības vispārējs apskats. Gremošana un uzsūkšana.* Sliekšņa katru dienu uzņem savā barības kanalā zināmu daudzumu nepieciešamu barības vielu. Šīs vielas gan tūdaļ nepāriet sliekšņa miesā, jo barības kanals, kā to rāda viņa attīstības vēsture, ir tikai virsmas iespaidums, kurā barība var tikt netraucēti pārstrādāta. Iekams miesa barību uzsūc jeb absorbē, barībai ķīmiski jāpārvēršas; šo pārvēršanos visumā apzīmē par *gremotom* (42. lap. p.). Šī procesa būtība ir nedifundējošu vielu pārvēršana difundējošās, lai tās varētu iziet cauri barības kanāla sienām asinīs. Proteīni, kā redzējām (III. nodaļā), ir nedifundējoši. Sagremoti no barības kanāla šķidrumiem, tie pārvēršas *peptonos*, — vielās, kurās ir līdzīgas proteīniem, bet difundējošas. Tādā pat ceļā nedifundējošā stērķe pārvēršas difundējošā cukurā, kurš var tikt uzsūkts. Ļoti iespējami, ka visi oglehidrāti tādā ceļā pārvēršas cukurā. Tauki pārvēršas daļai šķīstošās, difundējošās un viegli uzsūcamās ziepēs, bet visvairāk gan tie pārvēršas emulsijā un smalki sasmalcinātā veidā tieši nonāk barības kanāla šūniņās. Gremošana notiek *ar pusmiesas* un ir tikai sākums barības uzņemšanai fizioloģiskā jeb īstā miesas iekšienē.

*Vielu maiņa.* Miesā ieņemtās vielas asinsriņķošana nones vistālākām dzīvīvajām vienībām jeb šūniņām, kurās beidzot šīs vielas uzsūc un būvē no tām savu vielu. Jādomā, ka katra šūniņa ņem no kopējā nesēja, asinīm, tikai tos materialus, kuri tai vajadzīgi. Tā tad barības ziņā šūniņas dzīvo savu neatkarīgu dzīvi. Tās darbojas kopā ar citām šūniņām nervu sistēmas vadībā (koordinācijas mehānisms), bet lielā mērā ir brīvas barības izvēlē, tāpat kā kareivis labi apgādātā un disciplinētā armijā, pakļausa pavēles visu labā, bet izvēlas no kopējās dienas racijas to, kas viņam patīk.

Kas notiek šūniņā, kad viņā iegājusi barība, ir gandrīz nezināms. Protoplasmas uzbūvējošie procesi kaut kādi iebūvē dzīvā vielā ar potenciālo enerģiju bagātās barības vielas. Blakus šiem uzbūvējošiem procesiem (anabolismam) nepārtraukti norisinās noārdošie procesi (katabolisms). Katrā dzīvā darbībā dzīvā viela noārdās un enerģija atraisās; vitalitāte jeb dzīvība ir nepārtraukts process. Tomēr nevajaga domāt, ka uzbūvējošais jeb noārdošais process ir vienkāršs. Abi laikam iet garu un sarežģītu ķīmisku pārmaiņu ceļu, kuŗu īstā daba mums ir vēl pilnīgi nezināma. Droši zināms, ka noārdošā darbība vispārīgi norit oksidācijas ceļā ar to skābekli, kuŗu uzņem elpojojot. Tomēr varam teikt, ka tas nav vienkāršs sadegšanas process (t. i. protoplasma netiek „sadedzināta“). Drīzāk tas ir līdzīgs sprādzienam. Skābeklis vispirms stājas vaļīgā savienībā ar protoplasmas saliktām organiskām vielām un tad, kairinājuma iespaidots, piepeši savienojas ar šīm vielām par vienkāršākām un augstāki oksidētām vielām. Tuvāk šīs parādības mums nav pazīstamas.

*Izdevums.* Tāpat kā dzīvnieka ieņēmuks ir tikai pirmais solis uzbūvējošo procesu rindā, tā arī izdevums ir pēdējais solis noārdošo procesu rindā, par kuŗiem īstenībā mēs zinām atkal ļoti maz. Izdevums redzams tabelē.

Enerģija un viela atstāj šūniņu un beidzot arī ķermeni. Enerģija — siltuma, padarītā darba un neizlietotās potenciālās enerģijas (mīzālvielas un citu organisku vielu) veidā, viela — kā atdalījumi, kuŗi brīvi difundē uz āru caur ādu un nefridiju virsmu.

#### S l i e k a s i z d e v u m s.

Viela	Izīšanas ceļš
Oglekļa dioksīds (CO <sub>2</sub> )	Visvairāk difundē caur ādu.
Ūdens (H <sub>2</sub> O)	Caur ādu, nefridijiem un ar ekskrementiem.
Mīzālviela (NH) <sub>2</sub> CO un radniecīgi savienojumi.	Caur nefridijiem.
Sāļi.	Izšķīduši ūdenī.
Proteini un citas organiskas vielas.	Ar vairošanās šūniņu vielu, olu maisījumiem un barības šķidrumu pēdējos.
Enerģija	
Potenciālā.	Neliels atlikums mīzālvielā, vairošanās šūniņās u. t. t.
Kinetiskā.	Kā padarītais darbs. Siltums.

Izmestā ūdenī, oglekļa dioksīdā un sāļos nav vairs enerģijas, bet mīzālvīdā vēl ir neliels krājums, kuŗš dzīvniekam iet zudumā. Ja slika būtu vispilnīgākā mašina, tad viņa varētu izmantot arī šo enerģijas pārpalikumu, noārdot mīzālvīdu līdz vienkāršākiem savienojumiem (piem. par amonjaku  $\text{NH}_3$ , oglekļa dioksīdu  $\text{CO}_2$  un ūdeni  $\text{H}_2\text{O}$ ). Slika to nespēj, kaut gan ir daži organismi (bakterijas), kuŗi spēj izmantot visniecīgākos enerģijas daudzumus mīzālvīdā (159. lap. p.). Pie izdevumiem vēl jāpieskaita enerģijas un vielas zaudējumi, kuŗiem ir gadījuma raksturs, tā piem. olu un spermatozoidu izmešana un, barības vielu uzkrāšana nākošai paaudzei.

*Dzīvnieka un apkārtnes savstarpējā iespaidošānās.* Apkārtnes iespaidu uz dzīvnieku jau pietiekoši aplūkojām (82. lap. p.). Atliek vēl izcelt tās pārmaiņas, kuŗas dzīvnieks rada apkārtņē. Šīs pārmaiņas ir divējāda veida, mehāniskas (jeb fiziskas) un ķīmiskas. No pirmās grupas pārmaiņām ievērojamākā ir zemes virskārtas nepārtraukta pārstrādāšana, uznesot zemes dziļākās kārtas virspusē, kur tām pieklūst atmosfēra, un ievēlot virspuses daļiņas alās, kā to norādījis Darvins. Ķīmiskās pārmaiņas ir tikpat ievērojamas. Dzīvnieka vielu maiņas gala iznākumā organiskās vielas caur oksidāciju iznīkst. Tā tad viela, uzņemta no apkārtnes saliktu proteīnu, tauku un ogļhidratu veidā, atgriežas viņā kā vienkārši un augstāki oksidēti savienojumi. Svarīgākās no šīm vielām ir oglekļa dioksīds un ūdens (abas neorganiskas vielas). Šī darbība turklāt ir saistīta ar enerģijas patēriņu, t. i. potenciālās enerģijas pārvēršanos kinētiskā.

Tā tad visumā, dzīvnieka iespaids uz apkārtni izteicas oksidējošos procesos, saliktu savienojumu noārdīšanā par vienkāršiem un enerģijas izklīdināšanā. Tas ir vispārīgi raksturīgi dzīvniekiem.



## VIII. NODAĻA.

# Auga bioloģija.

### Paparde. (*Pteris aquilina*, Linnaeus).

Augu organismu pārstāvju studijām jāizvēlas tāds augs, kurš viegli iegūstams un nestāv ne ļoti augstu, ne arī ļoti zemu organizācijas pakāpē. Tāds augs ir parastā paparde.

Papardes aug visvairāk mitrās un ēnainās vietās, kaut gan nav ar tām cieši saistītas. Dažas izturīgākās sugas izvēlas sausas klintis jeb pat stāvas klinšu kraujas, kuŗu plaisās viņas atrod atbalstu. Citas dzīvo atklātos laukos jeb mežos un dažas uz smilšainiem pauguriem. Savienoto Valstu ziemeļos ir pavisam ap piecdesmit brīvi augošo paparžu sugu, bet parasti kopā sastop nedaudz sugu. Visā pasaulē ir pazīstamas kādas 4000 paparžu sugas, no kuŗām lielākā daļa aug vienīgi tropiskās zemēs, kuŗu klimats ir vispiemērotāks viņu prasībām. Agrākos zemes vēstures laikmetos papardes ir sasniegušas diženu lielumu un bijušas ievērojamākie un varenākie augu valsts pārstāvji. Tagad, turpretī, viņas sasniedz vislielākais dažu pēdu augstumu. Gandrīz visas viņas ir daudzgadīgas, tā tad dzīvo nenoteikti ilgi. Dažām no viņām ir kāpelējoši, citām apakšzemes stumbri; daudzām tropiskām sugām ir taisni stumbri, kuŗi sniedzas pat piecdesmit pēdu augstumā. Šāds stumbrs ir cilindrisks, visur viena resnuma, ar lapām pašā galotnē un stipri atgādina palmas (kokveidīgās papardes).

No visām papardēm vispazīstamākā un visizplatītākā ir „ērgļa paparde“, kuŗu botaniķi sauc *Pteris aquilina* Linnaeus jeb *Pteridium aquilinum*, Kuhn. Šis augs ir ne tikai vispāri pazīstams, bet arī ļoti vienkārši uzbūvēts; tas ir vidēja lieluma un labi izpētīts. Tādēļ to varam ņemt kā paparžu un reizē arī visu augstāko augu organismu pārstāvi.

*Dzīvesvieta, nosaukums u. t. t.* Savienotās Valstīs paparde ir plaši izplatīta un sastopama visdažādākās vietās: sausos priežu mežos, sevišķi smilšainās vietās, mežainos apvidos, pamežā, ganībās uz pauguriem, un biezulājos, — tiešām visur, izņemot ļoti slapjas vietas. Kā liekas, viņa visur vienādi bieži sastopama\*). Sers Hukers (Sir W. I. Hooker) saka, ka *Pteris*

\*) Šī papardes suga plaši izplatīta arī Latvijā.

*aquilina* augot: „visur pasaulē, tropiskās zemēs, ziemeļos un dienvidus mērenās joslās. Laplandē viņa iespiežas polarā joslā, Skotijā pacēlas līdz 2000 pēdām, Kamerunas kalnos līdz 7000 pēdām, Abesinijā līdz 8000 jeb 9000 pēdām un Himalajos apmēram 8000 pēdas augstu“. (*Synopsis Filicum*).

„*Pteris* (πτέρις, parastais papardes nosaukums grieķu valodā) apzīmē spārnu jeb spalvas un labi sakrīt ar visparastāko un visur Eiropā izplatīto *Pteris aquilina* izskatu. Iespējams, ka šī paparde ir visizplatītākais augs, jo viņas apdzīvotās zemes stiepjas no vakariem līdz rītiem pāri kontinentiem un salām no ziemeļu Eiropas un Sibīrijas līdz Jaunzelandei, kur sastopama viņai līdzīgā *Pteris esculenta*. Šī auga, tāpat kā *Pteris aquilina*, āpakšzemes stumbrs ir ēdams, kaut gan Anglijā netiek lietots. Samaļot un sajaucot ar miežu miltiem no viņa dabū biezputrai līdzīgo *gofio*, kuŗu lieto uzturam nabadzīgie Kanariju salu iedzīvotāji“. (*Sowerby*).

Sugas apzīmējums *aquilina* (*aquila*, ērglis) un Vācijā izplatītais nosaukums „ērgļa paparde“ ir cēlies no lapas kāta šķērsgriezuma tumšo audu attālas līdzības ar ērgli, kuŗš izplētis spārnus. To pašu figuru salīdzina vēl ar ozolu un arī ar „velna pēdu“, no kam cēlies „velna papardes“ nosaukums.

Pieaugušai papardei ir lapota galotne un tumši spīdīgs taisns stumbrs, kuŗš pacēlas līdz 4 pēdām virs zemes. Šinī klimatā viņa liekas drusku neizaugusi, jo Andos\*) tā sasniedz 14 pēdu augstumu un Australijā ir divreiz gaŗāka par cilvēku, aug kā biezs pamežs zem 40—100 pēdu augstiem paparžu kokiem\*\*). Anglijā viņa ir no 6 collu līdz 9 pēdu augsta (*Sowerby*), izņēmuma gadījumos pat lielāka. „Viņa bieži sastopama sausā smilts zemē, bet tad maza auguma, turpretī biezos, ēnainos mežos ar slapju un treknu zemi, viņa sasniedz varenu lielumu un tad bieži redzam to kāpjam augšā starp apakšējiem koku zariem un pamežu un viņas maigās plūksnotās lapiņas nokarāmieš pār sīkiem zariņiem un atdusamies uz tiem“. (*Newman*).

### *Ķermeņa vispārējā morfoloģija.*

Papardes, tāpat kā sliēkas ķermenis, ir uzbūvēts no šūniņām, kuŗas sargrupējušās audos un organos. To sakārtojums tomēr lielā mērā atšķiras no sakārtojuma dzīvniekā, jo auga ķermenis ir gandrīz viendabīga masa, kuŗā nav plašu dobumu iekšējiem orgāniem. Auga orgāni pa lielākai daļai ir ārēji un rodas kopējai masai vietēji izveidojoties. Līdzīgi daudziem ci-

\*) Hooker, l. c.

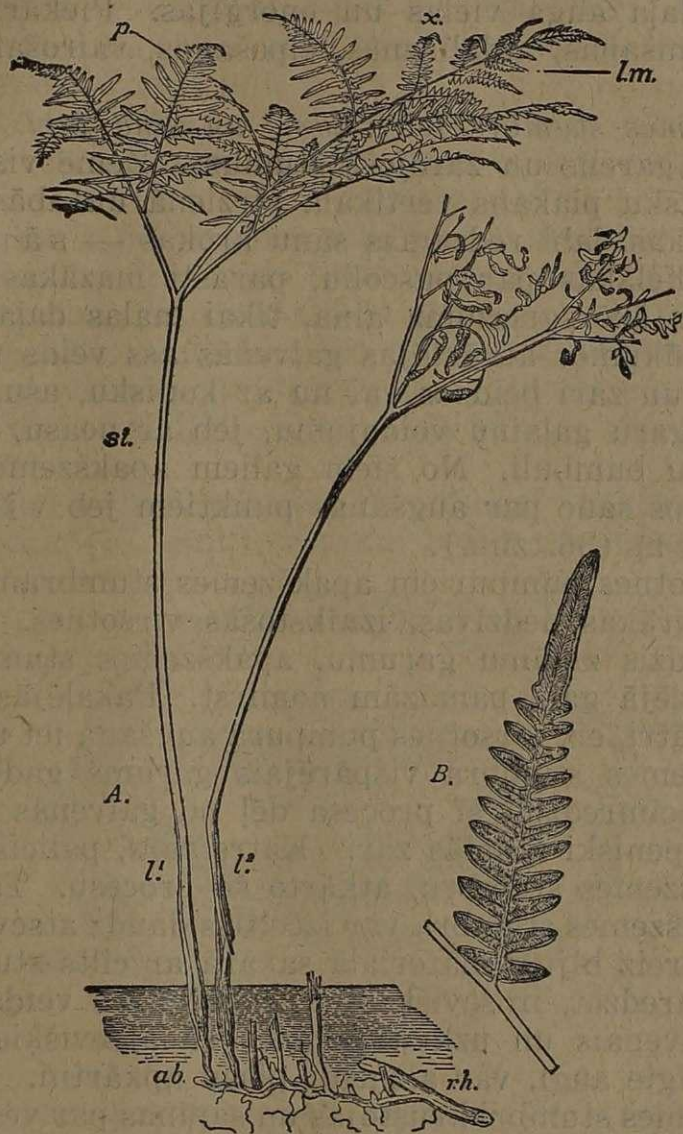
\*\*) Krone, Botan. Jahresbericht, 1876, (4, 346).

tiem augstākiem augiem, papardes ķermenim ir a s s jeb zarus un lapas nesošais stumbrs. Paparde atšķiras no pārējiem kokiem ar to, ka viņas stumbrs ar visiem zariem guļ līmeniski zem zemes. Vienīgi lapas paceļas gaisā. Tādēļ parasti papardes ķermenī izšķir divas dažādas daļas: vienu zaļu un lapām līdzīgu, kuŗa paceļas virs zemes, otru melnu, saknei līdzīgu, kuŗa guļ zemē. Tās sauc par v i r s z e m e s un a p a k š z e m e s daļām. Apakšzemes daļas guļ no vienas collas līdz pēdai dziļi zemē un plaši zaro uz visām pusēm. Bieži viņām var sekot lielus gabalus un tad atklājas šo apakšzemes zaru ārkārtīgi sarežģītā sistema. No pirmā acu uzmetiena papardes apakšzemes daļa atgādina sakni, bet aplūkojot tuvāk, tā izrādās par auga s t u m b r u jeb a s i. Šis stumbrs atšķiras no pārējiem visvairāk ar to, ka tas neaug vis vertikali virs zemes, bet guļ līmeniski zemē. Virszemes daļa, kuŗu parasti pieņem par stumbru un lapām, ir patiesībā lapas vien. Īstās saknes ir tās smalkās stīdziņas, kuŗas lielā daudzumā iznāk no apakšzemes stumbra. Apakšzemes stumbri, līdzīgi Pteris stumbram, ir daudziem augiem, piemēram, kartupeļam un sīpolam. Papardes un dažu citu augu apakšzemes stumbru sauc par r i z o m u. Rizoms ir papardes lielākā un pastāvīgākā daļa.

V i r s z e m e s daļa (lapas) sastāv no vairākām daļām. Vispirms atšķirams l a p u k ā t s un l a p a s p l ā t n e. Pēdējā, līdzīgi spalvai, sadalīta daļās jeb p l ū k s n ē s, (p i n n a e 36. zīm.), kuŗu veids ir dažāds, atkarībā no lapas attīstības. Divas zemākās lielo lapu plūksnes bieži ir lielākas nekā pārējās, un tādēļ lapa izskatās it kā salikta no trim daļām (36. zīm. A). Katra plūksne ir sašķelta plūksnītēs (p i n n u l a e 36 zīm. B) un katrai šādai plūksnītei iet pa vidu r i b a. Plūksnišu malas dažreiz ir līdzenas, bet visbiežāk robotas, kā 36. zīm. B. Lapu kāts tūliņ virs zemes drusku paplašinājas, tad paliek šaurāks, līdz beidzot savienojas ar apakšzemes stumbru. Šis paplašinājums ir visai nozīmīgs, jo viņš atrodas tanī vietā, kur kāts, vējam lapu lokot visvieglāk varētu lūzt; tā tad tas noder lapas kāta pastiprināšanai.

Turpmāk redzēsim, ka auga ķermenim ir dažas vispārējās simetrijas un diferencēšanās iezīmes, kuŗas, plaši ņemot, var uzlūkot par dzīvnieku simetrijai un diferencēšanai līdzīgām. Apakšzemes stumbrs aug tikai no viena gala un savā uzbūvē atgādina dzīvnieka priekšēji-pakaļējo diferencēšanos. Viņā ir arī redzama neliela atšķirība starp apakšējo un augšējo pusi; tā izteicas ārējā veidā un iekšējo daļu sakārtojumā. Tālāk, apakšzemes stumbrs ir noteikti divpusējs. Vertikala plāksne sadala viņu divās līdzīgās daļās. Tomēr papardē šīs pazīmes daudz vājāk izteiktas nekā sliēkā. Augā viņas nekad nenasniedz augstu

attīstības pakāpi, turpretī augstākos dzīvniekos tās ir svarīgākās un uzkrītošākās ķermeņa pazīmes. Papardē uzmanību vairāk saista līdzīgu daļu (zaru, sakņu, lapu) atkārtošā uz



Zīm. 36. A, B.

Paparde (*Pteris aquilina*). Redzama apakšzemes stumbra daļa (r h) un divas lapas, no kurām tagadējā gada ir pilnīgi attīstījusies ( $l^1$ ), otra ( $l^2$ ), pagājušā gada ir mirusi un nokaltusi; a b virsotnes pumpurs zara galā; pie pēdējā redzami daudzi pagājušo gadu lapu atlikumi un daudz sakņu;  $l^1$  — izauguse, darbīga lapa,  $l^2$  — iepriekšējā gada nomirusi lapa; l m — lapas plātne; p — plūksna; r h — galvenā apakšzemes stumbra daļa; × — jauna plūksna, kuŗa palielinātā veidā redzama pie B.

ass, kas varbūt atgādina zināmā mērā dzīvnieka metameriju; augā gan viņu vienmēr nepazīst un neapzīmē ar to pašu jēdzienu. Visas šīs diferencēšanās un simetrijas parādības vieglāk atrodamas auga virszemes daļās.

Visu augu var uzlūkot kā vienu a s i (apakšzemes stumbrs un viņa zari), kurai ir dažādi piekarinājumi sakņu un lapu veidā. Ass izveido auga centrālo ķermeni un viņā uzkrājas lielākā daļa auga vielas un enerģijas. Piekarinājumi ir barības uzņemšanas, atdalīšanas, elpošanas, vairošanās u. t. t. organi.

*Apakšzemes stumbrs jeb rizoms un viņa zari.* Rizoms ir ciets, melns, garens un zarojošs stumbrs. Zemē vispār tas ir saspīests drusku plakans vertikālā virzienā un abās pusēs viņam ir biezākas, labi redzamas sānu kņokas — sānurības. Tās ir reti lielākas par puscollu, parasti mazākas. 37. zīm. redzama viņu šķērsriezuma aina, tikai malas daļa ir melna. Zaros visos sīkumos atkārtojas galvenās ass veids un uzbūve. Galvenā ass un zari beidzas vai nu ar konisku, asu, apmēram divas collas garu gaļainu veidojumu, jeb ar neasu, iedzeltēnu, vidū iespiestu bumbuli. No šiem galiem apakšzemes stumbrs aug. Tādēļ tos sauc par augšanas punktiem jeb virsotnes pumpuriem (36. zīm.).

Bez virsotnes pumpuriem apakšzemes stumbram arvien ir viena vai vairākas nedzīvas, iznīkstošas virsotnes. Tās rodas šādi. Sasniedzis zināmu garumu, apakšzemes stumbrs un tā zari nē pakāļējā gala pamazām nomirst. Pakāļējās daļas nomirst tikpat ātri, cik virsotnes pumpurā augšana iet uz priekšu; tādēļ apakšzemes stumbra vispārējais garums gadu no gada nemainās. Acīmredzot, šī procesa dēļ no galvenās ass pamazām un pakāpeniski atdalās zari. Katrs zars, palicis par neatkarīgu apakšzemes stumbru, atkārtējo šo procesu. Tā no viena pirmēja apakšzemes stumbra var izcelties daudz atsevišķu augu, kuri visi kādreiz bijuši materialā sakarā ar cilts stumbru. Šis process, acīmredzot, ir sevišķs vairošanās veids, kaut arī viņš nav galvenais un uzkrītošākais. Tā atsevišķie, kaut arī tuvu radniecīgie augi, var aizņemt plašu apkārtni. Viņu zarojošie apakšzemes stumbri krustojas un sapinas par veselū apakšzemes tīklu, kurš aprakstīts 90. lap. p.

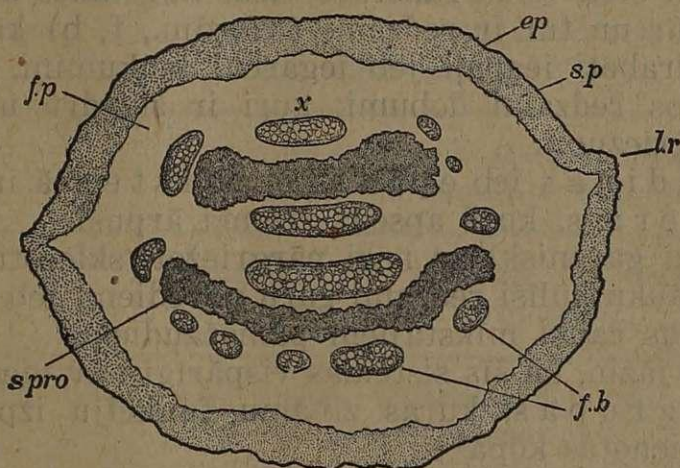
*Lapu rašanās no apakšzemes stumbra un viņa zariem.* Jauns augs katru gadu izdzen 7—12 lapu, bet no pieauguša auga katru gadu attīstās tikai viena lapa, kura aug ļoti lēni; pilnīgi viņa atraisās tikai divos gados. Pirmā gada beigās tā redzama maza bumbula veidā augošā gala iespaiduma dibenā. Otra gada sākumā viņa ir apmēram collu gara, lapu kāts ir tikko atšķīrāms. Otra gada beigās ir attīstījusies lapas plātne un noķaras uz leju. Trešā gada agrā pavasarī viņa izlaužas caur zemi un ātri izaug par pilnīgu lapu.

Lapas parasti attīstās tuvu pie galvenās ass jeb zaru virsotnes pumpuriem. Aiz katras pieauguša lapas bieži var at-

rast pagājušo gadu lapu atliekas. Uz apakšzemes stumbra viņas pārmaiņus atrodamas dažādās pusēs viena aiz otras un ir dažādās iznīkšanas pakāpēs. Pirmā no viņām (kuŗa uz apakšzemes stumbra ir dzīvajai lapai pretējā pusē) dzīvoja pagājušā gadā; nākošā (tanī pašā pusē, kur dzīvā lapa) ir aizpagājušā gada dzīvā lapa u. t. t.

*Apakšzemes stumbra jeb rizoma iekšējā uzbūve.* Rizoms ir gandrīz vienlaidus masa, kuŗa sastāv no dažāda veida šūniņām; pēdējās ir apvienotas dažādos audos ar ļoti sarežģītu sakārtojumu un tādēļ rizoma studijas ir pagrūtas. Tomēr šūniņu sakārtojums ir stingri noteikts un pastāvīgs un pelna nopietnu uzmanību, jo apakšzemes stumbra uzbūvei ir liela līdzība ar augstāko augu šūnaino uzbūvi. Vispirms ar neapbruņotu aci iepazīsimies ar šķērsu un garenisko griezumu anatomiju un vēlāk iedziļināsimies sīkās šūniņu un audu mikropiskās studijās.

Aplūkojot ar lupu jeb neapbruņotu aci apakšzemes stumbra šķērs griezumu (37. zīm.), redzam baltu jeb iedzeltēnu melnas



Zīm. 37.

Papardes apakšzemes stumbra šķērs griezums. l r — malu ribas, f p — pamatparenchima, s p — sklerotiskā parenchima, s pro — sklerotiskā prosenchima, f b — trauku kūliši.

malas (epiderma) ieslēgtu laukumu. Šinī laukumā saskatām bālganus, dažādi krāsotus plankumus un strīpas; tie ir dažādie audi. Šie dažādie veidojumi ir sakārtoti trijās grupās jeb audu sistēmās, kuŗas galvenos vilcienos sastopamas visos augstākos audos tādā pat veidā, kaut arī sīkumu sakārtojumā ir ļoti dažādas.

Tās ir:

- I. Pamataudu sistema.
- II. Virsādiņas jeb epiderma sistema.
- III. Trauku kūlišu sistema.

Papardes pamataudu sistēmā ir trīs audi:

- a. pamatparenchima (37. zīm., f, p), mīksta, balta masa, apakšzemes stumbra vielas lielākā daļa;
- b. cietā jeb sklerotiskā parenchima (s. p.), brūni un cieti audi, tūliņ zem epiderma, no kuŗa grūti atšķirami;
- c. cietā jeb sklerotiskā prosenchima (s. pro.), ļoti cieti audi, melnu un iesarkanu plankumu un strīpu veidā. Viņu lielākā daļa ir sakopota divās labi redzamās joslās, kuŗas atrodas abās pusēs sānu ribas savienjošai plāksnei.

Sklerotiskā parenchima un sklerotiskā prosenchima rodas mīkstai pamatparenchimai vietām pārveidojoties (sacietējot u. t. t.). Lielākai daļai augu, kuŗi ir augstāki par papardi, pamataudu sistēmā nav neviena no šiem audiem.

Trauku kūlīšu sistema ir salikta no pavedieniem jeb šķiedrām līdzīgiem audiem, tā sauktiem trauku kūlīšiem. Tie vienā vai otrā veidā raksturo visus augstākos augus. Griezumā viņi šur un tur ir redzami (37. zīm., f, b) kā nenoteikti bāli jeb sudraboti ieapaļi jeb iegareni laukumiņi. Tuvāk aplūkojot, viņos redzami dobumi, kuŗi ir šķiedru un vadu dobumu šķērs griezumā.

Virsādiņas jeb epiderma sistēmā ir tikai vieni audi, epiderms, kuŗš apsedz rizoma ārpusi.

Stumburu gareniski ar nazi pārgriežot, sklerotiskā prosenchima un trauku kūlīši redzami gaŗu pavedienu jeb stīgu veidā, kuŗas stiepjas cauri mīkstajiem pamataudiem.

Skaidri jāzin, ka šīs sistēmas vispārīgi nav vienkārši audi, bet audu grupas, kuŗas zināmu funkciju izpildīšanai ir vienmēr savienotas kopā\*).

*Apakšzemes stumbra mikroskopiskā anatomija (histoloģija). Vispārējs apskats.* Plānu apakšzemes stumbra griezumu mikroskopiskas studijas rāda, ka dažādie audi ir salikti no daudzām, cieši kopā saspiestām šūniņām. Šīs šūniņas atšķiras viena no otras pēc uzbūves un darbības. Iedziļinoties šūniņu studijās, nav jāaizmirst, ka šiem objektiem ir trīs lielumi, no kuŗiem griezumā redzami tikai divi. Tādēļ arī no viena griezuma varam iegūt tikai nepilnīgu vai pat pilnīgi nepareizu jēdzienu par šo šūniņu īsto formu, — gluži tāpat kā pēc akmeņu sienas virsmas nevar spriest par sienā iemūrēto akmeņu veidu.

\*) Tā audus iedala vienkārši paraduma dēļ. Šim iedalījumam ir maza zinātniska vērtība. Daži botāniķi viņu pilnīgi atmet. Šo iedalījumu neaiztsāv arī tie, kuŗi, kā piem. autors, viņu lieto. Sachs (kuŗš pirmais to ievēda) un De-Bary atrada, ka šis iedalījums iesācējiem noderīgs.

Šī iemesla dēļ, šūniņu lielāko daļu var izprast vienīgi salīdzinot šķērs- un gareniskos griezumus. Griezumi jāstudē abi reizē, kamēr viņu attiecības paliek skaidras.

Sekošā tabelē ir īss pārskats par galveniem augu audiem. Tā ir piemērojama ne tikai papardei, bet visiem augiem.

Galvenie nobrieduša auga audi.

Audi	Raksturojums
1. Virsādiņa jeb epiderms.	Viena šūniņu kārtā, pārklāj ārejo virsmu.
2. Parenchima.	Ieapaļu, prizmatisku un daudzstūrainu šūniņu masa. Parasti nepilnīgi savienotas, no kam rodas starpšūniņu telpas. Vienāda gaļuma un resnuma. Šūniņām plāni apvalki.
3. Prosenchima.	Iegarenas, raksturīgi savienotas šūniņas. Starpšūniņu telpu nav.
4. Sietstobri.	Iegarenas šūniņas ar plāniem apvalkiem. Šūniņām ir caurumaini, proteīnus saturoši laukumi.
5. Tracheidi.	Iegarenas, cietas, asas, ar bieziem apvalkiem šūniņas. Pilnas ar gaisu.
6. Trachejas jeb vadi.	Ļoti slaikas, iegarenas šūniņas. Galos savienojas un atveras viena otrā. Apvalki biezi ar spirāliem sabiezējumiem. Pildītas ar gaisu.

Šos sešus audus var atrast ne tikai apakšzemes stumbrā, bet tie stiepjas arī saknēs un zaros. Vēl vairāk, ne tikai papardes, bet visu augstāko augu audi ir viņu izveidējumi.

*Sīks apskats.* Nav jāaizmirst, ka starpība starp dažādiem audiem ceļas vienīgi no šo audu šūniņu dažādības (15. lāp. p.). Tādēļ apakšzemes stumbra audu histoloģiskās studijas, kaut arī iepriekš viņas būtu sāktas ar neapbruņotu aci (kas ir ļoti vēlams), galu galā beidzas ar šo audu dažādo šūniņu mikroskopiskām studijām.

Pieaugušās apakšzemes stumbra daļās ir pavisam deviņi ļoti dažādi šūniņu veidi, kuŗu raksturojums un sakārtojums redzams sekošā tabelē. Virsotnes pumpuros visas šūniņas ir gandrīz vienādas un šis sakārtojums tur izzūd.

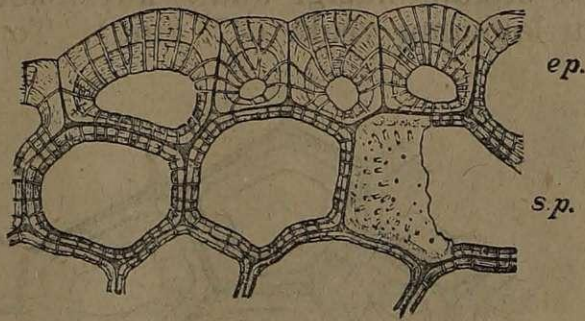


Papardes apakšzemes stumbra sīka anatomija.

Sistema	Audi	Raksturojums
I. Epiderma.	1. Epiderms.	Šķērsgriezumā daudzstūrainas šūniņas, tukšas, apvalki cieti, sabiezējuši, sevišķi uz ārpusi.
	2. Pamatparenchima.	Šķērsgriezumā ieapaļas jeb daudzstūrainas šūniņas, bezkrāsainas, ar plāniem apvalkiem. Viņās ir protoplasma, kodols un stērķeļe. Starp šūniņām ir starpšūniņu telpas.
II. Pamat- audu.	3. Sklerotiskā parenchima.	Griezumā šūniņas daudzstūrainas jeb vārpstveidīgas. Starpšūniņu telpu nav. Apvalki cieti un brūni, sabiezējuši (38. zīm.).
	4. Sklerotiskā prosenchima (jeb sklerenchima).	Vārpstveidīgas, tukšas šūniņas. Apvalki biezi, sarkani (39. zīm.).
III. Trauku kūlīšu.	5. Koksnes parenchima.	Līdzīga pamata parenchimai, tikai gaļākas šūniņas (40., 41. zīm.).
	6. Lūksnes parenchima.	Pilnīgi līdzīga 5., atšķiras tikai ar stāvokli.
	7. Lūksnes prosenchima jeb lūksnes šķiedras.	Vārpstveidīgas, ar protoplasmu bagātas, bezkrāsainas šūniņas. Apvalks biezs, mīksts (40., 41. zīm.).
	8. Sietstobri.	Līdzīgas parastām šūniņām. (Skat. iepriekšējo tabeli. Zīm. 40—42.)
	9. Tracheidi (kāpšļu šūniņas).	Iegāņeni šķērsi dobumi apvalkā (pakāpienu veidā 40—41. zīm.).
	10. Trachejas jeb vadi (spiralie).	Ļoti slaikas šūniņas, ar vienu vai diviem iekšējiem spiraliem sabiezējumiem (40. zīm.).

Bez augšā minētiem audiem apakšzemes stumbrā ir vēl daži citi vēlāk izveidojušies audi. Tie būs aprakstīti turpmāk.

*Viršādiņas jeb epiderma sistema. Epiderms.* Epiderma uzdevums (kuŗu pabalsta šinī gadījumā zem viņa esošā sklerotiskā parenchima) ir, aizsargāt iekšējos audus no sakara ar zemi un paglābt apakšzemes stumbru sausā laikā no izžūšanas. Šūniņas (38. zīm.) ir tukšas un nedzīvas ar ārkārtīgi bieziem,



Zīm. 38.

Griezums caur *Pteris aquilina* apakšzemes stumbru. Redzama viršādiņa (ep) un apakšējā sklerotiskā parenchima (s p). Visur redzami kanāli, dažreiz zarojošie, noder šūniņu savstarpējiem sakariem.

cietiem apvalkiem. Caur šiem apvalkiem iet daudz zarojošu kanālu. Sevišķi bieza ir apvalka ārējā daļa.

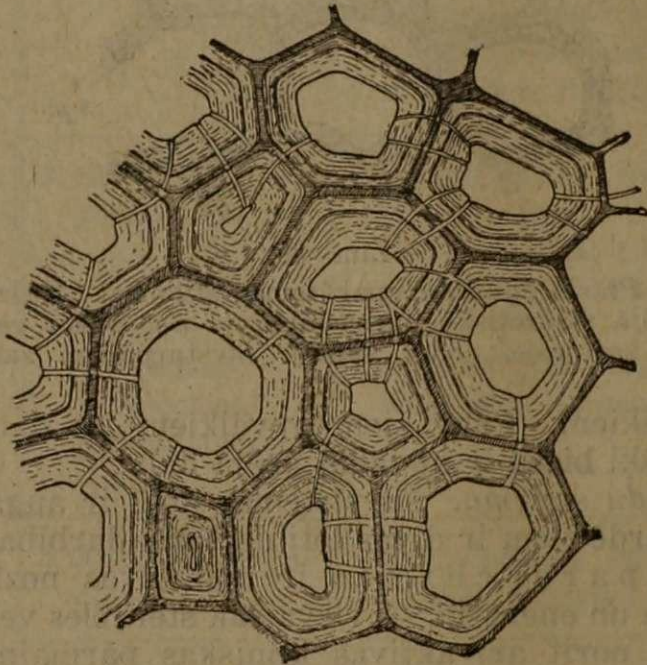
*Pamataudu sistema.* Šīs sistēmas audi ir auga miesas pamats un papardē tiem ir divas ļoti dažādas darbības.

P a m a t p a r e n c h i m a i ir noliktavas nozīme, jo tanī uzkrājas viela un enerģija, — visvairāk stērķeles veidā,  $C_6H_{10}O_5$ . Turklāt viņā norit arī aktīvas ķīmiskas pārmaiņas. Šūniņas ir vārīgas, ar plāniem apvalkiem. Viņas viegli savienotas savā starpā un starp tām ir daudz starpšūniņu telpu. (40., 41. zīm.). Šūniņās ir protoplasma ar kodolu un ļoti daudz ieapaļu stērķeles graudiņu. Šo stērķeli augs vasaru uzkrājis kā rezerves barības vielu, — tāpat kā ziemas guļas dzīvnieki uzkrāj savā miesā taukus izlietošanai ziemā. Tādēļ arī stērķeles daudzums palielinās pa vasaru un pamazinās pavasarī, kamēr lapas nav vēl atraisījušās, bet augs ir uzsācis augt. Parenchimai laikam ir arī cita funkcija. Difundējot no šūniņas uz šūniņu, pa viņu kustas dažādas vielas, sevišķi izšķīdināts cukurs.

Sklerotiskā parenchima un prosenchima (38., 39. zīm.) ir nedzīvas, un tādēļ viņām ir pasīva loma pieauguša auga saimniecībā. Pirmās darbība līdzīga epiderma darbībai. Otrā laikam atbalsta mīkstos audus, un viņā zināmā mērā kustas sula. Sula tomēr netek pa dobumiem, bet lēni kustas pa poraino apvalka vielu. Šo abu sklerotisko audu šūniņām ir ļoti biezi, cieti, brūni

un vienā, otrā vietā tievu kanalu caururbti apvalki. Parenchimas šūniņas ir prizmatiskas jeb daudzstūrainas. Prosenchimas šūniņas ir iegarenas un galos noasinātas. Šīm šūniņām pilnīgi attīstoties, protoplasma un kodoli no tām izzūd. Virsotnes pumpura virzienā tās izbeidzas parastā pamatparenchimā.

*Trauku kūlīšu sistema.* Trauku kūlīši (94. lap. p.) ir gaļi, pavedieniem jeb stīgām līdzīgi audi, kuŗi šķērsgriezumā redzami atsevišķu laukumu veidā (37. zīm.). Tomēr kūlīši nav



Zīm. 39.

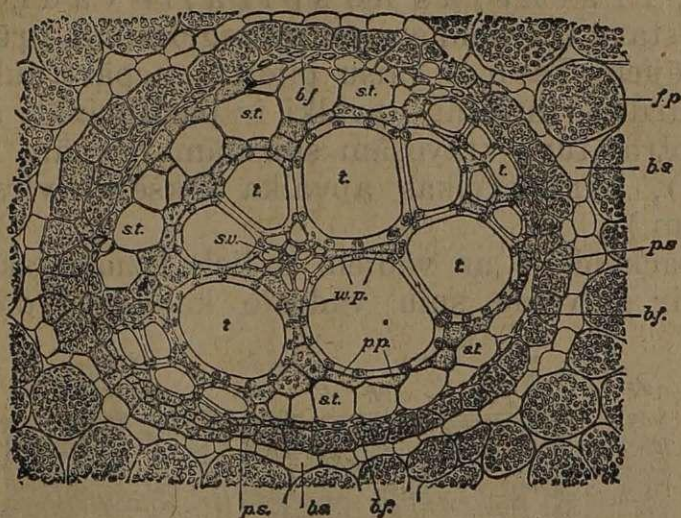
Papardes (*Pteris aquilina*) sklerotiskās prosenchimas šķērsgriezums. Ļoti stipri sabiezējušiem apvalkiem ir trīs kārtas. Apvalki, caur kuŗiem urbjas kanāli, ir pārvērtušies kokā.

pilnīgi šķirti viens no otra, bet vienā otrā vietā savstarpēji savienojas par vaļēju tīklu, kuŗš redzams vienīgi aplūkojot apakšzemes stumbra griezumā no sāniem. No šī tīkla iziet kūlīši, kuŗi no vienas puses stiepjas saknēs un no otras — lapās. Lapās viņi sazaro un rada sarežģītu dzislojumu, kuŗš aprakstīts vēlāk (106. lap. p.).

Katrs kūlītis ir salikts no vairākiem dažādiem audiem, kuŗu funkcija, vispārīgi ņemot, ir vadīt sulu no vienas auga daļas otrā.

Šiem audiem ir šāds galīgs sakārtojums. Sākot no kūlīša ārpusē, redzams (40., 41. zīm.) :

1) Kūlīš a m a k s t s, viena kārtā iegarenu šūniņu, kuŗas ietin kūlīti. Domājams, ka rodas no pamatsistēmas un pieder tai.



Zīm. 40.

Stipri palielināts no pamatparenchimas iežogots trauku kūlīšu šķērsgrēzums. f p t — kāpšļveidīgie tracheīdi, b s — kūlīša maksts, p s — lūksnes maksts, b f — lūksnes šķiedras, s t — sietstobri, p p — lūksnes parenchima, w p — koksnes parenchima, s p — spirālie trauki.

2) Lūksnes maksts, viena kārtā iegarenu, palielu parenchimas šūniņu, kuŗās ir lielā daudzumā stērkēle.

3) Lūksnes šķiedras, sulīgas, ar plāniem apvalkiem, iegarenas, galos noasinātas šūniņas. Tanīs ir protoplasma un lieli kodoli.

4) Sietstobri, lielākas, sulīgas, iegarenas ar plāniem apvalkiem šūniņas. Viņās ir protoplasma un apvalkos laukumi ar daudziem smalkiem caurumiem (sieta plātņes). Galos tie savienojas viens ar otru ar slīpām, caurumainām starpsienām. (Redzams 40. un 41. zīm.).

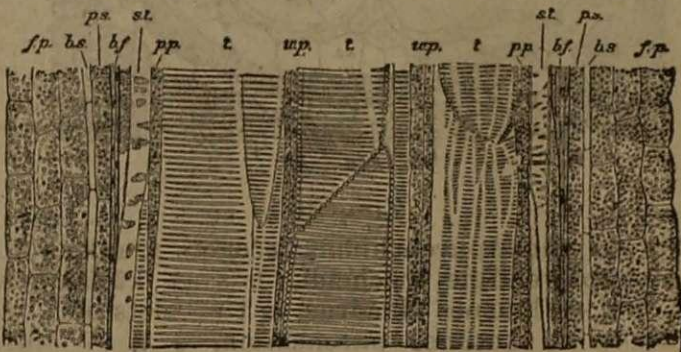
5) Lūksnes parenchima, parastā, ar stērkēli piepildītas parenchimas šūniņas; izkaisītas šur un tur starp lūksnes šķiedrām un sieta šūniņām.

6) Tracheīdi jeb kāpšļu šūniņas; aizņem vidus lielāko daļu. Par viņu uzbūvi jāsaprot dažī vārdi. Tās ir tukšas vai ar gaisu pildītas caurules. Jaunos audos to biežie apvalki ir izrotāti ar veselu rindu vienādu šķērsu iedobumu, kuŗi vēlāk paliek par īstām spraugām. Stūros tracheīdu apvalki ir savstarpējā sakarā. Viņu taisnā virsma ir pārvērsta daudzās līdztekus kārtiņās un rada īpatnēji skaistu sietu. Spraugas starp kārtiņām nav taisnstūrainas, bet drīzāk līdzinās iegarenām, plāni saspīestām piltu-

vēm, kuŗas atveras ārpusē. Piltuvju malas sauc par sraugu jostām un pašas spraugas par apjostām kāpšļveidīgām spraugām (41. zīm.).

7) Trachejas jeb spirālie vadi, izkaisīti šur un tur starp tracheidiem, un šķērsgriezumā grūti atšķirami no pēdējiem. Tās ir ar gaisu pildītas, nepārtrauktas, iegarenas caurules, un viņu apvalki ir pastiprināti ar skaistām, viena otrai tuvu stāvošām spirālām ribiņām (dažreiz dubultām), kuŗas velkas apvalka iekšējai virsmai apkārt (40. zīm.).

Tracheidiem un vadiem ir liels fizioloģisks uzdevums, jo tie ir galvenie sulu vadošie kanāli. Ūdens ieiet



Zīm. 41.

No pamatparenchimas iežogota trauku kūlīša garenisks griezumš. b f — lūksnes šķiedras, b s — kūlīša maksts, f p — pamatparenchima, p p — lūksnes parenchima, s t — sietstobri, t — kāpšļveidīgie tracheidi, w p — koksnes parenchima.

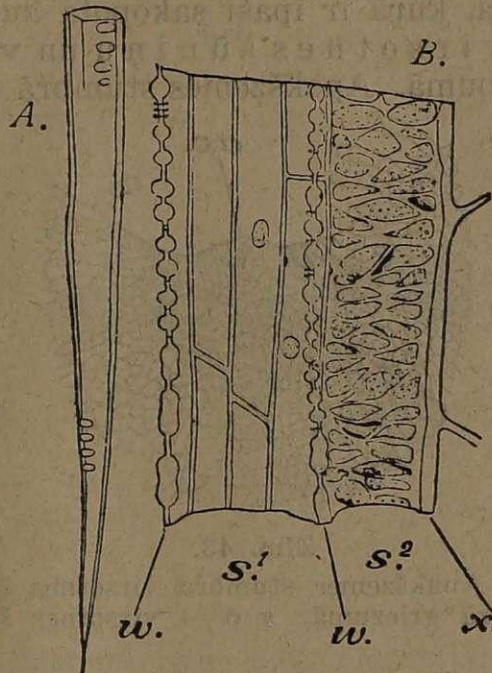
caur saknēm un viņa lielākais daudzums tek pavadu un tracheidu apvalkiem, un nevis pa viņu dobumiem, kuŗi ir pildīti ar gaisu. Pa šo ceļu tas tiek novadīts caur apakšzemes stumbru uz augšu lapās.

8) Koksnes parenchima, lūksnes parenchimai līdzīgas šūniņas (5), izkaisītas starp vadiem un tracheidiem.

Apakšzemes stumbra zaros visos sīkumos atkārtojas galvenā stumbra uzbūve. Šie zari ir apakšzemes daļas līdztiesīgi locekļi un tikai pēc izcelšanās atšķirami no galvenā stumbra.

Saknes. Saknes viegli atšķiramas, jo tās ir nelielas ar noasinātiem galiem un viņām trūkst stumbra un zaru sānu ribiņu. Saknes rodas iekšēji no galvenā stumbra jeb viņa zariem, t. i. izaugot no iekšējiem audiem un nevis (kā neīstie protalija rizoidi, kuŗus drīz aprakstīsim) virspusējām epiderma šūniņām pagarinoties. Īstās, piem. papardes saknes, vienmēr rodas

no pamata un trauku kūlīšu sistemu apvidiem un tanīs ir visas tās pašas sistēmas, kuŗas atrodam pašā stumbrā. Tādēļ *Pteris* sakņu šķērsriezums tikai vāji atšķiras no stumbra vai zaru šķērsriezuma. Sakne tādēļ vispārīgi ir īsts auga ķermeņa lo-



Zīm. 42.

(Pēc De Bary.) Papardes (*Pteris aquilina*) sietstobri. Pie A redzams kāda sietstobra gals. B — daļa no plāna gareniska griezuma. Griezumš pārsķēlis gandrīz līdzīgās daļās divus sietstobrus  $s^1$  un  $s^2$ , kuŗu pakalējā puse uzzīmēta skatītājam iepretim.  $s^2$  — ar sieta plātnēm pārklātā virsma; plātnes ir sakarā ar citiem sietstobriem. Turpretim  $s^1$  piesienas ar necaurdurtām sieninām parenchimas šūninām; w — griezumš caur apvalkiem ar sieta plātnēm, x — griezumš caur apvalku bez plātnēm, kuŗš piesienas parenchimai.

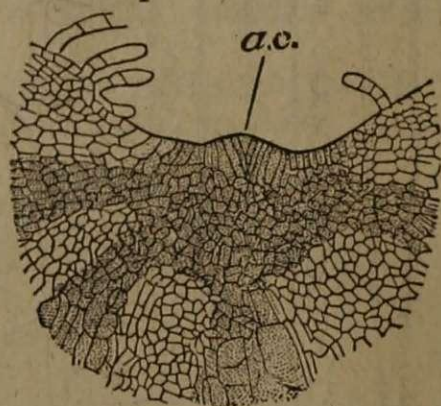
ceklis. Kā visām īstām saknēm, papardes sakņu brīvais gals ir pārklāts ar īpašu urbšanas virsotni, kuŗu sauc par sakņu uznavu. Tā viegli notrūkst, izceļot sakni no zemes.

*Apakšzemes stumbra dīgļaudi jeb meristema.* Pieauguša apakšzemes stumbra virsotne paliek gandrīz nediferencējusies audos. Šinī vietā var atšķirt virspusē ļoti vārīgo virsādiņu jeb epidermu un zem tā šūniņas, kuŗas turpina augt un vairoties un rada auga masas pagarināšanos. Tā ir uzbūvēts virsotnes pumpurs. Pa labi un kreisi iziet sānu pumpuri, no kuŗiem rodas lapu, zaru un sakņu aizmetņi, kuŗi, uzglabājot savas virsotnes mīkstas un sulīgas, ir spējīgi augt tālāk.

Aiz šīm „augošām vietām“ virsādiņa un citi audi aug arvien lēnāk un lēnāk, līdz beidzot sasniedz pieaugušu stāvokli,

un tad augšana apstājas. Tā tad augšanas spēja visvairāk piemīt virsotnes pumpuriem. Tos augošos audus, kuri ir virsotnes pumpuros, sauc par dīgļaudiem jeb meristemu.

*Apakšzemes stumbra virsotnes šūniņa.* Virsotnes pumpura sīkas studijas noved pie atraduma, ka katrā šādā pumpurā ir ievērojama šūniņa, kurā ir īpaši sakopota augšanas spēja. Šo šūniņu sauc par virsotnes šūniņu un viņa atrodas pumpura virsotnes dobumā. Apakšzemes stumbrā un zaru virsotnes



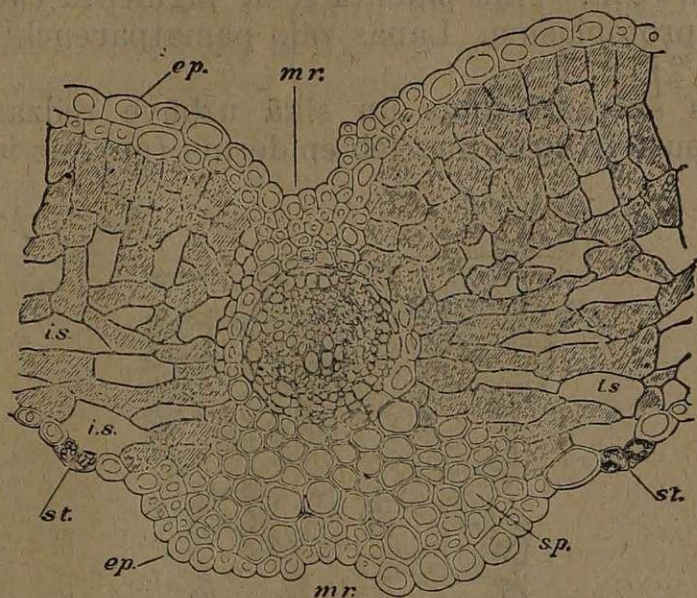
Zīm. 43.

(Pēc Hofmeistera.) Apakšzemes stumbra virsotnes šūniņa līmeniskā un gareniskā griezumā. a c — virsotnes šūniņa.

pumpurā šai šūniņai ir ar plato galu uz priekšu un ar aso atpakaļ pagriezta ķīļa veids. Šī šūniņa pastāvīgi aug un augot arī pastāvīgi dalās. Dalīšanās notiek tā, it kā no viņas virsmas, pamīšus labā un kreisā pusē atšķeltu šūniņas. Šīs šūniņas savukārt turpina augt un dalīties. Tā izceļas divas vienādas dīgļaudu masas, kurās abas kopā sastāda virsotnes pumpuru. No dīgļaudiem pakāpeniski, kaut gan ātri, diferencējas pieauguša apakšzemes stumbra dažādie audi. Gareniskā griezumā caur sānu ribām redzams, ka pieaugušie audi izgaist virsotnes šūniņu nediferencēto dīgļaudu apvidū (43. zīm.).

Virsotnes šūniņa atrodas stumbra virsotnē piltuves veidīga iespaiduma dibenā. Viņai ir apmēram plāna, divpusēja ķīļa veids, kurš ar savu velvei līdzīgi izliekto pamatu ir pagriezts uz priekšu, uz piltuves veidīgā virsotnes iespaiduma vidū. Ķīļa asā šķautne stāv atpakaļ un ķīļa abas pušes, kurās arī ir izliektas, satiekas apakšā un augšā vertikālā plāksnē. Tā tad gareniskā griezumā, kurš ies pa sānu ribām, virsotnes šūniņa būs redzama trīsstūra veidā, kā 43. zīm. Griežot taisnā leņķī pret pirmo griezienu, t. i. vertikāli un gareniski, šūniņa būs apmēram taisnstūrainā ar četrām šķautnēm; turpretī šķērsu vertikālā griezumā viņa būs divkārši izliektas lēcas veidā.

Piltuvei līdzīgais iespiedums ir saspiegts vertikālā virzienā un viņa sienas biezi pārklātas ar taisni stāvošiem un zarojošiem matiņiem. Šie matiņi ir cieši savienoti kopā ar sacietējušām gļotām, kuņas atdala virsotnes pumpurs.



Zīm. 44.

Stipri palielināts griezumšķērums caur lapas plātnes vidējo dzīslu. Vidū redzams apaļš trauku kūlītis, kuru atbalsta, sevišķi augšā un apakšā, sabiezējusi prosenchima (s p). Abās pusēs no pēdējās ir parenchimatozās mesofila šūniņas (stripotas) un starpšūniņu telpas (i s), kuņas atveras uz āru caur atvārsnītēm (st); virsādiņa (ep).

Matiņi pilnīgi noslēdz piltuves muti un nošķir jaunās vārīgās daļas no apkārtnes. Šo matiņu aizsargāts, stumbra gals izlauž sev ceļu cauri viscietākam mālam, neievainodams virsotnē apslēpto jauno pumpuru. (Hofmeister.)

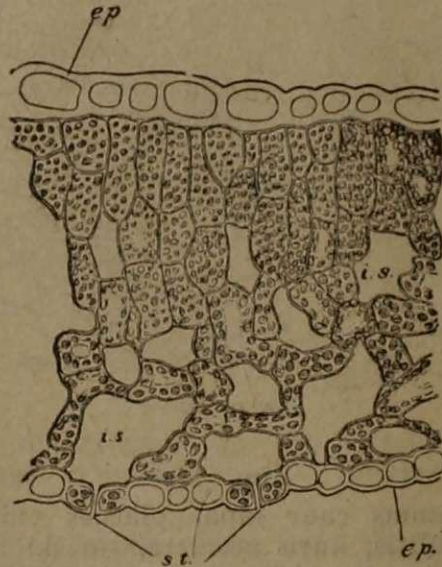
#### *Papardes virszemes daļa. Lapas.*

Ārējais lapas veids ir aprakstīts 90. lap p. un tagad atliek aplūkot viņas iekšējo uzbūvi. Lapas plātne jāuzskata kā izplacināts un pārveidots lapas kāts. Lai sagādātu lielu virsmu gaismai un gaisam, tas ir palicis plāns un maigs. Lapas kāts ir apakšzemes stumbra pagarinājums un tādā veidā viss auga ķermenis ir viena vienīga masa, caur kuņu nepārtraukti stiepjas vienas un tās pašas triju audu sistēmas. Kāta šķērs- un garenski griezumā maz atšķiras no apakšzemes stumbra griezumā. Lapā, turpretī, visās trijās sistēmās notiek lielas pārmaiņas. Virsādiņa paliek ļoti plāna, vārīga un caurspīdīga. Trauku kūlīši sadalās ārkārtīgi smalkā, sarežģītā tīklā un rada



dzīslās. Cietaudi paliek caurspīdīgi un atrodami vienīgi gar dzīslām. Pamatparenchimas šūniņas maina savu veidu, zaudē stērķeli un piepildās ar spoži zaļiem, ieapaļiem ķermenīšiem, kurus sauc par chromatoforiem jeb chlorofila ķermenīšiem. Viņu pamatā ir ar pigmentu *chlorofilu* nokrāsojusies protoplasma. Lapas zaļo pamatparenchimu dažreiz sauc mesofilu.

Lapiņas šķērs griezumā un sīkā uzbūve redzama 44. un 45. zīm. Ārpusē ir virsādiņa jeb epiderms (ep), uz iekšieni me-



Zīm. 45.

Lapas plātnes šķērs griezumā mikroskopiskā uzbūve — (daļa). ep — virsādiņa, st — atvārsnītes, is — telpas starp mesofila šūniņām; pēdējo protoplasma ir pilna ar chlorofila ķermenīšiem (stripoti).

sofils un vidus dzīsla; pēdējā ir uzbūvēta no sabiezējušas virsādiņas, cietiem pamataudiem un lieliem trauku kūlīšiem.

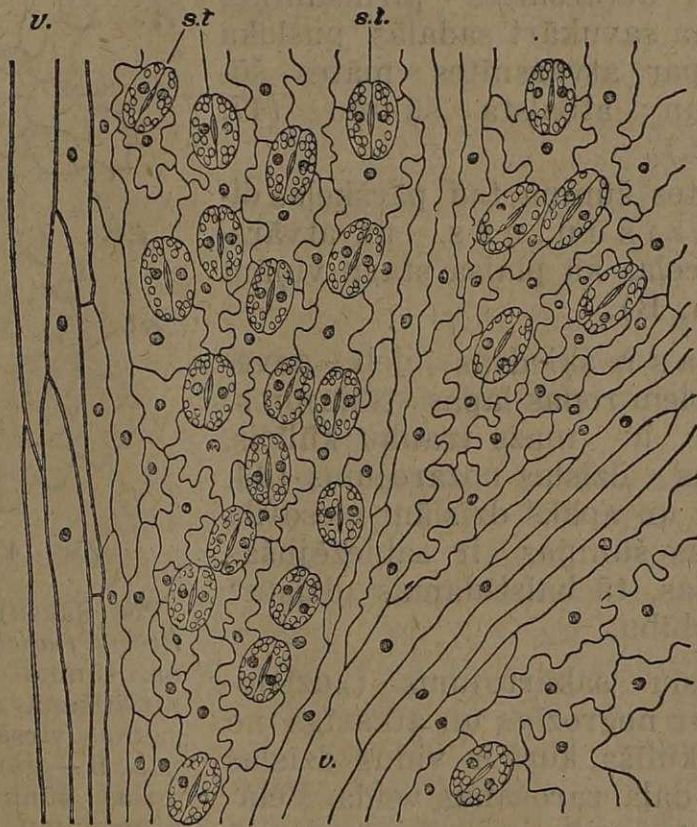
Mesofils jeb lapas parenchima ir uzbūvēta no nevienādām šūniņām, kurās lapas apakšpusē visai čaugani sakārtotas. Šeit starp viņām paliek lielas starptelpas. Virspusē (saules pusē), turpretī, tās saspīestas cieši kopā bez starptelpām. Šūniņām ir ļoti plāni apvalki, viņās ir protoplasma ar daudziem chlorofila ķermeņiem un vidū liels ar sulu pildīts dobums (vakuole).

Chlorofila ķermeņi ir sevišķi daudz lapas augšpusē, kas arī gaidāms, jo viņu darbība ir saistīta ar saules gaismu (119. lap. p.).

Lapas virsādiņa jeb epiderms ir uzbūvēta no caurspīdīgām, ļoti plakanām šūniņām. Viņu malas ir viļņveidīgi izliektas un samērā biezas (44.—47. zīm.). Virs dzīslām, sevišķi uz vidējās ribas, tās pieņem iegarenu veidu un viņu ap-

valki ir stipri biezi. Bieži viņās ir lieli kodoli un daudz protoplāsmas. Viļņveidīgās virsādiņas šūniņās, sevišķi jaunos augos, ir nedaudz chlorofila un stērķeles, kaut gan šai ziņā paparde ir neliels izņēmums.

Apakšzemes stumbra virsādiņa kā nepārtraukta sega pārklāj visu virsmu. Lapā tas tā nav, jo pēdējās apakšpusē virsādiņā ir spraugas, kuņas ved iekšienē. Tās ir atvārsnītes



Zīm. 46.

Lapas plātnes apakšpusē virsādiņa; redzamas viļņveidīgās šūniņas, iegarenās (prosenchimas) šūniņas virs dzīslām un atvārsnītes ar vārtšūniņām; st — atvārsnītes un vārtšūniņas, v ar biežām prosenchimas šūniņām pārklātās dzīslas. Redzamas arī pārejas pakāpes starp viļņveidīgām un taisnām šūniņām. (Virsmas skats.)

(stomata, vienskaitlī stoma, 46, 47. zīm.). Šie dobumi neiet caur šūniņām, bet ir spraugas starp šūniņām, kuņas atveras tieši starpšūniņu telpās. Īsteni viņās ir šo telpu gals. To starpšūniņu labirinta daļu, kuņa atrodas tūdaļ aiz atvārsnītēm, dažreiz apzīmē kā telpu elpošanai. Augos visbiežāk katra atvārsnīte ieslēgta no divām vārtšūniņām. Šīs šūniņas parasti ir kodolainas un vispārīgi, pretēji virsādiņas šūniņām, viņās ir liels daudzums chlorofila ķermenīšu un stērķeles.

Vārtšūniņas var mainīt savu veidu atkarīgi no gaismas daudzuma, atmosferas mitruma un citiem apstākļiem, un tādā ceļā atvērt vai noslēgt atvārsnītes. Šai darbībai ir liela nozīme auga fizioloģijā (iztvaikošana, 119. lap. p.).

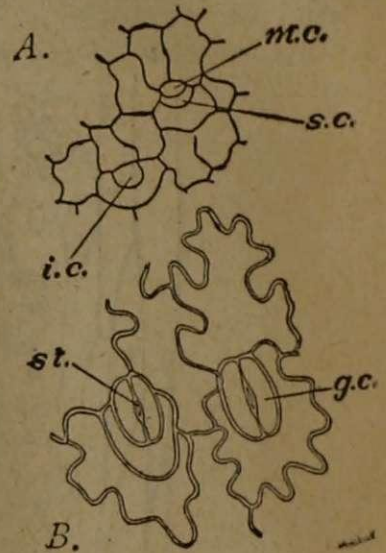
*Pteris cretica* un *Pteris flabellata* sugās atvārsnītes attīstās šādi: jaunā epiderma šūniņā lika sieniņa šūniņu sadala divās daļās, no kurām vienu sauc par atvārsnītes pirmšūniņu. Šī šūniņa savukārt sadalās pusloka veidīgi par atvārsnītes mātes šūniņu un atbalsta šūniņu (47. zīm. s. c.).

Mātes šūniņa tad pāršķeļas divās vārtšūniņās, un atvārsnīte izceļas kā plaisa starp viņām (47. zīm., B).

Dzīslas ir šķiedras jeb pavedieni, no kuriem rodas lapas tiklojums. Katrā dzīslā ir mazs trauku kūlītis, kurš ir vidus dzīslas nozarojums (44. zīm.). Virs un apakš dzīslām mesofila un virsādiņas šūniņas ir sabiezējušas un sacietējušas, tā balstīdamas „dzīslu” veidu un darbību.

Dzīslu sakārtojums („dzīslojums”) ir negrozīgs un atkarīgs no trauku kūlīša, kurš ir vidus dzīslas galvenā daļa, zarošanas veida. Vēlākie zari (nervi) iziet no šī galvenā kūlīša asā lenķī, tad strauji pagriežās uz lapas malu un rada loku, kurš izliekts pret galvenā nerva virsotni.

No šī izejas punkta, vienu vai divas reizes zarojot, stiepjas smalkas dzīslīņas viena otrai līdztekus uz plūksnītes malu. Šeit viņas viena ar otru satiekas un savienojas (anastomozē). Šo dzīslošanas veidu sauc par *Nervatio neuropteridis* un vislabāk tā redzama karaliskās papardes (*Osmunda regalis*) lapā (skat. Lueresen, Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, 1884, III, S. 12.)



Zīm. 47. AB.

(Pēc Saksa) Papardes *Pteris flabellata* virsādiņas šūniņas. Atvārsnīšu attīstīšanās. A — ļoti jaunas virsādiņas šūniņas. B — gandrīz nobriedušas šūniņas; i c — pirmšūniņa, m c — mātes šūniņa, s c — atbalsta šūniņa, g c — vārtšūniņa, st — atvārsnīte.

## IX. N O D A Ļ A.

### Auga bioloģija. (Turpinājums).

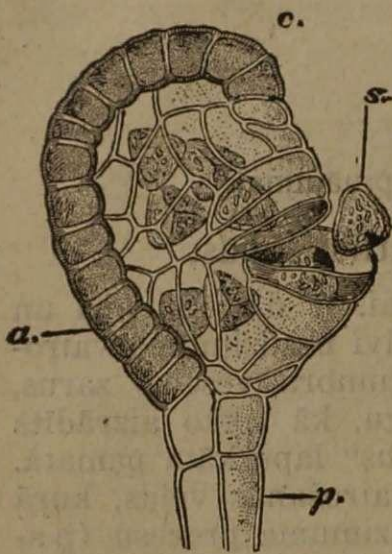
#### Papardes vairošanās un attīstīšanās.

*Vairošanās.* Papardei, pretēji sliškai, ir dzimuma un bezdzimuma vairošanās. Viņai ir divi bezdzimuma vairošanās veidi: atšķirot no apakšzemes stumbra veselus zarus, kuri pēc tam izaug par neatkarīgu augu, kā tikko aizrādīts (92. lap. p.), un attīstot „blakus pumpurus“ lapu kāta pamatā. Bez tam papardei ir vēl gluži savāds vairošanās veids, kurā bezdzimuma process kārtīgi mainās ar dzimuma procesu (p a a u d ž u m a i ņ a). Nākošais īsais pārskats palīdzēs lasītājam vieglāk saprast vēlāko sīko aprakstu.

Uz dažām lapām attīstās organi, kurus sauc par spormaisiņiem jeb sporangijiem (48. zīm.). Viņos rodas neskaitāms daudzums vairošanās šūniņu, sauktu sporas. Sporas atdalās no saviem radītājiem un attīstās par neatkarīgu augu, kuru sauc par protaliju (53. zīm.). Pēc izskata tas stipri atšķiras no papardes. Viņā rodas vīrišķas un sievišķas vairošanās šūniņas. Protalija sievišķā šūniņa, apaugļota no vīrišķās, attīstās par parasto „papardi“, kura atkal savukārt bezdzimuma ceļā rada sporas. Sporu izcelšanās un attīstīšanās ir acīmredzot bezdzimuma process, un tādēļ pati paparde nav ne vīrišķa ne sievišķa, t. i. viņa ir bezdzimuma (a s e k s u a l a). Vīrišķo un sievišķo vairošanās šūniņu izcelšanās un attīstīšanās, turpretī, ir dzimuma process un protalijs ir noteikti dzimuma augs. Tas reizē ir vīrišķs un sievišķs (d i v d z i m u m a j e b h e r m a f r o d i t s). Vispārīgi to izteic, saucot pašu papardi par sporu nesēju jeb sporoforu un protaliju par olu nesēju jeb ooforu. Papardes mūžs, vispāri ņemot, pastāv no sporofora (bezdzimuma paaudzes) mainīšanās ar ooforu (dzimuma paaudzi); tas ir p a a u d ž u j e b ģ e n e r a c i j u m a i ņ u s a t u r s. Pēc būtības līdzīga sporofora maiņa ar ooforu notiek visos augstākajos augos, kaut gan visbiežāk šis process ir tā apslēpts, ka parastos novērošanas apstākļos paiet nepamanīts.

*Spormaisiņi un sporas.* Papardes spormaisiņi (48. zīm.) izceļas no audu gareniska sabiezējuma lapas apakšpusē, netālu

no viņas brīvās malas. Šis sabiezējums ieslēdz sevī dzīslas malu zarojumu. Šo uzbriedumu sauc par u z ņ ģ m ģ j u ( r e c e p t a - c u l u m ). Bieži lapas apakšpuse ir ap-



klāta ar matiņiem, un daži no tiem ir atrodami uzņēmēja tuvumā un virspusē. Uz uzņēmēja rodas veidojumi, kuri pavirši aplūkoti sākumā atgādina matiņus, bet vēlāk viņu virsotnes paplašinās un attīstās par spormaisiņiem. Tanī pašā laikā lapas ārējā mala, kā plāna, gareniska virsādiņas josla noliecas uz leju. Šo joslu sauc par ā r ģ j o a u t u j e b n e ģ s t o i n d u s i j u (*indusium*). Līdzīga plāna virsādiņas kārtiņa attīstās no lapas apakšpuses un, iznākdama uz āru, satiekas ar iepriekšējo. Tas ir i e k š ģ j a i s a u t s j e b ģ s t ā i s i n d u s i j s.

Zim. 48.

(Pēc Suminska.) Papardes *Pteris serrulata* spormaisiņš. p — kājiņa, c — maisiņš, a — gredzens, s — spora.

Tā rodas V-veidīgā telpa, kurā attīstās spormaisiņi.

Spormaisiņi attīstās no virsādiņas šūniņas, kuŗa palielinās un sadalās pamata (proksimalā) un virsotnes (distalā) šūniņā. Pirmā izaug par spormaisiņa kājiņu jeb kātu; no otras rodas spormaisiņa galva jeb maisiņš, kuŗā attīstās sporas (48. zīm., c.). Kājiņas šūniņas nepārtraukti aug un dalās, līdz beidzot visa kājiņa ir salikta no trim kārtām iegarenu šūniņu. Iepalā maisiņa šūniņa, pakāpeniski četrkārtīgi slīpi dalīdamās, pārvēršas par četrām taisni izliektām virspusējām jeb „parietalām šūniņām“ un četrstūraino vidējo „p i r m s p o r i j a“ (*archesporija*) šūniņu, kuŗa ir ieslēgta no pārējām. Tā tad maisiņa šūniņa dalās trijās plāksnēs, kuŗas ir noliektas apm. 120° viena pret otru. Ceturtā dalīšanās plāksne iet gandrīz līdztekus maisiņa virsotnei un atšķeļ no tās vidējo šūniņu jeb archesporiju. Virspusējās šūniņās nākošās dalīšanās plāksnes iet vertikali virsmā, bet no archesporija rodas četras starpšūniņas jeb tapetu šūniņas, kuŗas stāv paraleli pirmējo virspusējo šūniņu grupai. Tā tad šinī laikā spormaisiņš ir uzbūvēts no vidējā četrstūrainā pirmsporija, kuŗu apņem četras starpšūniņas. Pēdējās savukārt ir apņemtas no virspusējām šūniņām, kuŗas šinī laikā ātri vairojas, dalīdamās vertikali virsmā.

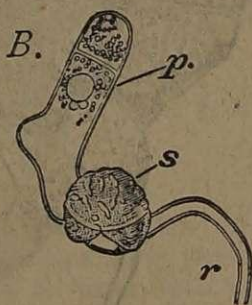
Pateicoties dalīšanās plākšņu dažādam stāvoklim, viss maisiņš tagad ir drusku plakans. Tas paliek vēl plakānāks, kad gar malu attīstās sevišķs veidojums, kuŗu sauc par gredzenu (annulus). Pēdējā uzdevums ir saraut maisiņu un atbrīvot sporas. Gredzens rodas no maisiņu malas šūniņu līdztekus šķērsu dalīšanās. Tā radušos šūniņu rinda turpina vairoties, līdz beidzot pārsviežas pāri maisiņam un rodas nepilnīgs gredzens.

Šinī laikā starpsūniņas vēl reiz dalās, tā kā iznāk dubulta kārta. Drīz pēc tam viņas tiek uzsūktas un viņu telpa paliek pirmsporija augšanai. Pirmsporijs tagad dalās, — vispirms 2, tad 4, 8, un beidzot 16 šūniņās, kuŗas ir sporu mātes šūniņas. Sākumā viņas kādu laiku ir cieši saistītas, bet pamazām atraisās un katra atkal pārdalās 4 meitas šūniņās. Tā rodas 64 bezdzimuma sporas. Pieaugušā stāvoklī viņām ir četrstūraina forma un dažādi ārēji izraibojumi (48., 49. zīm.). Katra spora dabū dubultu ādu. Iekšējā, endosporijs (endosporium) ir



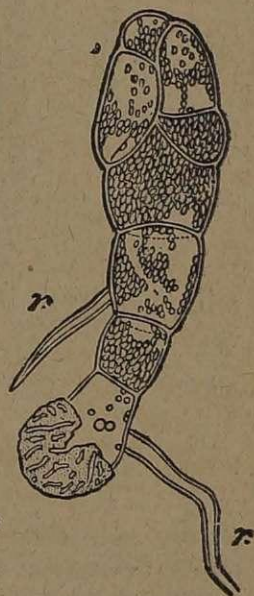
Zīm. 49.

(Pēc Suminska.)  
Papardes *Pteris serrulata* brīva spora.



Zīm. 50. AB.

(Pēc Suminska.) Papardes *Pteris serrulata* dīgstošas sporas. A — sākums; B — pēc šķērssienu dalīšanās parādīšanās; s — spora, p — protonema, r — rizoids.



Zīm. 51.

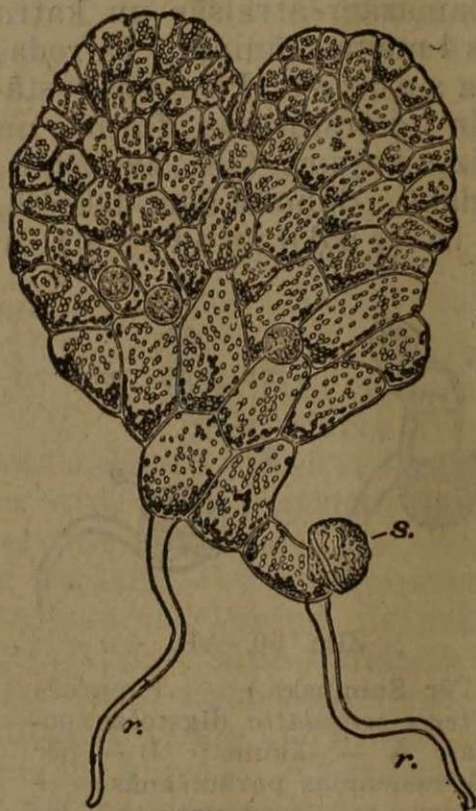
(Pēc Suminska.)  
Ļoti jauns *Pteris* protalijijs. Redzama spora (s), divi rizoidi (r). Protalija ķermenis pagarinājies.

plāna un balta; ārējā, eksosporijs (exosporium) ir iedzeltēna, brūna, cieta, un tās virsma smalki, bet nevienādi izraibota kārpainiem izaugumiem.

*Sporu dīgšana. Protalija attīstīšanās.* Papardes sporas nogatavojas jūlijā jeb augustā. Spormaisiņiem plīstot viņas kļūst brīvas. Plīšana notiek, staipīgajam gredzenam savelkoties, kā tas redzams 48. zīm. Sporas uzdīgst tikai pēc lielāka laika sprīža (laikam ne ātrāk kā nākošā pavasarī). Dīgšana sākas eksosporijām pārplīstot, kas notiek, tiklīdz pēdējais piesūcas ar ūdeni.

Sporas plīst nevienādi pa piramides šķautnēm. Pa tā radušos spraugu iznāk maisiņam līdzīgs, ar protoplasmu pildīts endosporijs. Viņā drīz parādās chlorofila ķermenīši.

Šo maisiņu sauc par *protonemu* jeb protaliņa pirmējo veidu (50. zīm.). Tā ļoti ātri izaug par druknu stobru, kuŗš sastāv no galeniski savienotām šūniņām. No augošanas protone-  
mas sporas tuvumā iznāk viens vai vairāki *rizoīdi*, kuŗi protonemu noenkuro un reizē izpilda sakņu vietu. Pretējā virsotnes jeb distālā galā šūniņas gareniski dalās (51. zīm.) un ātri pārvērš šo daļu par platu plātņi, kuŗa sākumā ir tikai vienas šūniņas biezumā, bet pamazām vidus līnijā paliek biezāka (53. zīm.). Šo sabiezējumu sauc par „spilvenu“. Viss protalijs tagad ir lāpstai līdzīgs (52. zīm.), bet augot tālāk uz priekšu



Zīm. 52.

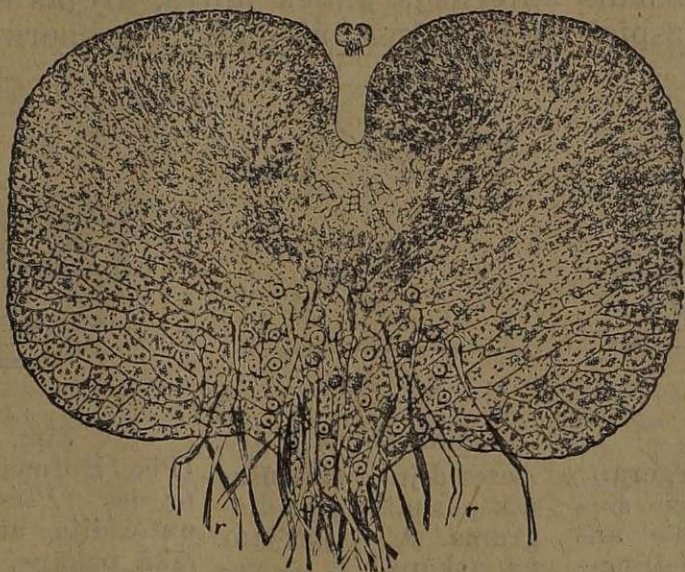
(Pēc Suminska.) Vecāks protalijs. Redzami divi rizoidi, trīs jauni anteridiji un ļoti daudz chlorofila ķermenīšu.

no virsotnes pumpura un citās vietās, platais gals paliek vēl plakanāks un pieņem sirds jeb nieres veidu. Uz leju izaug daudz rizoidu (nosaukums rāda, ka morfoloģiski rizoidi nav īstas saknes), un viss veidojums pieņem 53. zīm. redzamo veidu. Sporu ādas drīz nokrīt, protalijs ar rizoidiem ir iesakņojies zemē. Viņā ir liels daudzums chlorofila ķermenīšu un tagad

tas uzsāk neatkarīgu dzīvi. Platā plānā audu plātne nav iedalīta stumbrā un lapās, un auga ķermenis atgādina zemāko augu *l a p o n i* („*thallus*“). Tā kā šī plātne ir parastās papardes priekštecis, tad viņu sauc arī „*prothallus*“ jeb „*prothallium*“.

No spilvena apakšpusē rodas paaugstinājums; tā pakalējā daļā izaug visvairāk rizoidu.

*Protalijs dzimuma organi.* Paparžu protalijs vienmēr ir reizē abu dzimumu (divdzimuma jeb hermafrodīts), t. i. katram individam ir vīrišķie un sievišķie dzimuma organi. Pēdējie pa-



Zīm. 53.

(Pēc Suminska, nedaudz pārveidots.) Papardes *Pteris serrulata* pieaudzis protalijs, aplūkots no apakšas. Redzami rizoidi (r) pakalējā galā, iespiedums priekšējā galā un pēdējā tuvumā spilvens ar četriem archegonijiem (šīnī gadījumā). Starp rizoidiem ir apaļi anteridiji. Šūniņās chlorofila ķermeņi. Virs iespieduma redzams protalijs dabīgā lielumā.

rasti parādās vēlāk nekā pirmie. Nabadzīgi barotos protalijos bieži ir tikai vīrišķie organi, bet nonākot labākos apstākļos viņos attīstās arī sievišķie organi.

Vīrišķie organi jeb anteridiji parādās kā puslodes veidīgi paaugstinājumi protalijs apakšpuses pakalējā daļā. Bieži tie atrodas starp rizoidiem. Pilnīgi pieaudzis (53., 54. zīm.) anteridijs ir uzbūvēts no daudzām ieapaļām šūniņām (spermatozoidu mātes šūniņās), kuŗas ir pārklātas ar vienu šūniņu kārtu.

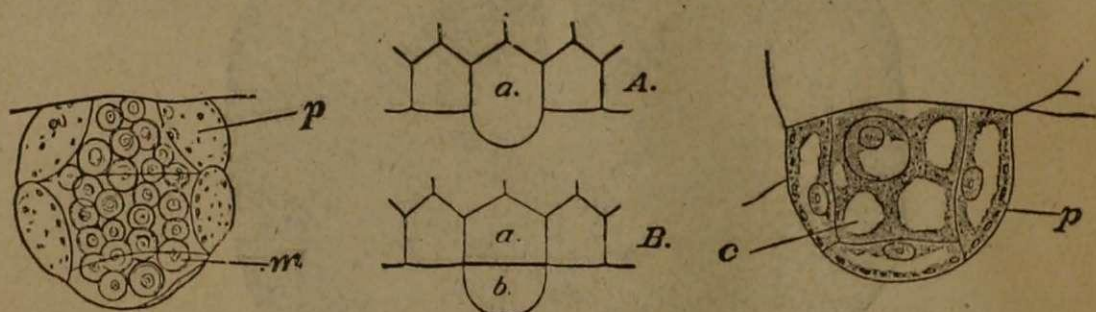
Mātes šūniņu izcelšanās nav vienāda dažādās papardēs, bet galvenos vilcienos attīstība ir šāda: parasta šūniņa protalijs apakšpusē piebriest un dabū puslodei jeb



velvei līdzīga paaugstinājuma veidu, kurš drīz atdalās ar sienīņu no šūniņas (55. zīm.). Velves šūniņā nākošās daļiņās notiek tā, ka vidū rodas šūniņa, kurū apņem viena kārtā virspusējo šūniņu. (56. zīm.). Caur atkārtotu daļiņanos vidējā šūniņa sadalās spermatozoidu mātes šūniņās (54. zīm.).

Katras mātes šūniņas protoplasma sakārtojas par sevišķu spirālu ķermeņi, spermatozoidu jeb vīrišķo vairošanās šūniņu.

Kad nobriedis anteridijs paliek mitrs, ārējās šūniņas uzbrīst un izspiež ārā mātes šūniņas ar spermatozoidiem



Zīm. 54.

(Pēc Strasburgera.) Papardes *Pteris serrulata* nobriedis anteridijs; p — virspusējās šūniņas, m — spermatozoidu mātes šūniņas.

Zīm. 55. AB.

Anteridiju attīstīšanās paskaidrojoša diagrama. A — ļoti jaunā pakāpe, B — vecāka. a — palielinājusies virsādiņas šūniņa. b — velves šūniņa.

Zīm. 56.

(Pēc Hofmeistera.) Papardes *Pteris Serrulata* anteridija attīstīšanās vēlākā pakāpe. p — virspusējās šūniņas, c — vidējā šūniņa, no kuņas rodas spermatozoidu mātes šūniņas.

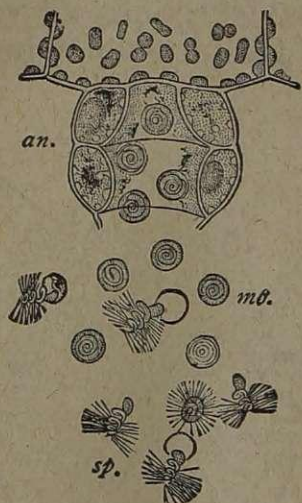
(57. zīm.). Pēdējie iznāk no mātes šūniņām un ļoti strauji kustas apkārtējā ūdenī. Spermatozoids ir vienkārša kaila šūniņa, īpatnējā vilka veidā. Uz smalkajām vītnēm ir daudz ārkārtīgi darbīgu skropstiņu (27. lap. p.), kuņas dzen spermatozoidus ūdenī.

Sievišķie organi jeb archegoniji (53., 58. zīm.), kurus pirmais aprakstījis Suminskis 1864. gadā, rodas tāpat no vienkāršas protalija virsmas šūniņas. Archegoniji atrodami gandrīz vienīgi uz spilvena priekšējā gala jeb virsotnes, tā tad priekšējā iespaiduma dibenā (53. zīm.). Tā kā archegoniji attīstās vēlāk nekā anteridiji, tad tie nevar tikt apaugļoti no tās pašas sporas spermatozoidiem.

Šāda parādība, kad divdzimuma individā iepriekš nobriest tikai viena dzimuma organi, kamēr otra dzimuma organi vēl nav attīstījušies, ir bieži sastopama augu valstī un to sauc par dichogamiju. Daudzi iemesli liek domāt, ka krusteniski

apaugļojoties un noveršot pašapaugļošanos jeb „iedzemdināšanu dziļāk un dziļāk“, rodas lielas priekšrocības.

Archegonijiem attīstoties pamatsūniņas palielinājas, pieņem drusku velvei līdzīgu izskatu un sadalās ar šķērssienām trijās šūniņās: pamatsūniņā (proksimalā),



Zīm. 57.

(Pēc Liersena.) Anteridija plīšana un spermatozoidu izplūšana. an — anteridijs, m c — spermatozoidu mātes šūniņas, sp — spermatozoidi.



Zīm. 58.

(Pēc Strasburgera.) Nobriedis archegonijs. Redzama oosfera (o), kakls (n) un no kanāla mutes izplūstošas gļotas (m).

kuņa atrodas protalijā, vidējā šūniņā un virsotnes (distālā) velvei līdzīgā (59. zīm.).

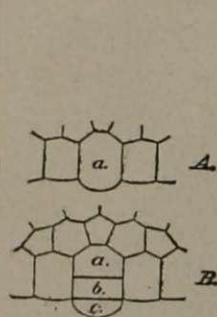
Pamatsūniņas liktenis ir bez sevišķas tālākas nozīmes. Virsotnes šūniņai daloties rodas stobram līdzīgs veidojums, kakls (58., 60. zīm.). Viņš apņem šūniņu rindu (kanāla šūniņas), kuņas ir cēlušās no vidējās šūniņas (58., 60. zīm.). Šīs šūniņas vēlāk pārvēršas gļotainā vielā, ar kuņu piepildās kanāls. Šis kanāls iet no ārienes cauri kaklam līdz oosferai (60. zīm.), kuņa ir cēlusies no vidējās šūniņas gala. Oosfera šeit ir valdošā sievišķā vairošana šūniņa, „kakla“ un „kanāla šūniņas“ ir tikai vienkāršas piedevas.

*Apaugļošana.* Apaugļošana jeb dzimuma akts notiek šādi: spermatozoidus lielā daudzumā pievelk archegonija mute un šeit tie paliek, sapinušies gļotās (61. zīm.). Izdevīgā gadījumā viens vai vairāki no tiem iziet cauri gļotu kanālam un beidzot iespiežas oosferā un saplūst ar viņu kopā.

Lai oosferu apaugļotu, pietiek ar vienu spermatozoidu, un laikam arī tikai viens viņā iespiežas, kaut gan gļotainā kanālā var redzēt vairākus. Gļotās ir nelielā daudzumā (apmēram

0,3%) āboļu skābe, kuŗa pievelk spermatozoidus un ierosina viņu kustības. Pfeffers pierādīja, ka matu jeb kapilarās caurules ar tikko manāmu āboļu skābes šķīdumu tāpat pievelk spermatozoidus kā centralā kanala gļotas. Tamlīdzīgas parādības (ķ i m i o t a k s i s) ir plaši izplatītas un viņām ir dziļa nozīme.

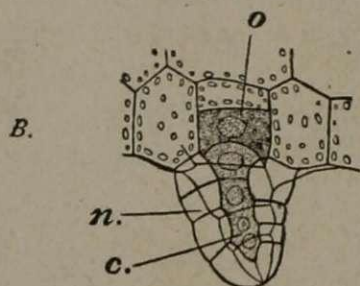
Spermatozoidu iespiešanās olā un savienošanās ar viņu ir liels notikums papardes dzīves gājumā. Oosfera no šī brīža ir



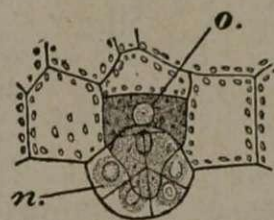
Zīm. 59. AB.

Arhegonija attīstīšanos paskaidrojoša diagrama.

A — ļoti jauna pakāpe, B — vecāka. A a — palielinājusies virsādiņas sūniņa, B a — pamatsūniņa, b — vidējā sūniņa, c kakla sūniņa.

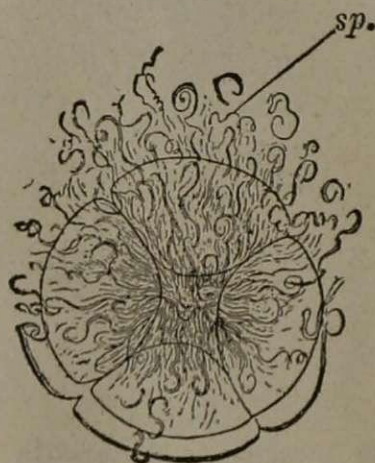


A.



Zīm. 60. AB.

(Pēc Strasburgera.) Papardes *Pteris serrulata* attīstīties arhegonijs. A — jauna pakāpe, B — vecāka; n — kakls, c — kanāls, o — oosfera.



Zīm. 61.

(Pēc Strasburgera.) Papardes *Pteris serrulata* arhegonija mute, pārklāta ar spermatozoidiem, kuŗi mēģina iespieties iekšā.

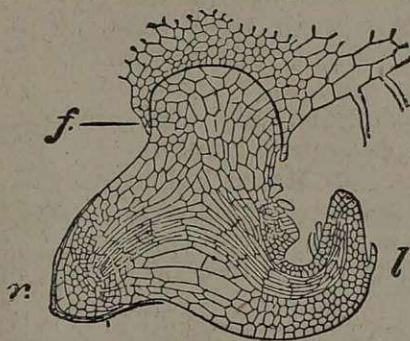
kaut kas pavisam jauns un cits, viņa ir dīgļis jeb tā sauktā o o s p o r a.

Tagad viņa ir bezdzimuma paaudzes pirmā stadija, kaut gan kādu laiku tā vēl dzīvo uz dzimuma paaudzes jeb o o f o r a rēķina (107. lap. p.).

*Dīgļa augšana.* Oospora jeb viensūnainais sporofors (107. lap. p.) ātri paliek daudzšūnains, sadalīdamies vispirms puslodēs, tad kvadrantos u. t. t. (10. zīm.). Pirmā dalīšanās plāksne sakrīt apmēram ar arhegonija garās ass turpinājumu. Otrā dalīšanās plāksne stāv pret pirmo apmēram taisnā leņķī. Tā tad kvadrantus var uzskatīt kā priekšējos un pakalējos pret pirmo plāksni. Kvadranta sūniņām ir sevišķi nozīmīgs liktenis. Apakšējais priekšējais kvadrants, pēc tālākās dalīšanās, beigās izaug par pirmo sakni; virsējais priekšējais kvadrants tamlīdzīgi pārvēršas par apakšzemes stumbru un pirmo lapu. Sūniņu masa, kuŗa rodas no pakalējiem kvadrantiem, paliek sakarā ar protaliju kā organs, kuŗš apgādā citas daļas ar barību. Viņu nepienācīgi sauc par „k ā j u”.

*Pteris serrulata* attīstības gājums ir drusku citāds. Apakšējā priekšējā šūniņa izaug par pirmo lapu un virsējā priekšējā par apakšzemes stumbra daļu. Apakšējā pakalējā pārvēršas par pirmo sakni, un virsējā pakalējā par „kāju”.

Visas daļas tagad strauji aug un šūniņas nepārtraukti daļās, līdz beidzot ir sasniegta 62. zīm. pakāpe. Drusku vecāka pakāpe par šo, līdz ar tās sakaru ar protaliju, redzama 63. zīm.



Zīm. 62.

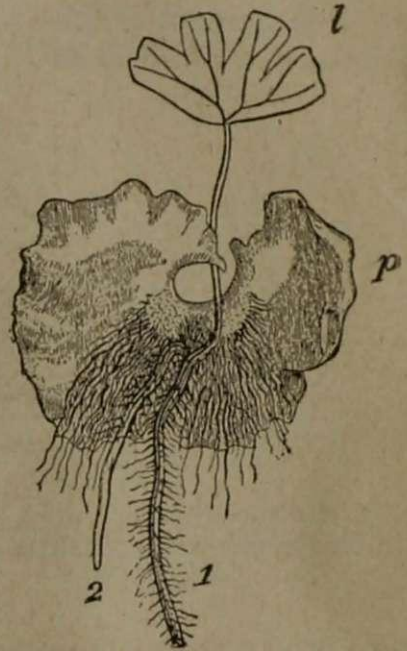
(Pēc Hofmeistera.) Jauns *Pteris aquilina* dīgļis; redzama viņa piestiprināšanās pie protalija ar kāju; l — lapa, f — kāja, r — pirmā sakne.

Pēc tam lapa aug uz augšu gaisā, sakne uz leju zemē, un jaunā paparde sāk apgādāt pati sevi. Beidzot tiek sasniegts 63. un 64. zīm. redzamais stāvoklis. Kādu laiku protalijs paliek sakarā ar jauno papardi. Šinī stāvoklī viņu bieži var atrast siltumnīcas puķu podos u. t. t. Agri vai vēl protalijs nokrīt un jaunā paparde sāk dzīvot pilnīgi patstāvīgi. Auga izskats un viņu lapu veids no sākuma tūliņ nav tāds kā pieaugušai papardei; arī augšana sākumā ir straujāka un pirmā gadā attīstās viena aiz otras 7—12 lapas (92. lap. p.).

*Audu diferencēšanās.* Visagrākās attīstības pakāpēs visi audi ir gluži viendabīgi (dīgļaudi). Bet jau ļoti agri, kad lapa sāk liekties uz augšu un sakne uz leju, notiek pārmaiņas. Šīs pārmaiņas noved pie dīgļaudu diferencēšanās trīs lielās audu sistemās: virsādiņas, trauku kūlīšu un pamatsistemās. Virsādiņas un pamatsistemas tūliņ pieņem tās raksturīgās īpašības, kādas viņām ir pieaugušā organismā (97. lap. p.). Trauku kūlīšu audu sistema diferencējās drusku vēlāk. Dažādo sistemu pieaugušie audi gan atšķiras savā starpā, bet pēc izcelšanās redzams, ka visi viņi pēc dabas ir vienādi, jo viņu priekšteču šūniņas bijušas vienādas. Šo patiesību var attiecināt ne tikai uz papardi, bet arī uz visiem citiem daudzšūniņu organismiem.

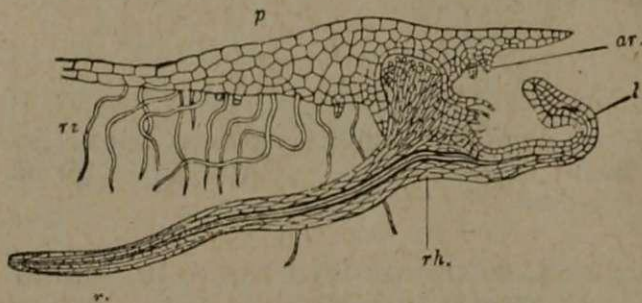
*Trauku kūlīšu virziens.* Tagad ir izdevīgs brīdis iepazīties ar dažām kūlīšu virzienu un stāvokļa īpatnībām dīgļī un pieaugušā augā. No kūlīšu savienšanās vietas pirmajā lapā un pirmajā saknē (62. 63. zīm.)

attīstās viens centrāls kūlītis, kuŗš iet caur jauno apakšzemes stumbru un stiepgas zaros un nākošās 7—9 lapās. Pēc tam kūlītis dakšveidīgi dalās un katrā dakšas zarā paliek sarežģītāks. Katra zara vidējā kūlītī parādās sānu iespaidumi, kuŗi ātri pieņemas dziļumā, un kūlītis sadalās divās daļās, vienā augšējā un otrā apakšējā. Pēdējā vecos augos ir labāk redzama (37. zīm.). Kad dakšas zari sašņieguši trīs collu gaŗumu, no viņiem asā lenķī iziet smalkāki dakšveidīgi zari. Šie zari atkal drīz savienojas un rada netāļu no virsādiņas tīklu. Augstākais no šiem zariem, kuŗš iet pa vidus līniju virs vidējā kūlīša, ir parasti drusku pilnīgāk attīstījies un tikpat plats kā pēdējais. Šis iekārtojums parasti paliek pieaugušā apakšzemes stumbrā (37. zīm., x). Malas kūlīšu var būt divpadsmit, kā šķērsriezumā redzams. Viņi savienojas katras lapas piestiprināšanās apkārtņē. Tā rodas cilindrisks



Zīm. 64.

(Pēc Saksa.) Jauna paparde (*Adiantum*) saistīta ar protaliju; l — lapa, p — protalijs, 1., 2. — pirmā un otrā sakne.



Zīm. 63.

(Pēc Saksa.) Papardes *Adiantum* vecāks dīglis, saistīts ar protaliju. Griezuma izskats. l — lapa, r — pirmā sakne, rh — rīzoma sākums, p — protalijs, rz — rīzoidi, ar — archegoniji.

tīkls ar iegarenām acīm. Starp malas undiviem vidējiem kūlīšiem apakšzemes stumbrā nekur nav atrodami savienojoši zari. Stumbra vidējiem kūlīšiem ir gluži nošķirts no pārējiem virziens. No viņiem zari iet lapās, un tikai lapu kātos šie zari satiekas ar malas tīkla zariem. Sakņu kūlīši rodas vienīgi no malas kūlīšiem, bet lapu kūlīši, kā jau teikts, uzņem zarus no vidējā un malas kūlīšiem. Starp ārējo un iekšējo kūlīšu sistemu atrodas divas biezas, cietas, brūnas plātnes (sklerotiskā prosenchima), kuŗu malas atšķirtas viena no otras ar plānu parenchimas kārtu. Bieži šīs plātnes ir vienā vai abās pusēs savienojušās. Pēdējā gadījumā iznāk caurule, kuŗa atšķir abas kūlīšu sistēmas (Hofmeisters).

*Apogamija. Aposporija.* Retos gadījumos (piem. *Pteris cretica*) parastā paaudžu maiņa papardes dzīves laikā ir sašņināta caur dzimuma procesa izkrišanu. Tad veģetatīvais sporofors izaug tieši no protalijs (a p o g a m i j a). Citos gadījumos atkal neattīstās sporas, un oofors rodas tūlīn no lapām (a p o s p o r i j a) (skat. Farlow, Quart. Journ. Micr. Science, 1874; De Bary, Botan. Zeitung, 1878, Drury, etc. Journ. Royal Mic. Soc. 1885, pp. 99 and 491).

## X. NODAĻA.

### Auga bioloģija. (Turpinājums).

#### Papardes fizioloģija.

Paparde, tāpat kā slieka, ir organiskas vielas noteikta daļa, kuŗa ieņem zināmu stāvokli telpā un laikā. No apkārtnes viņa ir norobežota ar materialām daļiņām, kuŗas pa daļai ir dzīvas, bet visvairāk nedzīvas. Papardes virszemes daļa ir apņemta un saspiesta no neredzamas vides, atmosferas, apakšzemes daļas, turpretī, ir iegremdētas cietākā apkārtņē, zemē, kuŗa tāpat iedarbojas uz šīm daļām. Paparde reizē iedarbojas uz gaisu un zemi un uztura visā savā dzīvības laikā zināmu līdzsvaru, kuŗš ir traucēts un beidzot pavisam izzūd, kad augs sāk iznīkt.

*Paparde un apkārtne.* Tās zemes un gaisa daļas, kuŗas ir vistuvāk papardei, ir viņas tiešā apkārtne. Bet plašākā un pilnīgākā nozīmē, apkārtņē ietilpst visa pasaule ārpus auga ķermeņa. Lai noskārstu sacītā patiesību, pietiek iedomāties, cik dziļi un tieši uz augu iedarbojas gaismas stari, kuŗi nāk no vairāku miljonu jūdžu tālās saules, jeb cik ārkārtīgi viņu iespaido dienas un nakts jeb vasaras un ziemas maiņas. Augs spēj izdarīt dažādas pārmaiņas savā apkārtņē: atņemt tai vielu un enerģiju vienā veidā un atdot atpakaļ vielu un enerģiju citā veidā. Visa auga dzīve ir neapzinīga cīņa ar apkārtni par viņam nepieciešamām uzturas vielām; nāve un iznīkšana nozīmē šīs cīņas beigas un padošanos bez noteikumiem.

*Organisma piemērošanās apkārtnei.* Piemērošanos apkārtnei p a p a r d ē varam redzēt tikpat labi kā s l i e k ā. P a p a r d e s virszemes daļām jābūt spējīgām dzīvot gaisā un stāvēt ar to apmaiņā, bet apakšzemes daļām jābūt tamlīdzīgi „piemērotām“ zemei, kuŗā viņas dzīvo.

Virszemes daļā redzam lielu piemērošanos lapu kātā, kuŗš sniedzas pēc gaisa un gaismas uz visizdevīgākām vietām. Viņa plaši izplēstā virsotne ir pārklāta ar cietu un necaurlaidošu ādiņu, kuŗa aizsargā augu no pārmērīgas iztvaikošanas un tās sekām — izžūšanas. Bet ādiņa ir caurspīdīga, lai saules stari varētu aizsniegt stērķeli radošos iekšējos audus. Tāpat apakšzemes stumbrs ar savu noasināto virsotnes pumpuru, iegarenām, ar urbjošām virsotnēm apbruņotām saknēm un cietu, ga-

ļainu parenchimu barības uzkrāšanai, ir apbrīnojami piemērots viņa īpatnējai apkārtnei. Lai to labāk noskārstu, iedomāsimies tikai papardi otrādi apgrieztu, ar gaisa daļām zemē un apakšzemes daļām paceltām gaisā, saules gaismā, vējā. Šādos apstākļos skaidri redzams, cik nepieciešama daļu piemērošanās savai apkārtnei.

Lai visas šīs daļas tagad būtu cik dažādas būdamas, viņas visas ir cēlušās no vienas šūniņas. No sākuma audu masā, no kuras viena daļa griežas uz augšu gaisā, bet otra iet uz leju zemē, šīs auga daļas ir tikko noskāršamas. Bet attīstībai turpinoties, virszemes un apakšzemes daļas pakāpeniski diferencējas un no tam arvien vairāk piemērojas savas apkārtnes īpatnējiem apstākļiem.

Tā tad saskaņa starp katru auga daļu un viņa apkārtni rodas, tāpat kā dzīvniekā, pakāpeniski katra individa attīstības laikā. Šeit mums ir izdevība skaidri redzēt auga funkcionālo piemērošanos mainīgajiem ārējiem apstākļiem. P a p a r d e s apkārtnē periodiski mainās, ziemai un vasarai iestājoties, un arī augā notiek attiecīgas periodiskas uzbūves maiņas, lai uzturētu līdzsvarā piemērošanos apkārtnei. Vasarā virszemes daļas ir pilnīgi attīstījušās un, viņu darbības rezultātā, apakšzemes stumbrā uzkrājas stērķele. Ziemai tuvojoties, virszemes daļas nomirst un augs ir samazināts līdz apakšzemes daļām, kuras atrodas drošībā zem zemes. Pa ziemu un pavasari stērķele ir pamazām izlietota, un virszemes daļas tiek atkal izbīdītas, kad gaisa apkārtnē paliek viņām labvēlīga. Tā tad augam, tāpat kā dzīvniekam, ir zināma veidošanās spēja, kura tam atļauj sevi piemērot apkārtnes pakāpeniskām maiņām.

Katras dzīvas būtnes darbību var uzlūkot kā tiekšanos pēc vispārējās, lielās piepildīšanās, t. i. pēc saskaņas ar apkārtni. No šī redzes stāvokļa dzīvību var definēt kā: „nepārtrauktu iekšējo attiecību piemērošanos ārējām attiecībām“\*).

*Barošanās.* Paparde dara darbu: dzenot savu stumbru caur zemi, paceļot lapas gaisā, iznēsājot barības vielas no vienas vietas uz otru, būvējot jaunus audus, vairojoties, un visās citās dzīvības parādībās augs iztērē enerģiju. Šeit, tāpat kā dzīvniekā, enerģijas tiešais avots ir dzīvā protoplasma, kura dzīvojot sairst vienkāršākās sastāvdaļās. Tamdēļ arī ir nepieciešams ieņēmums, lai segtu patēriņu.

*Ieņēmums.* Pappardes ieņēmums, tāpat kā sliēkas, ir divējāda veida, t. i. viela un enerģija. Pretēji sliēkas ieņēmumam, pappardes ieņēmums nav gatava barība, bet gan vienīgi neapstrādātas barības

\*) Spencer, Principles of Biology, vol. I, 80. N. Y. Appleton, 1881.

vielas. Viela ieiet augā šķidrā jeb gāzes veidā. Viņa difundē no zemes saknēs (šķīdumi), un no atmosfērās lapās (gāzes). Tā ir tieša vienkāršu barības vielu uzsūkšana, gluži tāpat kā slieka uzņem ūdeni un skābekli. Enerģijas mazākā daļa ieiet augā kā barības vielas potencialā enerģija, bet tās lielāko daļu uzsūc lapas kā saules gaismas kinētisko enerģiju. 120. lap. p. tabelē redzama ieņēmuma lielākās daļas īstā dabā.

Citām vielām (sāļiem u. t. t.), iekams tās var ieņemt, pāpriekš jāizšķīst ūdenī. Ūdens un viņa izšķīdušās vielas nepārtraukti iet difūzijas ceļā no zemes saknēs un rada auga sulu. Sula ceļo pa visu augu un kustības galvenais, kaut arī ne vienīgais cēlonis ir pastāvīgā ūdens iztvaikošana (trāspirācija) pa lapu atvārsnītēm. Gāzveidīgas vielas (oglekļa dioksīds, skābeklis, slāpekļis) augā ieiet visvairāk difūzijas ceļā no atmosfēras. Šīs vielas izšķīst lapu sulā un tādā veidā var nokļūt katrā auga daļā.

*Barības, sevišķi stērķeles, ražošana.* Pāparde uzsūc saules gaismas enerģiju ar chlorofila ķermenīšiem jeb chromatoforiem; augi, piem. sēnes u. t. t., kuriem nav chlorofila, nav spējīgi šādā ceļā iegūt enerģiju. Chlorofila ķermenīšos uzņemtā kinētiskā enerģija tiek izlietota oglekļa dioksīda ( $\text{CO}_2$ ) un ūdens ( $\text{H}_2\text{O}$ ) saskaldīšanai. Pēc sarežģītiem un vēl nepilnīgi pazīstamiem procesiem šo vielu elementi beidzot parādās no jauna kā stērķele ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ) un brīvs skābeklis. Stērķele visbiežāk redzama chlorofila ķermenīšos graudiņu veidā, bet skābekļa lielākā daļa izplūst atpakaļ gaisā. Tā pāpārdes lapa gaismā pastāvīgi uzsūc oglekļa dioksīdu un atdala brīvu skābekli.

Oglekļa dioksīdā un ūdenī nav potencialas enerģijas, jo viņu elementu afinitātes ir pilnīgi piesātinātas. Stērķelē, turpretī, ir potenciala enerģija, jo tās molekulā ir samērā vājš līdzsvars, t. i. viņa viegli sairst vienkāršākās un stabilākās molekulās, kurās stiprākās afinitātes ir piesātinātas. Stērķeles enerģija rodas no tam, ka chlorofilda graudos, kur notiek stērķeles uzbuvēšana, iztērējas saules gaismas kinētiskā enerģija, paceļot atomus izdevīgā stāvoklī un caur to ieliekot viņos potencialo jeb stāvokļa enerģiju. Šī saules starojošā un kinētiskā enerģija uzkrājas stērķelē kā potenciala enerģija. Īsumā, pāparde, tāpat kā visi citi zaļie augi, ar saules gaismas palīdzību izmanto vienkāršās, neapstrādātās vielas (oglekļa dioksīdu, ūdeni, skābekli u. t. t.), ielej jeb arī izņem no viņām enerģiju un no šīm vielām ražo barību, t. i. saliktas, ar viegli izlietojamu potencialu enerģiju bagātas vielas. Vēlāk redzēsim, ka šī spēja piemīt vienīgi zaļiem augiem. Visi citi organismi ir atkarīgi no gatavās, barības vielās uzkrātās enerģijas. To pēdējiem ap-



gādā zaļie augi; tādēļ dzīvnieki (tāpat arī bezchlorofila augi) nevar dzīvot bez chlorofila augiem.

P a p a r d e s i e ņ ě m u m s.

Viela	No kurienes ņem
Ogleklis.	Visvairāk no atmosfēras kā oglekļa dioksīdu ( $\text{CO}_2$ ), bet laimam pa daļai arī no izšķīdušām organiskām vielām (barības).
Udeņradis.	Visvairāk no zemes kā ūdeni ( $\text{H}_2\text{O}$ ), bet laimam arī pa daļai no barības organiskām vielām.
Skābeklis.	Visvairāk no zemes kā ūdeni ( $\text{H}_2\text{O}$ ) un no gaisa, brīva skābekļa veidā.
Slāpekļis.	Visvairāk no zemes*) nitrātu vai amonjaka savienojumu veidā jeb no organiskās barības.
Sērs.	Visvairāk no zemes sulfātu veidā.
Citi elementi,	Visvairāk no zemes dažādu sāļu veidā.
<b>Enerģija</b>	
Kinetiska.	Visvairāk no saules gaismas caur lapām.
Potenciala.	Varbūt zināmā mērā no barības vielām caur saknēm.

Neatkarīgi no saules gaismas, augi uzņem arī vēl nelielu daudzumu kinētiskās enerģijas siltuma veidā. Šis siltums laimam gan nav dzīvības enerģijas avots, bet tiek izlietots tikai ķermeņa temperatūras uzturēšanai.

*Barības riņķošana.* Barības ražošana visvairāk notiek auga zaļajās daļās saules gaismā. Sakņu uzsūktajam ūdenim kaut kādā ceļā tomēr jānokļūst lapās un lapās ražotai sterķelei atkal jānonāk apakšzemes audos. Kā šī materialu pārvietošana notiek, nav pilnīgi droši zināms, bet ir pamats pieņemt, ka tas norisinājas lēnu difūzijas procesu ceļā. Droši zināms, ka noteiktu cirkulācijas jeb pārvietošanas organu, kā piem. sliēkas asinsvadu, papardei nav.

*Viēlu maiņa.* Stērķele, kā redzējam, vispirms rodas chlorofila ķermenīšos. Bet stērķeles rašanās, lai šis process būtu cik

\*) Vispārīgi ir pieņemts, ka augi nav spējīgi izlietot brīvo gaisa slāpekli, bet jaunākie pētījumi ir pierādījuši ka dažas sugas to spēj.

varens būdams, ir vienīgi barības pagatavošana un īsto barošanās procesu sākums. Šie procesi notiek visur parastajā protoplasmā; šeit norit oksidācija un tādēļ dabīgi rodas vajadzība atjaunot vielu un enerģiju. (Sk. 28. un 29. lp.). Agri vai vēl stērķeļu graudi pārvēršas cukurā (vīnogu cukurā jeb glikozē,  $C_6H_{12}O_6$ ), kurš, pretēji stērķelei, ir izšķīdināms sulā un tad viegli piegādājams visām auga daļām. Visur, kur vajadzīga jauna protoplasma, kur jāizlabo iepriekšējais zudums, jāpiegādā augšanas materiāli, visur tur pēc uzsūkšanas šūniņās dzīvā protoplasma vēl līdz šim nezināmā ceļā savieno stērķeles (jeb glikozes) elementus ar slāpekli un sēru (laikam arī ar sāļiem, ūdeni u. t. t.) par proteīnu vielu. Šīs no jauna ražotās vielas daļiņas iemiesojas („intususcepcijas“ ceļā) protoplasmā un līdz šim vēl nezināmā kārtā viņas ierodas arī dzīvības īpašības. Mēs nezinām, cik ilgi viņas paliek dzīvā stāvoklī, bet agri vai vēl tas oksidējas. Oksidācijas rezultātā rodas brīva enerģija, kuŗu paparde izlieto darot darbu un uzturot sevi. Oksidētie produkti tiek vēlāk no šūniņām izmesti (atdalīti). Ja chlorofila ķermenīši ražo vairāk stērķeles nekā pašlaik patērē protoplasma augšanas un izlabošanas vajadzībām, tad stērķele pēc ceļošanas pa augu glikozes veidā, var atkal pārvērsties atpakaļ stērķelē. Šī „rezerves stērķele“ nosēžas apakšzemes stumbra parenchīmā vai citur. Kad, beidzot, kaut kādā auga daļā rodas vajadzība pēc šī rezerves atbalsta, tad stērķele atkal pārvēršas glikozē un pāriet uz šo daļu. Domājams, ka jaunās lapas un vispārīgi jaunie audi vienmēr ir būvēti ne tikai no jaunražotās, bet pa daļai no šīs rezerves stērķeles.

Papardes, tāpat kā sliekas vielu maiņā varam izšķirt uz-būvējošo daļu (a n a b o l i s m u) un noārdošo daļu (k a t a b o l i s m u); šie jēdzieni gan neapzīmē skaidri zināmus, bet varbūtējus procesus.

*Izdevums.* Izdevums, tāpat kā ieņēmums, ir divējāds: proti vielas un enerģijas veidā, lai gan tas nav tik viegli pierādāms.

Augi katru gadu zaudē lielu daudzumu vielas un potenciālās enerģijas, ražojot sporas un rudeni lapām nobirstot. Bet vielu augi vienmēr zaudē arī oglekļa dioksīda (nelielos daudzumos), skābekļa un ūdens veidā. Šīs vielas difundē caur virsādiņu un izgaro caur atvārsnītēm. Īsteni par izdevumu būtu jāpieņem vienīgi to vielu izmešana, kuŗas pašas kādreiz bijušas dzīvas protoplazmas sastāvdaļa. To nevar teikt par skābekli, kuŗu vienkārši izmet ražojot stērķeli, un arī par izgarojošo ūdeni, kuŗš iziet augam cauri bez kaut kādām ķīmiskām pārmaiņām. Augs nepārtraukti zaudē enerģiju siltuma veidā un darot mehānisku darbu. Tas notiek pie katras dzīvas darbības.

*Elpošana.* Jau dzirdējām, ka gaismā (t. i. stērķelei rodoties) paparde uzņem oglekļa dioksīdu un izmet brīvu skābekli. Bet ja augam trūkst gaismas, kā piem. nakti, tad notiek otrāds process: augs uzņem nelielus skābekļa daudzumus un izmet attiecīgu daudzumu oglekļa dioksīda. Šis pēdējais process ir īstā auga elpošana jeb respirācija, un viņu nevajaga sajaukt ar oglekļa dioksīda uzņemšanu un skābekļa atdalīšanu, kurā ir viena no stērķeles ražošanas pavadparādībām.

Elpošana turpinājas arī gaismā, laikam pat vēl stiprāk nekā tumsā, bēt tad viņa ir pilnīgi aizsegta no citiem acīs krītošiem procesiem. Mēs redzējām, ka dzīvā vielā enerģija atraisās pašai vielai noārdoties. Tas ir īsts oksidācijas jeb sadegšanas process, kurā brīvam skābeklim pieder svarīgākā loma (III. nod. 29. lap. p.); tādēļ arī brīvs skābeklis tiek uzsūkts elpojot. Starp sadegšanas gala produktiem ūdens un oglekļa dioksīds ir visievērojamākie. Pēdējais ir atdalīta oglekļa dioksīda avots. Vēlāk redzēsīm, ka gluži tamlīdzīga ir dzīvnieku elpošana, un ka gluži tāpat elpo visas dzīvas būtnes.

*Pteris aquilina*

Barošanās bilance.

I e ņ ē m u m s.	I z d e v u m s.
Viela.	Viela.
Barība.	Oglekļa dioksīds.
Neorganiski sāļi.	Ūdens.
Oglekļa dioksīds.	Izdalitās vielas.
Ūdens.	Vairošanās šūniņas.
Brīvs skābeklis.	Ļapas u. t. t.
Enerģija.	Brīvs skābeklis — no oglekļa dioksīda noārdīšanas gaismā.
No chlorofila uzsūktā saules gaisma.	Enerģija.
Barības potencialā enerģija.	Padarītais dards.
	Siltums.
	Potencialā enerģija izmestās vielās, vairošanās u. t. t. šūniņās.

Bilance par labu dzīvai papardei:

Viela:

Audi, protoplasma, stērķele, koksne, chlorofils u. t. t.

Enerģija:

Potencialā enerģija organiskās vielās.

Ilgu laiku domāja, ka augi un dzīvnieki visvairāk atšķiras ar to, ka pirmie izdala skābekli un uzsūc oglekļa dioksīdu, bēt otrie izdala oglekļa dioksīdu un uzsūc skābekli. Tagad turpretī, zinām, ka viņi abi izdala oglekļa dioksīdu un abi uzņem skābekli, un tikai zaļo augu chlorofila daļām ir sevišķa spēja sadalīt oglekļa dioksīdu un ūdeni un ražot stērķeli. Šis darbības blakus jeb starpprodukts ir skābeklis (bet tikai gaismā), un tas tiek izmests.

*Auga un apkārtnes sakari.*

Apkārtnes iespaidus uz papardi jau pietiekoši apskatījām (117. lap. p.). Tomēr atliek vēl aplūkot papardes iespaidu uz apkārtni. Tas ir pa daļai fizisks, bet visvairāk ķīmisks. Bīdot lapas gaisā un stumbru, saknes un zarus zemē, gaiss un zeme tiek izcilāti. Bet tikai ar savu ķīmisko darbību paparde dziļāk iespaido apkārtni. Uzsūcot no pēdējās ūdeni, sāļus, oglekļa dioksīdu un citas vienkāršas vielas un tāpat arī saules gaismu, paparde izdara viņā lielas pārmaiņas. Viņa ražo no šiem negatavajiem materiāliem organisko vielu stērķeles, tauku un pat proteīnu veidā. Šīs vielas paparde savā dzīvības laikā pa daļai atdod apkārtnēi atpakaļ. Pēc auga nāves tās pāriet pilnīgi apkārtņē. Bet visievērojamākais fakts papardes darbībā ir tas, ka viņa spēj ražot un uzkrāt arī enerģijas bagātus savienojumus. Šinī ziņā viņa nav līdzīga sliekai (87. lap. p.), bet raksturo vispārīgi zaļos augus. Dzīvnieki ir ar enerģiju bagāto savienojumu noārdītāji, zaļie augi ir šo savienojumu ražotāji. Tā tad dzīvnieki un bezchlorofila augi, kaut arī gaŗā ceļā, ir pilnīgi atkarīgi no zaļiem augiem. Nekad nedrīkst aizmirst, ka lielākā daļa augu ražo organisko vielu no neorganiskas ar viņos esošā chlorofila palīdzību. Bez chlorofila augi šinī ziņā ir bezspēcīgi (skat. tomēr, 159. lap. p.).

*Audu sistemu fizioloģija.* Virsādiņas jeb epiderma audi ir vienīgie apmaiņas vārti starp auga iekšējām daļām un apkārtni, bet tai pašā laikā viņi aizsargā un dažās vietās arī atbalsta auga ķermeņa daļas. Šiem audiem piekrīt arī vairošanās funkcija, kā to redzējām apskatot spormaisiņu, anteridiju un archegoniju attīstīšanos.

Trauku kūlīšu audiem pa daļai ir atbalsta nozīme. Viņu ir sevišķi daudz prosenchimā; tie ir cieti un sevišķi tas viņus padara spējīgus izpildīt šo atbalstīšanas uzdevumu. Tikpat svarīgi tie ir kā vadi, jo pa viņiem kustas ūdens uz lapām iztvaikošanai. Viņos staigā (pa sietstobriem) nekāstošie un nedifundējošie proteīni.

Pamataudu uzdevums ir, vai nu ņemt dalību citu audu sistemu īpatnējās darbībās, kā tas piem. ir ar virsādiņas audus atbalstošo sklerotisko prosenchimu apakšzemes stumbrā (97. lapp.) un ar trauku kūlīšu uzdevumus izpildošo sklerotisko prosenchimu, vai arī tiem piekrīt loma barošanās un vielu maiņas funkcijās, kā piem. mesofilā (104. lapp.) un apakšzemes stumbra parenchimā.

*Vairošanās fizioloģija.* Nav zināms, vai paparde mirst no vecuma. Neņemot vērā nejaušos gadījumus, virsotnes pumpura augšanas spēja liekas būt bezgalīga un rit vienlīdzīgi ar apakš-

zemes stumbra pakalējo daļu nomiršanu (92. lap. p.). Bet vai nu indivīds mirst vai ne, vairošanās aktā ir radīts līdzeklis pret rāsas nāvi. Kaut arī vairošanās liekas indivīdam nevajadzīga un pat saistīta ar ikgadēju diezgan lielu vielas un enerģijas zaudējumu, tomēr katra auga daļa tieši vai netieši darbojas par labu šai funkcijai. Vairošanās šūniņas ir rūpīgi sagatavotas, apgādātas agrā attīstības pakāpē ar pietiekošu barības daudzumu, viņās ir ieliktas *Pteris aquilina* sevišķās spējas un īpatnība, kas dzīves laikā iespaido katru soli, un kuņas savukārt atkal tiek dotas līdz nākošai paaudzei. Šīs šūniņas ir vairošanās nolūkam no vecākiem atšķirtās dzīvās daļas un viņās ir daļa tās sporas protoplasmas, no kuņas ir cēlušies šo šūniņu vecāki. Tādā ceļā caur viņām notiek „dīgplazmas turpināšanās”, par ko jau bij runa sliekas apskatā. Vārdu sakot, vairošanās ir auga augstākā funkcija. Ar Micēla F o s t e r a vārdiem, oosfera ir individualās dzīves mērķis, un dzīvība ir riņķis, kuņš sākās ar oosferu un beidzas ar atgriešanos viņā.

*Papardes un sliekas salīdzinājums.* Paviršam novērotājam var likties, ka papardei un sliekai ir ļoti maz vai pat nav nekā kopēja, izņemot to, ka abus viņus saucam par dzīvjiem. Bet katrs, kas būs iedziļinājies iepriekšējās lapas pusēs, skaidri saskatīs aiz daudzām sīkām dažādībām auga un dzīvnieka vispārīgo līdzību pamatos, ne tikai pēc dzīvās vielas vienādības abos, bet arī pēc viņu ķermeņa uzbūves un izcelšanās gaitas. Augs un dzīvnieks attīstās no vienkāršas šūniņas, kuņa rodas no divu dažādi būvētu šūniņu (vīrišķas un sievišķas) savienošanās. Sliekā un papardē dīgļa šūniņa vairojas un rada šūniņu masu, kuņa sākumā sastāv no gandrīz vienlīdzīgām šūniņām. Vēlāk tās diferencējas dažādos virzienos, lai varētu izpildīt dažādas darbības, t. i. ierodas darba fizioloģiskā dalīšana. Tā izceļas audi, kuņi augā un dzīvniekā ir pilnīgāki vai nepilnīgāki apvienoti noteiktos organos un sistemās. Šiem organiem un sistemām ir izdalītas dažādās ķermeņa darbības. Auga un dzīvnieka individualās dzīves pēdējais augstākais mērķis ir vairošanās šūniņu ražošana, kuņas ir jauna un līdzīga riņķa izejas punkts.

Šī pamatīpašību vienādība sniedzas arī abu organismu darbībā (fizioloģijā). Abiem viņiem piemīt spēja piemēroties apkārtnē, kuņā tie dzīvo. Abi uzņem dažādā veidā no apkārtnes vielu un enerģiju un iebūvē to savā dzīvā vielā. Beidzot, abi caur iekšēju sadegšanu noārda šo vielu par vienkāršākiem savienojumiem un tā iegūst enerģiju savas dzīvās darbības uzturēšanai. Un, agri vai vēlu, augš un dzīvnieks atdod atpakaļ apkārtnē no viņas kādreiz paņemto vielu un enerģiju. Ar citiem vārdiem, starp abiem organismiem un apkārtni notiek vielas un enerģijas maiņa.

Tomēr augs atšķiras no dzīvnieka. Tie krasi atšķiras pēc veida: augs ir piestiprināts un samērā nekustīgs, turpretī dzīvnieks ir lokans un kustīgs. Auga miesa ir vairāk viendabīga; dzīvnieka miesā ir daudz dobumu. Augs uzsūc vielu tieši caur ārējo virsmu; dzīvnieks pa daļai caur ārējo, pa daļai caur iekšējo (barības kanāla) virsmu. Augs spēj uzņemt vienkāršus ķīmiskus savienojumus no gaisa un zemes un kinētisko enerģiju no saules; vislielākā daļa dzīvnieku uzsūc saliktus ķīmiskus savienojumus un nespēj izlietot bārošanās mērķiem saules kinētisko enerģiju. Ar šīs enerģijas palīdzību augs ražo no vienkāršām vielām, oglekļa dioksīda un ūdens, stērķeli; turpretī dzīvniekam šīs spējas nav. Augs spēj uzbūvēt no barības slāpekļa un citiem savienojumiem proteīnus; dzīvniekam nepieciešami vajadzīgi gatavi proteīni barībā. Augs ražo proteīnus savā dzīvā vielā, un tādēļ viņam ir lieki sagremošanas procesi, kuŗi pārvērstu šīs vielas par difundējošām miesā.

Kaut arī šīs pretešķības liekas lielas, tomēr tuvāk aplūkošanas viņas izzūd, izņemot vienu. Šis izņēmums ir spēja ražot barību. Augu un dzīvnieku veids ir dažāds, tādēļ ka viņu dzīves veids ir dažāds. Ir daudz dzīvnieku (korāļi, sūkli, hidroidi u. t. t.), kuŗi vispārīgi ļoti atgādina augus. Tāpat ir daži augi, kuŗi ne tikai pēc veida, bet arī aktīvo kustību dēļ atgādina dzīvniekus. Tārpa kuņģis, kā to zinām pēc viņa attīstības, ir ķermenī iespiesta vispārējās ārējās virsmas daļa; tā tad dzīvnieks, tāpat kā augs, uzņem barību ar visu virsmu, skābekli — caur vispārējo ārējo virsmu, citas barības vielas caur ķermenī iespiesto zarnu virsmu.

Tamlīdzīgi var viegli pārlicināties, ka paliek tikai viena auga un dzīvnieka pamata atšķirība, t. i. spēja ražot barību. Tārpam ir vajadzīga jau gatava, proteīnus saturoša barība. Tāda ir vajadzīga arī papardei, bet paparde pati spēj ražot šo salikto barību no vienkāršām sastāvdaļām. Kas attiecas uz enerģiju, tārps uzņem jau gatavu, ar potenciālu enerģiju bagātu barību; paparde, izlietojot saules enerģiju, var ražot barību no vielām bez enerģijas.

Tādēļ varam teikt, ka paparde ar saules enerģijas palīdzību ir būvētāja un enerģijas uzkrājēja; slika ir noārdītāja un enerģijas izšķiedēja. Šī starpība pieņem milzīgu nozīmi, ja iedomājamies, ka paparde šinī ziņā ir visu zaļo augu un slika visu dzīvnieku raksturīgi pārstāvji.

Vēlāk redzēsim, ka pat šī starpība, lai tā būtu cik liela būdama, ir pa daļai izlīdzinājusies bezkrāsainos augos, piem. raugu un pelējumu sēnēs, bakterijās u. t. t. Šiem augiem nav chlorofila, tādēļ tie nespēj izlietot gaismas enerģiju; viņiem ir vajadzīga ar enerģiju bagāta barība. Bet šiem organismiem

nav vis vajadzīga proteīnu barība, kā dzīvniekiem, bet viņi spēj ņemt visu vajadzīgo enerģiju no vienkāršajiem taukiem, ogļhidrātiem un pat dažiem sāļiem. Ja dzīvnieku raksturīgās, atšķirīgās īpašības ļaujas samazināties līdz vienkāršai atkarībai no proteīnu barības, tad nevar būt šaubu, ka atšķirība starp dzīvniekiem un augiem ir neizmērojami mazāka, nekā viņu pamatīpašību līdzība.

Pagājušo nodaļu mērķis bij, dot lasītājam vispārēju jēdzienu par organismu, vienalga vai augu vai dzīvnieku, par viņa uzbūvi, augšanu un darbošanās veidu; par viņa stāvokli vielas un enerģijas pasaulē un par viņa attiecībām pret dzīvām būtnēm. Pamatodamies uz šīm ievadošām zināšanām, lasītājs ir sagatavots iedziļināties citu organismu pārstāvju studijās. Parasti iesāk ar zemākām un vienkāršākām dzīvības formām un iet pakāpeniski uz augšu; un tā darīt ir sevišķi vērtīgi, tādēļ, ka šis virziens, domājams, vispārīgi sakrīt ar organismu evolūcijas ceļu.

## XI. NODAĻA.

### Vienšūniņu organismi.

Pagājušās lapas pusēs redzējām, ka sarežģītais pieaugušas papardes vai sliekas jeb kaut kuņas citas augstākas dzīvas formas ķermenis rodas no vienas, mikroskopiska lieluma šūniņas. No šīs šūniņas — apaugļotās olas jeb oosferas caur dalīšanos rodas jaunas šūniņas. Šīs šūniņas savukārt atkal dalās, paaudzi pēc paaudzes, kamēr izveidojas pilnīgi pieaudzis ķermenis. Tas ir uzbūvēts no miriadiem šūniņu. Šūniņu dalīšanās šinīs gadījumos nebeidzas ar pilnīgu šūniņas atšķiršanos un šūniņas neiegūst pilnīgu patstāvību. Taisnība, viņām ir zināma uzbūves un darbības neatkarība, un viņu individualās īpašības var ļoti tāli atšķirties no jaunpiedzimušo šūniņu īpašībām (diferencēšanās), bet šūniņas tomēr paliek ar materialām un fizioloģiskām saitēm cieši savienotas vienā ķermenī. Ķermeni tomēr nevajaga iedomāties kā vienkāršu, individuēli neatkarīgu šūniņu sakopojumu. Ķermenis ir indivīds; viņa vairāk vai mazāk pilnīgs sadalījums šūniņās ir par pamatu darba fizioloģiskai dalīšanai. šūniņu diferencēšanās ir darba dalīšanas ārējā izteiksme.

Tas tomēr piemērojams tikai augstākiem tipiem. Attīstības apakšējās pakāpēs ir liels daudzums formu, kuņu miesā nav vis daudz šūniņu, bet tikai viena. Tādēļ tās pēc uzbūves nevar salīdzināt ar pieaugušu papardi vai slieku, bet gan ar vairošanās šūniņu, no kuņas paparde un slieka cēlušās. Šīs formas sauc par vienšūniņu organismiem, kā pretstatu daudzšūniņu organismiem. Tāpat kā visas citas šūniņas, vienšūniņu organismi vairojas daloties; bet pēc dalīšanās šeit agri vai vēlu seko pilnīga šūniņu atšķiršanās. Šūniņu jaunā paaudze nepaliek vis apvienota, bet kļūst par pilnīgi neatkarīgiem indivīdiem. No šīm šūniņām tādēļ nekad nerodas īsts daudzšūniņu ķermenis. Šeit šūniņa ir indivīds un ķermenis ir viena šūniņa. Neskatoties uz visu to, vienšūniņu organismā notiek visas dzīvību raksturojošās parādības. Vienkārša protoplasmas daļiņa, viena šūniņa savieno sevī visas dažādās elementārās darbības, kuņas daudzšūniņu organismā ir izdalītas starp daudzām, dažādos audos un organismos diferencētām šūniņām. Tādēļ fizioloģiskā ziņā vienšūniņu



formas ir tādi pat „organismi“, kā daudzšūniņu formas. Dažos gadījumos viensūniņu ķermenī novērojama starp viņas daļām ļoti augsta diferencēšanās pakāpe. Viensūniņu formas ir organismi uz dzīvības zemākām robežām. Viņos redzamas dzīvības parādības pirmatnējā veidā. Tādēļ šie organismi var būt par atslēgu augstāko tipu organizācijas izpratnei.

Starp viensūniņu formām atradīsim augu un dzīvnieku pārstāvjus. Dažus no viņiem tagad apskatīsim tuvāk.

## XII. NODAĻA.

### Vienšūniņu dzīvnieki (*Protozoa*).

#### A. Ameba. (*Proteus animalcule*).

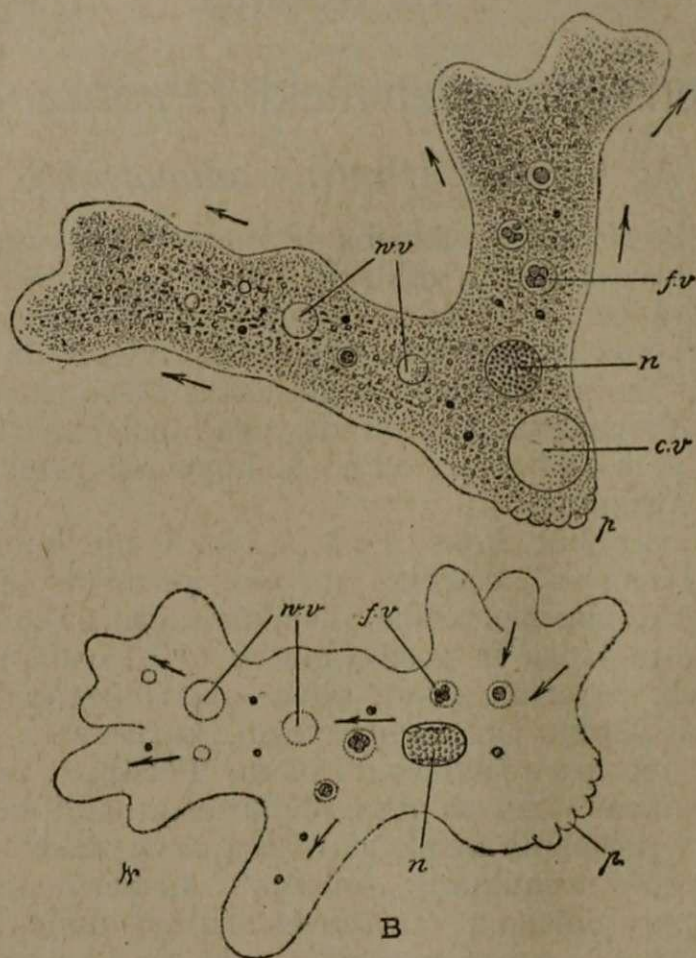
*Vispārējs pārskats.* Ameba ir mazs organisms, kuŗu gadās atrast stāvošā ūdenī, dīķu un dobjū nosēdumos, uz ūdens augiem, mitrā zemē, dažādos organiskos aplējumos, ar vienu vārdu, visur, kur ir mitrums, organiskas vielas un citi labvēlīgi apstākļi. Ir daudz amebu sugu, dažas dzīvo sāļos, citas saldus ūdeņos. Vispazīstamākā un visvairāk izplatītā no saldūneņa formām ir *Amoeba proteus*, kuŗu arī ņemsim par pamatu mūsu apskatam\*).

Ameba var būt kūstīgā stāvoklī un miera stāvoklī (*iečaulojusies*). Darbīgā stāvoklī ķermenis ir (65. zīm.) mazs, kails protoplasmas piciņš. Lielākās sugas tikko saredzamas ar kailu aci, jo viņas ir pusmilimetra ( $1/50$  collas) gaŗas. Šī masa lien jeb, pareizāk sakot, plūst, aktīvi izstumdama savas vielas daļiņas lapīņu un zariņu veidā, kuŗus sauc par *mānkājiņām* jeb *pseudopodijām*. Pēdējās var parādīties kaut kuŗā virsmas vietā un atkal ievilkties atpakaļ kopējā masā. Tā dzīvnieka ķermenis nemitīgi maina savu veidu. Tādēļ šim dzīvniekiem dots nosaukums „*proteus*“. Ja ķermenis ir labi izstiepies, tad protoplasmā var redzēt skaidru malas daļu, kuŗu sauc par *ektoplasmu*, un vidējo daļu, *entoplasmu*. Pēdējā ir pārpildīta ar rupjiem graudiņiem, no kuŗiem ķermenis dabū ļoti raksturīgu graudainu jeb pelēku izskatu. Ektoplasmā kā maisā brīvi peld šķidrākā entoplasma. Šīs divas vielas nav atšķirtas viena no otras ar kaut kādu noteiktu robežu, bet ne-traucēti pāriet viena otrā. No ārpuses ķermeņa robeža ir ektoplasmas ārējā mala. Ķermenim apkārt nav plēves, tas ir pilnīgi kails. Tomēr protoplasmas masai nav tieksmes samaisīties ar apkārtnes ūdeni. Tā pilnīgi patura savu patstāvību; viņa ir indivīds.

Mānkājiņa izveidojas kaut kuŗā ķermeņa virsmas vietā kā ieapaļš ektoplasmas izspiedums. Pēdējā piepeši pieplūst ento-

\*) Citas parastās formas ir *A. radiosa* un *A. verrucosa*. Lielā *A. (Pelomyxa) villosa* un *A. (Dinamoeba) mirabilis* ir retāk sastopamas.

plasma un vēlāk ierodas uz āru ejoša straume. Entoplasma izspiež ektoplasmu uz āru un ķermeņa viela tek māņkājiņā. Beidzot visa miesas viela ieplūst māņkājiņā, no kuŗas pa to laiku rodas jaunas māņkājiņas, un tā viss dzīvnieks kustas plūšanas virzienā. Pseudopodiju, kuŗa sasniegusi zināmu lielumu, pre-



Zīm. 65. AB.

*Amoeba proteus*. Pēc dzīva eksemplāra  $\times 300$ . Bultas aizrāda protoplasmas straumju virzienus; n — kodols, c v — savilkties spējīgs dobulis, f v — barības dobulis, w v — ūdens dobulis. A rāda protoplasmas izskatu un apveidu, B ir tā paša dzīvnieka apveids četras minūtes vēlāk. A figurā uz augšu ejošās straumes ir apstājušās, izsīkušas un galvenā straume novirzījies tagad uz kreiso pusi.

tējā virzienā, uz centru ejošās straumes var ievilkt miesā atpakaļ un viss ķermenis var plūst uz priekšu citā virzienā.

Parasti māņkājiņas izbīdās vienmēr vienā galā (kuŗu sauc par „priekšējo”), un vispārējais kustības virziens tādēļ ir pastāvīgs un nevis neskaidrs un nenoteikts, kā bieži saka. Plūšanas virziens tomēr var mainīties zināmās robežās, jo pastāvīgi to novirza uz vienu vai otru pusi jaunradušās pseudopo-

dijas. Tās mānkājiņas, kuŗu virziens tieši nesakrīt ar kustības virzienu, var pamazām saplūst ar galvenā kustības virziena mānkājiņām, jeb pretējā virziena straumes ievēl tās ķermenī atpakaļ. Pēdējā gadījumā no viņām bieži paliek redzami savilkti, kārpām līdzīgi atlikumi; tamlīdzīgu kārpu grupas parasti redzamas ķermeņa „pakaļējā” galā (65. zīm., p). Vispārējā kustības virziena maiņa notiek, novirzot galveno straumi sānu mānkājiņā.

*Ameba* barojas no sīkiem augiem un dzīvniekiem jeb citām organiskām daļiņām. Viņai nav mutes, un barības vielas tā ieņem (kaut kuŗā ķermeņa vietā) protoplasmāi apvelkoties apkārt barības daļiņām\*). Nesagreojamos atlikumus tikpat primitīvi izmet ārā, parasti „pakaļējā” gala vienā vai otrā vietā. Bez šīm cietajām barības vielām *ameba* uzņem arī zināmu daudzumu ūdens (kopā ar tanī izkusušiem nelieliem daudzumiem neorganisko sāļu). *Ameba* arī elpo, uzņemot difūzijas ceļā ūdenī izšķīdušo brīvo skābekli un atdalot oglekļa dioksīdu.

Tāda ir *ameba* darbīgā stāvoklī. *Miera* stāvoklī jeb *iečaulošānā* iestājas vēl visā visumā neizdibinātos apstākļos, bet tas gan laicam notiek uznākot nepiemērotiem apstākļiem, kā piem. barības trūkumam, diķiem izžūstot u. t. t. Tad mānkājiņas ievēlkas, kustības apstājas, ķermenis paliek apaļš un aplājas ar cietu plēvi. Dzīvnieks neuzņem barību un visa viņa darbība gandrīz izbeidzas. Šinī ziemas miegam līdzīgā stāvoklī dzīvnieks var palikt ilgi. Plēve to aizsargā no izžūšanas, un pēc apkārtējo ūdeņu izgarošanas vējš dzīvnieku līdzīgi putekļu daļiņām var aiznest tālu projām. No jauna nonākusi izdevīgos apstākļos, protoplasmā pārplēš plēvi, izlien no tās, un atkal iestājas darbīgs stāvoklis.

*Uzbūve.* Entoplasmā, parasti pakaļējā gala tuvumā, atrodas kodols (65. zīm., n), divpusēji izliektas ripas veidā. Tas sastāv visvairāk no rupjiem *chromatina* graudiem (skat. 22. lap. p.). *Ameba* tā tad ir reizē viena šūniņa un viensūniņas organisms. Morfoloģiski viņa ir līdzvērtīga augstāko dzīvnieku audu vienai šūnīnai (vairošanās šūnīnai), no kuŗas rodas visas daudzšūniņu formas. *Amebai* ir viensūniņas ķermenis.

*Protoplasmā* (citoplasmā) ir skaidra pamatviela un (ja ir entoplasmā) neskaitāms daudzums dažādu pēc veida un lieluma graudu, kuŗi ļoti atšķiras dažādos indivīdos. Bieži šiem graudiem ir rombisku kristāla ķermenīšu veids, citreiz viņi ir

\*) Šāds šūniņas barošanās veids bieži sastopams daudzšūniņu, tāpat arī viensūniņu dzīvniekos. Tādas šūniņas sauc par *fagocītiem* (rijējšūniņām) un pašu procesu par *fagocitozi*. Acīmredzot, tas ir tikai intracelulāras gremošanas sākums.

ieapaļi jeb nevienādas formas. Graudu īstais ķīmiskais sastāvs nav skaidri zināms, bet droši vien viņos ir salikti organiski savienojumi. Tie laikam ir vielu maiņas produkti un rezerves barības vielu krājums\*).

*Dobuļi jeb vakuoles.* Protoplasmā bieži ir ieapaļi dobuļi. Var izšķirt trējādus:

a. *Ūdens dobuļus* (65. zīm., w, v.), pildītus ar ūdeni. Atrodas entoplasmā. Kustas līdzī entoplazmas straumēm.

b. *Barības dobuļus* (f, v) arī entoplasmā. Viņos ir cietas, no ārienes ieņemtās barības vielas, kuņas šeit tiek sagremotas. Kad gremošana ir beigusies, dabulis tuvojas ārusei, parasti pakalējā galā, izlauž ārējo kārtu un izmet nesagremojamos atlikumus. Pēc tam ektoplasma tūlī noslēdz plīsumu. Tā tad amebai nav mutes, barības kanāla un tūpla, bet protoplazmas kopējā masa izpilda visu triju vietu.

c. *Savilktiespējīgie dobuļi jeb kontraktīlās vakuoles* (c. v.). Parasti viens, dažreiz dubulti. Atrodas netālu no pakalējā gala un ir pildīti ar šķidrumu. Krasi atšķiras no citiem dobuļiem ar savu ritmisko pukstēšanu. Pēc vienāda laika sprīža atkārtojas izplešanās (*diastole*) un savilkšanās (*sistole*). *Diastoles* laikā dobulis lēni piepildās ar šķidrumu, kuņš satek viņā no apkārtējās protoplazmas. *Sistole* norit ļoti strauji un ar sparū izmet šķidrumu ārā pa ektoplasmā izplīsušu caurumu. Pēdējais tūlī pēc tam atkal izzūd. Savilktiespējīgais dobulis nešaubāmi ir ļoti vienkāršs atdalošais aparāts. Ūdenī, kuņš uzkrājas dobuļī, ir izšķīduši vielu maiņas produkti, kuņi tiek izmesti ārā\*\*).

*Vairošanās.* Ja arī amebai ir barības pārpilnība, viņa tomēr aug tikai līdz zināmam lielumam. Kad robeža ir sasniegta, dzīvnieks agri vai vēlu „sadalās“ divās mazākās amebās.

Tā tad amebas individa eksistence ir parasti norobežota nevis ar nāvi, bet caur sadalīšanos divos jaunos individos. Tas ir vienkāršākais bezdzimuma vairošanās veids. Amebai tas ir vienīgais\*\*\*). Amebas dalīšanās ir pēc būtības tā pati parastā audu šūniņas dalīšanās; kodols dalās pirmais, un tad citoplasma. Vai kodola dalīšanās ir netieša (t. i. iet pa kariokinezes parādību ceļu), nav tieši novērots, bet jādomā, ka tas tā ir. Katrā ziņā, amebas pakāpenisko dalīšanos var salīdzināt ar daudz-

\*) Dažu amebu sugu entoplasmā var būt arī daudz smilšu graudiņu, kuņi uzņemti no ārienes. *A. Proteus* entoplasmā tādu nav.

\*\*) Atcerēsimies, ka sliekas nefridija dobūms ir intracelulārs, tāpat kā dobuļi.

\*\*\*) Ir apgalvots, ka amebas var konjugēt, un ka viņas vairojas no iekšējās dalīšanās. Tomēr abiem šiem apgalvojumiem trūkst pierādījumu.

šuniņu dzīvnieku olas pakāpenisko dalīšanos (24. lap. p.). A m e b a s pēcnācēji atraisās viens no otra un rada neatkarīgus individus, turpretī olas šuniņas pēcnācēji paliek cieši savienoti un izveido vienu daudzšuniņu individu.. Tā tad morfoloģiski daudzšūnainie salīdzināmi nevis ar a m e b u, bet ar daudzām a m e b ā m.

*Fizioloģija.* Dzīvnieka iespējami vienkāršās uzbūves piemērs redzams amebā, kuŗa morfoloģiski ir zemākās organizācijas pakāpes dzīvnieks. Attiecīgi vienkāršas un pirmatnējas ir arī viņas fizioloģiskās darbības. Analizējot šīs funkcijas, sapratīsim, kas vispārīgi ir svarīgākais un galvenākais dzīvnieku fizioloģijā. Amebas dažādas darbības apskats rāda, ka visas šīs darbības var tikt izsmeltas ar n e d a u d z ā m p r o t o p l a s m a s f i z i o l o ģ i s k ā m p a m a t ī p a š ī b ā m \*).

1 S a v i l k š a n ā s s p ē j a j e b k o n t r a k t i l i t ā t e ir kustības cēlonis. Šī spēja sevišķi skaidri novērojama, ja dzīvnieku kairina ar piepešu pieskaršanos jeb iedarbojoties ar elektrisku sitienu; tad dzīvnieka ķermenis savelkas lodē. Šī īpašība, kuŗa gluži vienāda ar muskuļu savilkšanos (25. lap. p.), ceļas no molekularā sakārtojuma pārveidošanās. Pēdējā saistīta ar ķīmiskām pārmaiņām, no kam rodas masas formas maiņa, tūlpumam nemainoties. Kontraktilās vakuoles darbībai pamatā ir apkārtējās protoplasmas savilkšanās spēja; tāpat arī maņkājiņu izstumjošās un ievelkošās straumes un visa dzīvnieka vietas maiņa ceļas no ārējās protoplasmas kārtas vietējas savilkšanās, kuŗa spiež uz priekšu šķidrākās vidējās daļas.

2. I e k a i r i n ā m ī b a (l ī d z a r k o o r d i n a c i j u), jeb iespaidošanās spēja, reaģēšana uz kairekļiem, kuŗi darbojas uz vai iekš protoplasmas. Savilkšanās spēja jeb kontraktilitāte ir par cēloni veida maiņai no elektriskā sitiena, bet spēja iespaidoties no šī sitiena un izsaukt kontraktilitāti, ir iekairināmība. No šīs īpašības rodas dzīvnieka spēja piemēroties apkārtnes pārmaiņām un arī spēja saskaņot dažādas sava ķermeņa darbības. Piemēram: ameba izšķir barojošas vielas no vielām bez barojošas vērtības. Viņa ievēl pirmās un atgrūž pēdējās. Fizioloģiski šī izšķiršanas spēja nav nekas cits kā dažādas reakcijas uz dažādiem kairinājumiem, tā tad arī iekairināmības parādība. Dažādas amebas darbības (kustības u. t. t.), neskatoties uz viņu neskaidro raksturu, ir s a s k a ņ o t a s j e b k o o r d i n ē t a s vienā veselā sistēmā; arī koordināciju var uzlūkot kā iekairināmības parā-

\* Jāuzsver, ka tiklab man, kā arī visiem angļiski runājošiem bioloģiem, jāpateicas Fosteram par pirmo uz amebas pamatoto „fizioloģisko pamatīpašību” izcelšanu.

dību: pārmaiņas vienā organisma vietā kairina citas daļas un šīs pēdējās tiek nostādītas līdzsvarā ar pirmajām. Iekairināmības īpašība ir visu augstāko dzīvnieku formu nervu darbības pamatā (skat. 55. lap. p.) un darbojas līdz arī daudzās citās funkcijās.

3. **Vielu maiņa** ir visu dzīvo darbību pamats; tā ir noārdīšanas un uzbūvēšanas spēja: noārdošas ķīmiskas pārmaiņas protoplasmā (**katabolisms**) atbrīvo enerģiju, uzbūvējošā darbība (**anabolisms**) rada protoplasmu un uzkrāj potenciālu enerģiju. (29. lap. p.). Ir pamats domāt, ka vispārīgi amebas vielu maiņas parādības ir līdzīgas augstāko dzīvnieku vielu maiņas parādībām. Noārdošās (kataboliskās) pārmaiņas galu galā ir oksidācijas procesi. Šī procesa gala produkti amebā, kaut arī vēl nepilnīgi izpētīti, nešaubāmi ir oglekļa dioksīds, ūdens un dažī slāpekļa savienojumi (mīzalu viela jeb viņai radniecīgi savienojumi). Jādomā, ka šo vielu lielāko daļu dzīvnieks izmet ārā (**sekrecija, ekskrecija**) ar kontraktilās vakuoles palīdzību, bet oglekļa dioksīds iziet no ķermeņa, difundējot caur virsmu (**elpošana**).

Materiali uzbūvējošiem procesiem (**anabolismam**) tiek ņemti no organiskām barības vielām — augiem, dzīvniekiem vai viņu ķermeņu drumstalām. Šīs vielas ameba **uzņem** un **uzsūc** no ūdens, tāpat kā pēdējā izšķīdušos neorganiskos sāļus. Brīvais skābeklis ieiet difūzijas ceļā caur virsmu (**elpošana**). Proteinu vielas ir nepieciešamas barībā, un tādēļ ameba ir dzīvnieks.

Barības uzņemšana, uzsūkšana, sagremošana, cirkulācija un atdalīšana, kuņģi visi ir vielu maiņas priekšspēle, augstākos dzīvniekos ir saistīti ar dažādiem orgāniem, audiem un šūniņām, bet šeit norit vienā un tai pašā šūniņā. Cietas barības uzņemšana šeit ir saistīta ar tās iespiešanos šūniņā, un proteīnus arī nevar uzsūkt difūzijas ceļā, tādēļ nepieciešama iekššūniņas jeb intracelulāra sagremošana, no kam savukārt rodas šūniņas defekācijas (izkārnīšanās) nepieciešamība. Amebai nav noteiktas un pastāvīgas mutes un tūpļa, bet visa šūniņas virsma ir potenciāli mute jeb tūplis. Īsumā, protoplazma šeit neuzrāda darba fizioloģisko dalīšanu, bet gan šīs dalīšanas trūkumu.

4. **Augšana un vairošanās**. Amebā īsteni nevar nošķirt vielu maiņu no augšanas un vairošanās; vairošanās ir augšanas tiešas vai netiešas sekas, kā vienkāršs anabolisma pārākums pār katabolismu. Tomēr praktiski šī izšķirība ir nepieciešama, jo dzīvo būtņu tieksme iet pa augšanas un vairošanās riņķi ir viena no viņu uzkrītošākām un raksturīgākām īpašībām.

Ameba aug, tāpat kā visi protoplasmatiskie veidojumi, visā masā, intususcepējas ceļā (7. lap. p.) un nevis apozīcijas ceļā, kārtām nosēžoties virspusē, kā neorganiskie ķermeņi, piem. kristali. Labvēlīgos barošanās apstākļos uzbūvējošais process pārsniedz noārdošo procesu un ķermenis pieņemas lielumā līdz zināmām robežām; ja tās ir sasniegtas, tad notiek dalīšanās. Kādi apstākļi nosprauž šo robežu, nav zināms, bet laikam gan tas ir sakarā ar ģeometrisko principu, ka šūniņas tilpums pieaug kā viņas diametra kubs, turpretī virsma, caur kuŗu šūniņa uzsūc barību un arī visādi citādi stāv sakarā ar ārējo pasauli, pieaug vienīgi kā šūniņas diametra kvadrats. Tā tad šūniņa nevar neaprobežoti augt, neizjaucot savu normalo līdzsvaru. Daloties notiek šūniņas lieluma periodiska samazināšana. Šim principam tomēr nav liela vērtība, jo tas ir ļoti vispārējs. *Amebas* dažādas sūgas izšķiras pēc lieluma. Tiešais iemesls tam meklējams visai intīmos sakaros starp organismu un apkārtni, ko mēs vēl tagad neizprotam. Nav zināms, vai *ameba* arī vispārīgi mirst no vecuma.

Šīs protoplazmas „fizioloģiskās pamatīpašības“ ir visas fizioloģijas pamats. Tās ir piemērojamas visiem dzīvības veidiem, tiklab augu kā dzīvnieku.

*Radniecīgas formas.* Ameba ir ļoti lielas pirmdzīvnieku klases pārstāvis. Viņa pieder pie *sakņkājiem* jeb *rizopodiem*, kuŗiem visiem ir spēja izstumt mānkājiņas; arī citā ziņā tie līdzinājas amebai. Saldūdeņos visplašāk ir izplatīta *Arcella* ģints, kuŗas pārstāvji pat darbīgā stāvoklī pārvilkti ar brūnu, ragam līdzīgu plēvi („čaulu“). Pēdējā ir liels ieapaļš caurums, caur kuŗu izbīdās mānkājiņas. *Diffugia* arī ir ļoti parasta saldūdeņu forma; viņa uzbūvē sev skaistu vāzei jeb retortei līdzīgu čaulu. Šī čaula ir no smilšu graudiņiem jeb dažos gadījumos pat no diatomu čaulām.

*Actinophrys* jeb „saules dzīvnieciņam“ mānkājiņas ir adatu veidīgas, un izlaistas staruveidīgi uz visām pusēm.

Starp jūras formām sevišķi interesantas un ievērojamas divas grupas (kārtas). Viena no viņām ir *Foraminifera*, kuŗai ir kaļķa čaula ar neskaitāmiem caurumiem; otra — *Radiolaria*, ar krama čaulu. Daudzas no šīm formām peld ūdens virspusē. Viņu agrākos laikos nomestās čaulas uzkrājušās dibenā tādos milzīgos daudzumos, ka piem. no floraminiferu čaulām ir radušies krīta slāņi, un radiolariju atliekām ir bijusi liela loma krama klinšu izveidošanā.



## Vienšūniņu dzīvnieki. (Protozoa). (Turpinājums).

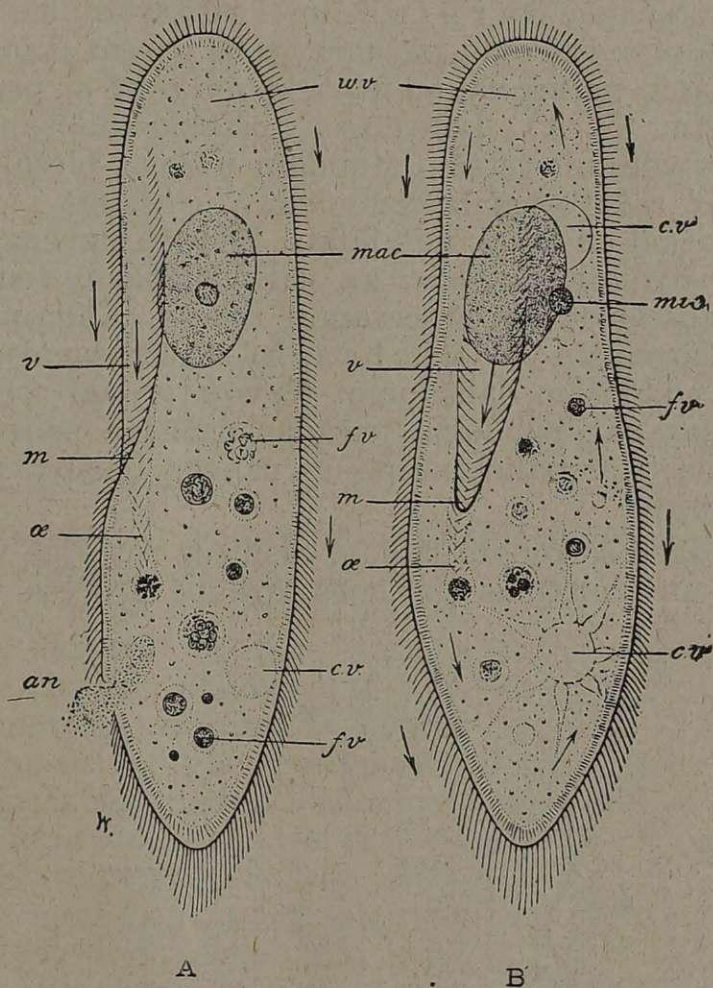
### B. Infusorijas.

(*Paramecium, Vorticella u. t. t.*)

Infusorijas ir sīki vienšūniņu dzīvnieki, kuri sastopami, tāpat kā amebas, stāvošā ūdenī jeb organiskos aplējumos (Infusum, skat. 162. lap. p.), no kam arī infusorijas dabūjušas savu nosaukumu. Uzbūve galvenos vilcienos viņām ir ļoti līdzīga ar amebu un tās radniecīgām formām. No amebas infusorijas atšķiras ar savu augstāko diferencēšanās pakāpi, jo kustībai māņkājiņu vietā ir skropstas; infusorijās jau arī novērojam pirmās dzimuma vairošanās pazīmes. *Paramecija* (tupelīte) ir brīvi kustīga forma. Viņa lielos daudzumos sastopama siena aplējumos jeb ūdenī ar trūdošām *Nitella* vai citu augu atliekām. *Vorticella* („zvana dzīvnieciņš“) visur sastopams pieķēries ar tievu kātiņu pie ūdens ziediem (*Lemna*) un citiem augiem vai zemūdens priekšmetiem. Dažreiz viņš atraujas no kātiņa un kādu laiku brīvi peld. Abas formas ir būvētas galvenos pamatos pēc vienāda plana, bet *Vorticella* dažā ziņā ir augstāk diferencējusies.

*Paramecija*. Tupelai līdzīgais ķermenis (66. zīm.) ir pārklāts ar skropstām. Ar pēdējo palīdzību dzīvnieks strauji kustas. Morfoloģiski ķermenis ir viena šūniņa, kuŗa vispārīgi ir tāpat uzbūvēta kā ameba, tikai pārklāta ar plānu virsplēvīti („kutikulu“). Protoplasmas diferencēšanās ektoplasmā un entoplasmā ir ļoti krasa. Ektoplasmā ir ļoti daudz īpatnēju stabiņveidīgu ķermenīšu (*trichocistu*), no kuŗiem var tikt izmesti gaŗi pavedieni. Tie laikam noder uzbruksanai un arī lai aizsargātos. Tāpat kā amebā, arī paramecijas protoplasmā ir ūdens (*W. v.*) un barības dobuļi (*f. v.*) (kuŗi riņķo entoplasmā straumēs). Vienā vai otrā ķermeņa galā ir divi ļoti lieli savilkties spējīgi dobuļi (*c. v.*). Kodols (kā vispārīgi infusorijās) ir diferencējies divās krasi dažādās daļās: lielā ovalā (*macronucleus*, *mac.*) un sīkākā, apaļā (*micronucleus*, *mic.*). Pēdējais atrodas pirmajam sānos, un dažās sugās ir dubults.

Pretēji amebai, paramecijai ir noteikta mute (m) un barības rīkle (oe). Pēdējā atveras ārā caur slīpu, piltuvei līdzīgu iespaidumu. Šis iespaidums, kuŗu sauc par priekšīņu (vestibulum), atrodas ķermenīša vienā pusē. Skropstas ierauj mutē sīkas, peldošas barības daļiņas, un tās



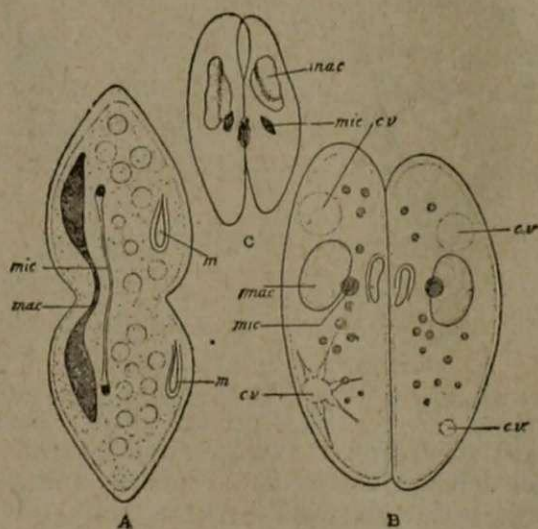
Zīm. 66. AB.

*Paramoecium caudatum*. A — no kreisās puses; redzama tūpla vieta. B — no vēdera puses; priekšīņa redzama no priekšpuses; bultas ķermenī aizrāda protoplasmas straumju virzienus; ārējās bultas aizrāda skropstu radīto ārējo straumju virzienus. an — tūpla vieta, cv — savilkties spējīgs dobums, fv — barības dobums, wr — ūdens dobums, m — mute, mac — lielais kodols, mic — mazais kodols, oe — barības rīkle, v — priekšīņa. Dzīvnieka priekšējais gals ir pagriezts uz augšu.

uzkrājas barības rīkles dibenā skropstu radītā virpulī. Laiku pa laikam barības masa pāriet no šejienes entoplasmā, un pēc tam tur rodas barības dobums, kuŗā notiek barības sagremošana. Nesagremojamie pārpalikumi beidzot iziet laukā nevis caur kādu pastāvīgu caurumu jeb tūpli, bet izlaužoties noteiktā

vietā cauri protoplasmā. Šī vieta atrodas netālu no pakalējā gala (66. zīm.), un tādēļ to sauc par tūpļa vietu. Paramecijas savilkties spējīgie dobuļi ir sevišķi labi novērošanai. Savilkšanās brīdī jeb īsi pirms savilkšanās tiem ir zvaigznes veids. Šie stari jeb kanali stiepjas protoplasmā; pieņem, ka pa viņiem šķidrums ieplūst dobuļī. Tāpat kā *ameba*, arī paramecija sastopama darbīga un iečaulojusies. Darbīgā stāvoklī viņa vairojas, pārdaloties uz pusēm. Lielā un mazā kodola dalīšanās notiek vai nu iepriekš jeb reizē ar protoplazmas dalīšanos (zīm. 67, A). Labvēlīgos apstākļos dalīšanās var notikt ik pēc divdesmit četrām stundām jeb pat biežāk. Šis process, kurš ir raksturīgs bezdzimuma vairošanās piemērs, var atkārtoties atkal un atkal, ilgu laiku. Bet pēc slavenajiem Mopā (*Maupas*) pētījumiem liekas, ka pat vislabākos temperatūras un barības apstākļos šim procesam ir robeža. Kāda paramecijai radniecīga forma *Stylonichia*, šo robežu sasniedz pēc 300 viena otrai sekojošām dalīšanās. Tuvojoties šai robežai, dzīvnieks izvēršas par punduru, parādās dažādas izvirtības pazīmes, un beidzot tas paliek nespējīgs uzņemt barību. Rāsa kļūst veca un nomirst.

Tomēr dabā šo robežu laikam sasniedz reti, jeb viņu nekad nesasniedz, un izvirtības tieksmes apslāpē process, kurū sauc



Zīm. 67. ABC.

A. Paramecijas dalīšanās. (Pēc G. N. Kalkinsa preparāta) mac — lielais kodols, mic — mazais kodols, m — mute.

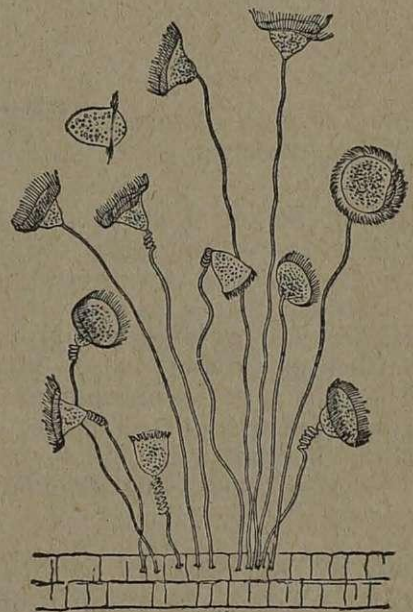
B konjugācijas pirmā pakāpe. Dzīvnieki ir salikušies kopā ar vēdera pusēm; vienīgā pārmaiņa pagaidām ir mazo kodolu palielināšanās. C — konjugācija mazo kodolu izmaiņas brīdī (mazāk palielināts). Lielie kodoli iznīkst. Katram individam ir divi mazie kodoli (tagad vārpstveidīgi), no kuriem viens paliek ķermenī, otrs pāriet uz otru individu un savienojas ar tā nekustīgo mazo kodolu. (Pēc Mopā.)

par konjugāciju. Šinī procesā divi indivīdi novietojas viens otram blakus, saplūst pa daļai kopā, un tā paliek savienoti dažas stundas (67. zīm., B, C). Šinī savienošanās laikā notiek kodola vielu apmaiņa, pēc kam dzīvnieki atkal izšķiras. Lielā un mazā kodolā tagad ir jaukta viela, kuņā ir līdzīgs daudzums viena un otra indivīda vielas. Pēc abu dzīvnieku izšķiršanās drīz seko viņu dalīšanās.

Katrā indivīdā lielais kodols sabrūk un izgaist. Indivīdu mazie kodoli dalās divas reizes. Tā rodas četri ķermeņi, no kuriem trīs izzūd. Ceturtais atkal no jauna dalās divās daļās, no kuņām viena paliek ķermenī, bet otra pāriet uz otru indivīdu un saplūst ar viņa mazo kodolu. Pēc tam dzīvnieki izšķiras. Šis process ir savstarpējs (reciproks), katrā indivīdā tagad ir mazais kodols ar vienādu vielas daudzumu no abiem indivīdiem. Šis mazais kodols tagad divas reizes dalās, un tā rodas četri ķermeņi, no kuriem divi paliek par lielajiem un divi par mazajiem kodoliem. Drīz seko indivīdu dalīšanās, kuņas pēc tam turpinājas parastā kārtā.

Šim procesam ir acīmredzama līdzība ar augstāko dzīvnieku vairošanās šūniņu savienošanos. Tomēr to nevar saukt par dzimuma vairošanos un pat arī ne par vairošanos; tas ir vienīgi salīdzināms ar vienu dzimuma vairošanās daļu. Daudzšūniņu dzīvniekos pēc divu šūniņu savienošanās (apaugļošanas) seko ilga šūniņu dalīšanās (olas segmentācija) un beigās šūniņas paliek savienotas kopā par jaunā indivīda ķermeni. Infusoriju īslaicīgajai kopā saplūšanai (konjugācijai) arī seko daudzkārtēja šūniņu dalīšanās, bet šūniņas paliek pilnīgi šķirtas, katra par patstāvīgu indivīdu.

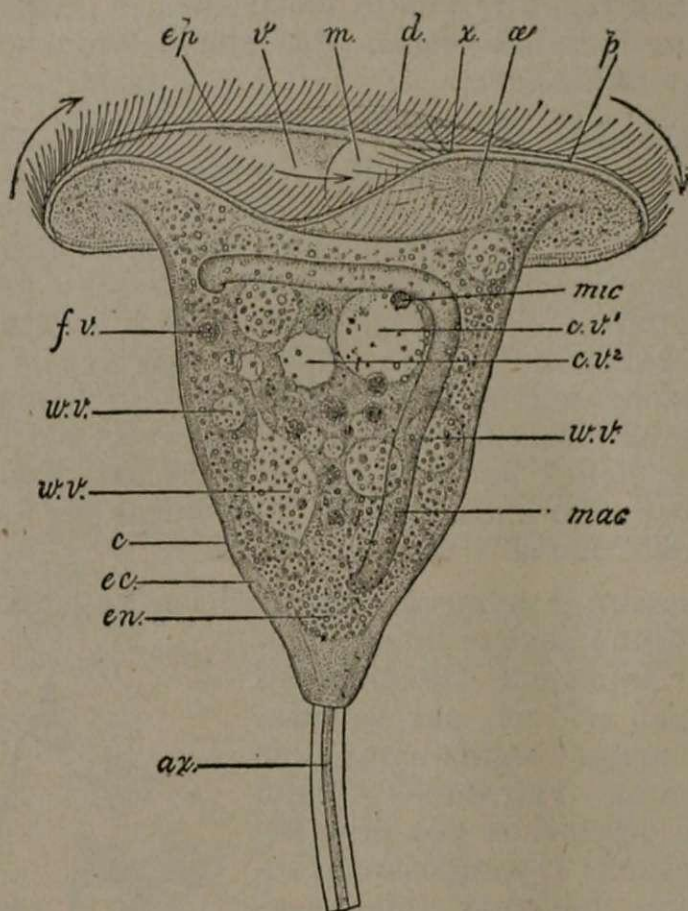
*Vorticella* vispārējā uzbūvē ir līdzīga paramecijai, bet atšķiras no pēdējās ar dažiem interesantiem sīkumiem, kuři izteic viņas augstāko diferencēšanos. Ķermenis ir bumbierveidīgs jeb konisks, virsotnē ar gaņu, slaiku kātu. Pēdējam vidū ir tievs, savilkties spējīgs serdes pavediens, ar kuņa palīdzību kātu var savilkt spirālē un ķermeni novilkt lejā. Ap



Zīm. 68.

*Vorticellu* grupa dažādos stāvokļos, piestiprinājušās pie ūdens auga virsmas.

pavedienu ir stāipīga maksts (virsplēvītes turpinājums), kuŗa atkal kātu izstiepj (69. zīm.). Skropstiņas sakopotas sabiezējušā malā jeb uz peristoma (p), kuŗš apjož konusa pamatu jeb disku. Vienā pusē disks ir paaugstināts un izveido

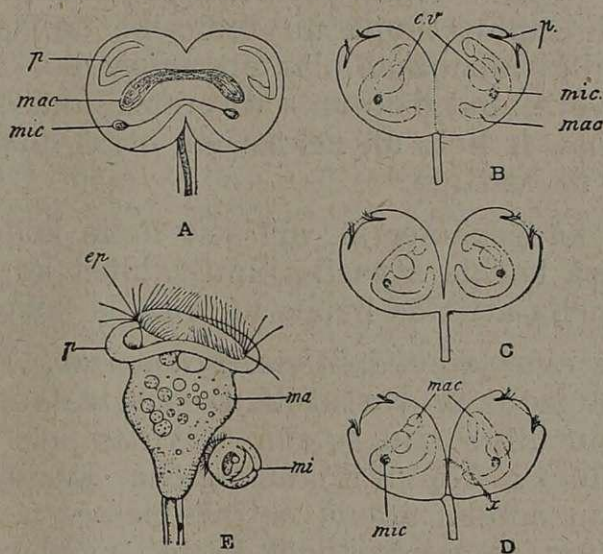


Zīm. 69.

*Vorticellas galvina* stipri palielināta; ax — kātiņa savilkties spējīgais serdes pavediens, c — virsplēvīte, cv — savilkties spējīgais dobums, d — disks, ec — ektoplasma, en — entoplasma, ep — epistoms, f v — barības dobums, m — mute, mac — lielais kodols, mic — mazais kodols, oe — barības rīkle, p — peristoms, v — priekšīņa, w v — ūdens dobumi, x — vieta, kur priekšīņas galā satiekas peristoms ar epistomu.

asu ar skropstām pārklātu lenķi, kuŗu sauc par epistomu (ep). Tai pašā pusē peristoms iet uz leju, atstādams starp sevi un epistomu spraugu. Šī sprauga ir priekšīņa (v), un viņā atveras mute. Priekšīņā atrodas arī tūpla vieta, kuŗa līdzīga paramecijas tūpla vietai. Skropstiņas rada spēcīgu mutē ejošu straumi, kuŗa pienes barību. Lielais kodols (mac) ir garš, slaisks, pakava veidā; sīkais, apaļais, mazais kodols (mic) atrodas tuvu lielā kodoļa vidējai daļai. Parasti ir viens savilkties spējīgs dobums.

Vorticella vairojas daloties; protoplasmas dalīšanās pavada lielā un mazā kodola dalīšanās (70. zīm.). Dalīšanās plāksne ir vertikāla (tā tad pāršķeļ peristomu uz pusēm), bet sniedzas tikai cauri galvenam ķermenim, pametot kātiņu veselu. Tādēļ īsi pēc dalīšanās kātiņam ir divas galviņas. Viena no tām paliek pie kātiņa, bet otra aizvelk cieti savu peristomu, dabū apvidu otro skropstu riņķi (70. zīm.), atraisās no kātiņa un aktīvi peld apkārt kā „kustīga forma”. Beidzot viņa nosēžas ar



Zīm. 70.

Vorticellas dalīšanās un konjugācija. A — agra dalīšanās pakāpe. Redzama mazā (mic) un lielā (mac) kodola dalīšanās; p — peristoms. (Pēc Bičli.)

BCD — viena otrai sekojošas dalīšanās pakāpes. B un C kodoli pilnīgi sadalījušies un šūniņas ķermeņa dalīšanās ir pilnā gaitā; c v — savilktais spējīgais dobums. D — dalīšanās pabeigta. Individam pa labi ir dzenošo skropstu vainags (x) un tas katru acumirkli var aizpeldēt projām.

E — nekustīgās makrogametas (ma) konjugācija ar brīvi peldošo mikrogametu (mic); p — peristoms, ep — epistoms. (Pēc Grifa.)

savu pamatu, nomet otro skropstu rindu, attīsta kātiņu un pieņem parasto veidu. Nelabvēlīgos apstākļos tamlīdzīgas kustīgas formas rodas biežāk bez iepriekšējās dalīšanās; galviņa vienkārši iegūst otro skropstu riņķi, nokrīt no kātiņa un aizpeld projām meklēt labākus dzīves apstākļus. Vorticella var arī iečauloties, nometot peristomu un muti, pieņemot apaļu veidu, attīstot biezu plēvi un atraisoties no kātiņa. Šinī stāvoklī viņa dažreiz vairojas iekšēji daloties, t. i. sakrītot daudzos sīkos apaļos ķermeņos (s p o r ā s), no kuriem katrā ir daļa kodola. Šīs sporas beidzot plēvei pārplīstot kļūst brīvas, iegūst skropstiņu riņķi un pēc apkārtklejošanas piestiprinājas, zaudē skropstu riņķi, attīsta kātiņu un peristomu.

Vorticellas konjugācijas procesā ir dažas interesantas īpatnības: 1) konjugācijas arvien notiek starp lielo, nekustīgo individu (*makrogameta*) un daudz sīkāko brīvi peldošo individu (*mikrogameta*) (70. zīm., E). Mikrogameta rodas vai nu parastam individam daloties nevienādās daļās un mazākai daļai paliekot brīvai, jeb arī tā, ka dzīvnieka div- jeb vairākkārtējas dalīšanās ātri seko viena otrai. 2) Konjugācija ir ilgstoša un pilnīga, makrogametas ķermenis galīgi uzsūc mikrogametas ķermeni. Pirmās ķermenī, pēc sarežģītām pārmaiņām, abi kodoli saplūst kopā un tad seko dalīšanās. Tā tad konjugācija pilnīgi līdzinājas olas apaugļošanai. Konjugējošās šūniņās jau novērojama dzimuma diferencēšanās; viena no viņām, tāpat kā ola, ir liela un nekustīga, otra, līdzīgi spermatozoidam, ir sīka un kustīga.

Tāpat kā paramecijā, arī šeit lieli kodoli pilnīgi izzūd un mazā kodola atvasinājumi saplūst kopā. No tā radušās ķermeņa attīstās lielais un mazais kodols.

*Eiglena un citas vienkāršākās infusorijas.* Pretēji tādām formām kā paramecija un vorticella, kuņām ir daudz skropstiņu; ir arī daudz tādu infusoriju, kuņām ir viens liels kustinošs pavediens (flagellum). No pēdējām eiglena, kuņa dažreiz atrodama stāvošā un noteku ūdenī, netīrās pelņēs u. t. t. ir viena no interesantākām, jo vairāk tādēļ, ka tai ir chlorofils, sarkana krāsas (pigmenta) „acs vieta“, un dažos apstākļos arī ameboidas kustības.

*Saliktās jeb „koloniju“ formas.* Daudzu vorticellai tuvu radniecīgu formu individi („zooidi“), kuņi rodas pēc dalīšanās, tūdaļ neatšķiras viens no otra, bet uz kādu laiku paliek kopā un tā izceļas „kolonija“, kuņā var būt simtiem zooidu. Kādas parastas sugas *Zoothamnion* kolonija līdzinājas skaistam kokam ar vienu vidēju stumbru un daudzām zarojošām atvasēm, kuņas visas sākas no stumbra galotnes un katra beidzas ar zooidu. Visiem zariem cauri velkas nepārtraukta savilktais spējīga ass. Līdzīgas ir *Carchesium*, tikai savilktais spējīgā ass beidzas katra zara sākumā. *Epistylis* ass ir bez savilkšanās spējām. Šādas koloniju formas ir dziļi interesantas, jo aizrāda uz to, kā varēja izcelties īstās daudzšūniņu formas. No pēdējām viņas atšķiras ne tikai ar to, ka šūniņu savienība nav ilgstoša, bet arī ar to, ka starp šūniņām nav ne mazākās darba dalīšanas.

*Fizioloģija.* Infusoriju lielākā daļa ir īsti dzīvnieki, kuņu barošanās galvenos vilcienos ir pilnīgi vienāda ar amebu barošanās. Infusorijas tāpat sagremo ne tikai proteīnus, bet arī ogļhidrātus un taukus. *Paramecija* un *Vorticella* ir zā-

lesēdāju formas (herbivori), jo viņas pārtiek no sīkiem augiem un it īpaši no bakterijām. Citas formas ir visuēdājas (omnivori), piem. *Stentor*, *Bursaria*, jo tie pārtiek no augu un dzīvnieku barības. Citas ir tīri gaļasēdējas (karnivori), un dzīvo kā laupītāji, bieži uzbrukdami par viņām lielākām zālesēdāju formām, tā tad gluži tāpat kā to dara gaļasēdāji starp zīdītājiem. Tā viensūniņu pasaule atspoguļo mazumā augstāko tipu galvenās bioloģiskās attiecības.

Visai ievērojams ir apstāklis, ka dažu infusoriju sugu (piem. *Paramecium bursaria*; *Vorticella viridis*) ektoplasmā ir daudz chlorofila graudiņu. Par viņiem ir daudz spriests. Tos uzlūko kā dzīvnieka pastāvīgu sastāvdaļu, t. i. kā attīstījušos no dzīvnieku protoplazmas jeb arī kā sīkus augus, kuri „simbiotiski“ dzīvo dzīvniekā. Pirmā gadījumā (kurš ir visticamākais), dzīvnieks zināmā mērā barojas pēc zaļo augu parauga (Skat. 119. lap. p.).

Tagad katram, kas uzmanīgi sekojis pagājušās lapas pusēs aprādītām parādībām, būs skaidrs, ka viensūniņu dzīvnieki ir „organismi“ visā īstenībā un ne tikai nosaukti tā viņu dīvainības dēļ. Piemēram, dažu infusoriju vienīgā šūniņa var tik tālu diferencēties, ka attīstās vienkārši manekļi (piem. eiglenas acs vieta), nepilnīgi izveidota rīkle un pilnīga mute (kā *paramecijai* un *vorticellai*), kustību organi (skropstas, pavedieni), atdalošie organi (savilktnes spējīgie dobuļi) u. t. t. u. t. t.



## XIV. N O D A Ļ A.

### Vienšūniņu augi.

#### A. *Protococcus*.

(*Protococcus*, *Pleurococcus*, *Chlorococcus*, *Hoematococcus* etc.)

Vienšūniņu augi, tāpat kā vienšūniņu dzīvnieki, ir ļoti plaši izplatīti, bet kā indivīdi pa lielākai daļai neredzami sava mikroskopiskā lieluma dēļ. Tomēr lielās masās tie bieži kļūst redzami vai nu kā peldošas vai uzjauktas šķidrumu „duļķes“ (raugs, bakterijas, diatomi, desmidijas u. t. t.) jeb arī pateicoties krāsu pārmaiņām uz koku stumbriem, zemes, akmeņiem, jumtiem un puķu podiem. (*Protococcus*, *Gloeocapsa* u. t. t.).

Zem nosaukuma *Protococcus* (κόκκος, pirmējs, πρώτος, oga) savām tagadējām vajadzībām apvienosim daudzas visvienkāršākās apaļās zaļās formas, ar vēl neskaidru stāvokli sistemā, bet kuŗas ir ļoti vienādas pēc uzbūves. Pa lielākai tiesai viņas dzīvo mierīgos ūdeņos, mitrā zemē, uz akmeņiem, koku stumbriem, veciem jumtiem, ūdens mucās, jumtu lāstekās un tamlīdzīgās vietās. Dažreiz viņu krāsa atkarībā no sugas ir iedzeltēni zaļa, dažreiz zilgani zaļa un dažreiz, kaut gan retāk, iesarkana.

Viena no parastākām un acīs krītošākām sugām bieži sastopama ēnas pusē uz vecu koku stumbriem, zaļgana sarmojuma veidā. Sausā laikā pēdējais ir tikko saskatāms, bet pēc lietus tas paliek spilgti zaļš. Ja ar šo *Protococcus* formu pārklātus mizas gabaliņus saslapina, tad zaļo sarmojumu var katrā laikā dabūt redzēt. Šie augi atrodami kā graudains audums un pēc izmirkšanas viegli noņemami ar susekli.

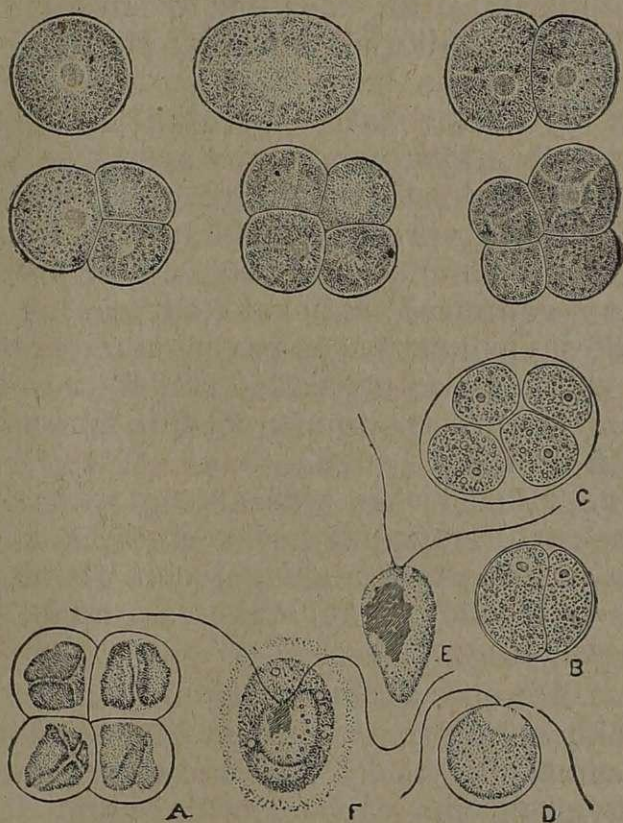
*Morfoloģija*. Mikroskopiska izmeklēšana rāda, ka noņemtas daļiņas ir ieapaļas dzeltēni zaļganas šūniņas. Tās sastopamas vai nu katra par sevi jeb pa divām, trim, četrām vai vairākām kopā. Katra atsevišķa šūniņa ir pilnīgs indivīds, spējīgs neatkarīgi dzīvot. Viņa ir skaists zaļo (papardei līdzīgo) augu pārstāvis, samazināts līdz zemākai robežai. (71. zīm.).

Līdzīgi a m e b ā m u n i n f u s o r i j ā m, protokoks, vismaz dažas sugas, sastopams kustīgā un miera stāvoklī tāpat kā vienšūniņu dzīvnieki. Pēdējiem parasti kustīgais jeb aktīvais stāvoklis ir valdošais. Iečaulotā stāvoklī tie sastopami reti.

Protokoks turpretī reti sastopams kustīgā stāvoklī, un parastā auga darbība norit nekustīgā stāvoklī.

*Uzbūve.* Pēc uzbūves protokoks ir raksturīga šūniņa (22. lap. p.). Viņa ir gandrīz bumbai līdzīga protoplazmas masa ar vienu kodolu. Ap protoplasmu ir plāna koksnes kārtiņa (šūniņas apvalks). Protoplasmā ir arī viens jeb vairāki chlorofila ķermeņi (chromatofori; 104. lap. p.), ar kuru palīdzību augs, līdzīgi papardes zaļajām šūniņām, ražo sev barību.

Tām formām, kurām ir kustīgs stāvoklis, šūniņa ir bumbas, olas jeb bumbiera veidā, ar chromatoforiem un apvalku, kuram stiepjas cauri divi pavedieni. Olveidīgām formām pēdējie atrodas tuvu pie tievā gala un, kā vienmēr, ir kustību organs, jo strauji dzen šūniņu pa ūdeni (71. zīm.).



Zīm. 71.

*Protokoks (Pleurococcus)* no gobas mizas; augšā — dabīgā stāvoklī; A — sažuvušā, B, C — miera, D, E, F — kustīgā stāvoklī. (Pēc Kohna.).

*Vairošanās.* Parasti viensūniņu augu un dzīvnieku vairošanās notiek šūniņai daloties. Bumbierveidīgais protokoks pāršķēlas divās šūniņās, kuņas var atdalīties viena no otras. Tomēr ļoti bieži izšķiršanās ir nepilnīga jeb nokavējas tik ilgi, kamēr jaunradušās šūniņas jau savukārt ir sadalījušās. Tā

rodas šūniņu sakopojums, kuŗš atgādina augstāko formu attīstības gaitā audu izveidošanās pirmos soļus. Beidzot tomēr notiek pilnīga izšķiršanās, un tādēļ šeit šūniņa nav vienība ķermenī, bet pati ir ķermenis un indivīds. (Skat. 127. lap. p.). (Zīm. 71.).

Tā rodas jaunās jeb pēcnācējas šūniņas, kuŗām ir spēja augt un, beidzot, arī savukārt dalīties. Labvēlīgos apstākļos viena paaudze var ļoti ātri sekot otrai. Katra jauna šūniņa ir puse no mātes šūniņas un viņā ir arī puse no visām mātes šūniņas vielām. Tā tad šeit, tāpat kā amebā, iedzimtības problēmas, nesarežģītas ar dzimuma izšķirībām, ir visskaidrākās.

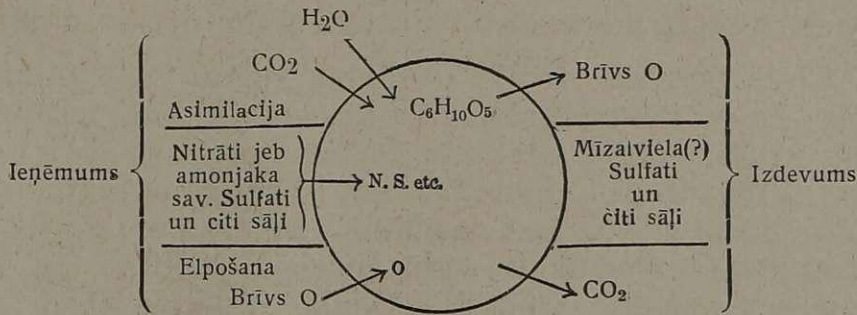
Dažu *protokoku* sugu nekustīgās šūniņas, sevišķos, vēl labi nezināmos apstākļos, rada augšā pieminētās *kustīgās* formas (*zoosporas*). Attīstītās skropstas jeb, pareizāki, pavedieni un protoplasmatiskā masa līdz ar chromatoforiem aktīvi peld ūdenī. Pēc kāda laika šīs kustīgās šūniņas var palikt nekustīgas, pazaudēt savus kustinošos pavedienus un sadalīties vairākās daļās, no kuŗām katra var atkal kļūt par kustīgu šūniņu, un tā process atkārtojas. Citos apstākļos viņas atkal attīstās par parastām nekustīgām šūniņām. Dažās *protokoku* sugās, kustīgā stadijā var novērot kādu citu vairošanās veidu, savā ziņā pirmēju dzimuma vairošanos. Šinī procesā divas kustīgas šūniņas (gametas) satiekas, savienojas (*konjugācija*), pazaudē savus kustinošos pavedienus (skat. 131. lap. p.) un beidzot no viņām rodas parastās kustīgās un nekustīgās protokoka šūniņas. Šis process tomēr vēl līdz šim nav novērots no mums apskatītā protokoka sugā.

*Fizioloģija.* Mūsu tiešās zināšanas *protokoka* fizioloģijā ir ļoti mazas. Bet salīdzinošas studijas augu fizioloģijā liek domāt, ka šī vienkāršā auga galvenie fizioloģiskie procesi savos pamatos ir vienādi ar augstāko zaļo augu, kā piem. *papardes* procesiem.

*Barošana.* *Protokoka* ieņēmums, augot viņam parastā vidē uz koku stumbriem, mitriem ķieģeļiem un tamlīdzīgi, ir grūti noteicams. Bet tā kā protokoks dzīvo arī parastā lietus ūdenī, tad varam viņa varbūtējo ieņēmumu šādos apstākļos līdz zināmai robežai aprēķināt. Nav šaubu, ka viņš difūzijas ceļā uzsūc caur savu koksnes apvalku ūdeni un oglekļa dioksīdu, un ka no šīm vielām tas ražo stērķeli, kuŗa uskrājas chromatoforos sīku graudiņu veidā. Šis process norit vienīgi gaismā un ar chlorofila līdzdarbību. Šinī procesā, gluži tāpat kā *papardē*, atbrīvojas skābeklis. Slāpekli tas laikam ņem no nitrātiem jeb amonjaka savienojumiem, kuŗi necīgā daudzumā atrodami izšķīduši ūdenī. Citi nepieciešamie sāļi (sulfāti, chlorīdi, fosfāti u. t. t.), tāpat kā brīvs skābeklis, nāk no tā paša avota.

Šīs vielas var celties no vēja ienestām, lietus ieskalotām vai arī no trauku sienu daļiņām. Stērķeles uzbūvēšanas procesu, kurš izteicas  $\text{CO}_2$  un  $\text{H}_2\text{O}$  uzsūkšanā un  $\text{O}_2$  atbrīvošanā, parasti sauc par „asimilāciju“. Tāpat kā citi augi, laikam arī *protokoks* elpo uzsūcot brīvu skābekli un atbrīvojot  $\text{CO}_2$  (elpošana jeb respirācija).

*Protokoka* ieņēmumu un izdevumu var izteikt sekošā šemā:



Nedrīkst piemirst, ka šī šema ir tikai vispārējs procesu raksturojums visdažādākajos apstākļos. Pilnīgi droši, ka citos apstākļos *protokoks* var izlietot arī daudz sarežģītākas barības vielas. Tikai paliek neapgājami, ka *protokoks* ir atkarīgs no saules enerģijas, 2) ka viņa darbība visvairāk ir uzbūvējoša rakstura, kas izteicas saliktu savienojumu ražošanā (ogļhidrāti, proteīni) no vienkāršākiem. Šinī ziņā *protokoks* ir pilnīgs pretstats *amebai*, kuŗas darbība visumā ir noārdoša, t. i. saliktos savienojumus viņa nojauc par vienkāršākiem. Otrkārt, *ameba* ir neatkarīga no gaismas, jo smel enerģiju no savas barības potencialās enerģijas. Tā tad *protokoka* un *amebas* attiecības ir papardes un sliēkas attiecību īss atkārtojums, un reizē arī vispārīgi zaļo augu un dzīvnieku attiecību īss raksturojums.

*Augu fizioloģiskās pamatīpašības.* Aplūkojot *amebas* fizioloģiju, izrādās par iespējamu viņas dzīvības darbības apvienot nedaudzās fizioloģiskās pamatīpašībās, proti: savilkšanās spējā, iekairināmībā, vielu maiņā, augšanā un vairošanās, — īpašībās, kuŗas ir kopējas visiem dzīvniekiem. Īsa pārdoma mūs pārliecinās, ka arī *protokoks* uzrāda šīs īpašības. Savilkšanās spēju un iekairināmību grūti pierādīt, kad *protokoks* ir miera stāvoklī, bet tā ir diezgan skaidra agrā kustīgā formā. No otras puses, vielu maiņa, augšana un vairošanās, acīmredzot pat miera stāvoklī ir normalas dzīves pavadoņi. Un gluži tāpat kā *protokoks* atšķiras no *amebas* ar savilkšanās spēju un iekairināmību, kuŗu viņam ir mazāk, tā arī vispārīgi augi šinī ziņā atšķiras no dzīvniekiem. Dzīvniekiem ir ļoti liela savilkšanās spēja un viņi ir arī viegli iekairināmi, turpretī augi

šinī virzienā vāji specializējušies. No otras puses, kā jau redzējām, salīdzinot p a p a r d i a r s l i e k u (125. lap. p.) un p r o t o k o k u a r a m e b u, vielu maiņas ziņā zaļie augi ir galvenām kārtām organisko vielu būvējošie, turpretī dzīvnieki — to noārdošie.

Barošanās ziņā, kā jau augšā sacīts, a m e b a un p r o t o k o k s ir divu fizioloģisko galējību pārstāvji. Tagad piegriezīsimies rauga un bakteriju studijām, kuri ir augi bez c h l o r o f i l a un zināmā mērā stāv vidū starp šīm divām galējībām.

*Citas formas.* Ir neskaitāmas sugas viensūniņu zaļu augu. Lielu grupu brūnganu ar caurspīdīgu, stiklam līdzīgu krama kārtu pārklātu formu sauc par d i a t o m e j ā m. Viņās ir gan chlorofils, tikai brūngana pigmenta apslēpts. Kāda cita grupa pazīstama kā d e s m i d i j a s. To viensūniņu ķermenis ir vidū īpatnēji ievilkts, tā kā no pirmā acu uzmetiena šīs divas daļas izskatās kā divas neatkarīgas šūniņas. Dažā ziņā *Protococcus* sugām daudz vairāk līdzinājas daži *Cyanophyceae* jeb „zaļi zilo alģu” pārstāvji. Starp tiem *Chroococcus* un *Gloeocapsa* no *Protococcus* atšķiras pirmkārt visvairāk ar zili zaļo pigmentu dzeltēni zaļā vietā; otrkārt, ar to, ka viņu atsevišķas šūniņas ir viena no otras tālu atšķirtas ar caurspīdīgām gļotām.

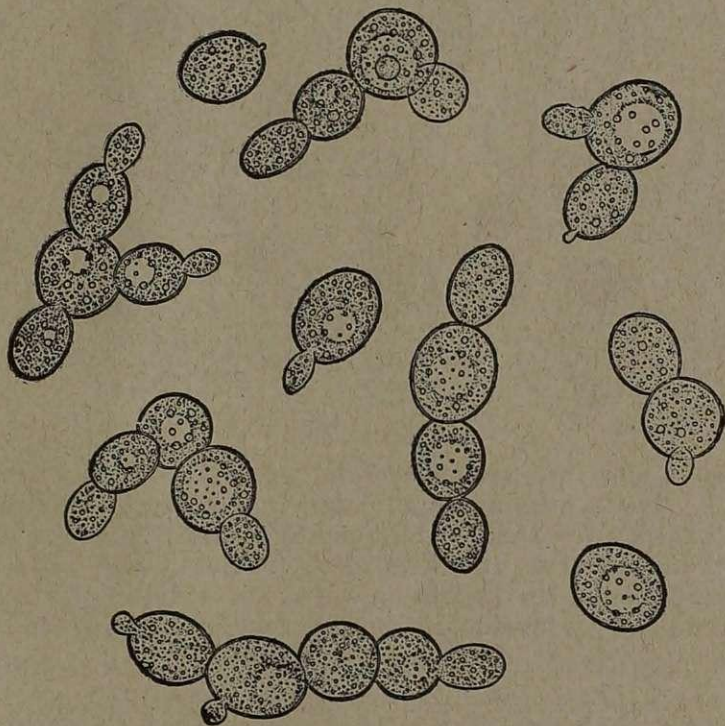
## XV. NODAĻA.

### Vienšūniņu augi. (Turpinājums).

#### B. Raugs.

(Saccharomyces).

Vispārējā apzīmējumā „raugs“ ietilpst dažas vienkāršākās augu dzīvības formas. Dažas rauga sēnītes sauc par „meža raugu“, jo viņas dzīvo uz rūgstošiem augļiem, augļu sulās un parasti sastopamas gaisā, citas ir „pieradinātas“ jeb kul-



Zīm. 72.

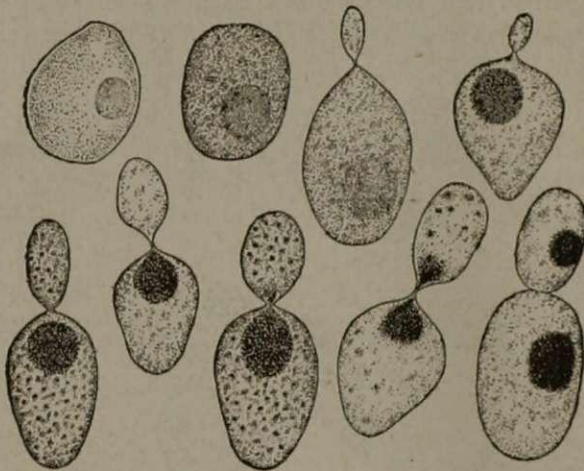
Rauga šūniņas. Aldaŗu augšējais raugs, strauji augošs. Šūniņās ir dobuli un sīki tauku pilieni. Redzami arī pumpuri dažādās attīstības pakāpēs un šūniņu apvalki. Kodoli nav redzami. (Stipri palielināts.)

tivētas; pēdējās pastāvīgi lieto alus darīšanai un maizes cepšanai.

Ja gabaliņu „rauga sierīņa“ (saspiestais jeb “sausais” raugs) sajauc ar ūdeni, tad dabū pienainu šķidrumu, kuŗš pilnīgi atgādina tā saukto maiznieku jeb deģu raugu.

Mikroskopisks izmeklējums pierāda, ka šķidrā rauga pie-nainais izskats visvairāk ceļas no milzīgā daudzumā peldošiem sīkiem, olveidīgiem, ķermenīšiem. Saspiestā raugā ir gandrīz tikai šie vienāda veida ķermenīši. Šie ķermenīši ir rauga šū-niņas; tā tad raugs galvenā kārtā ir viensūniņu organismu masa. Raugu, kā drīz redzēsīm, uzskata par augu, un atsevišķu šūniņu bieži sauc par rauga augu.

*Morfoloģija.* Aplūkosim parasto tirdznieciskiem nolūkiem kultivēto raugu. Tāda saspiestā rauga šūniņas ir apaļas jeb olveidīgas. Viņas ir no protoplasmas, kuŗu ieslēdz labi sare-dzamais šūniņas apvalks. Apstrādājot pēdējo ar attiecīgām vie-lām, var pierādīt, ka tas ir no koksnes. Vecās jeb dusošās šū-niņas apvalks ir biezāks nekā jaunās jeb spēcīgi augošās. Graudainā protoplasmā (*c i t o p l a s m ā*) parasti ir daudz dobuļu



Zīm. 73.

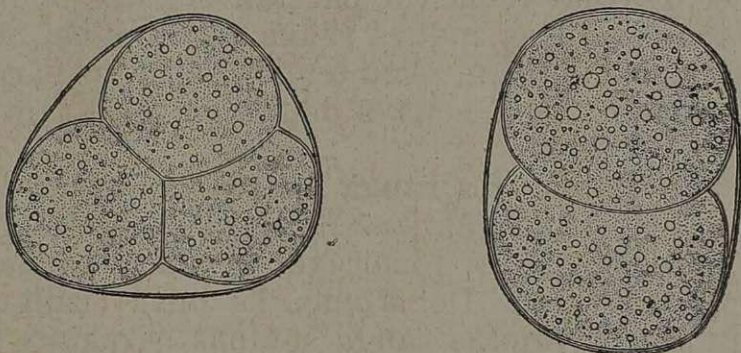
Rauga šūniņu kodoli un pumpurošanas process. (I. H. Emertona zīmē-jumi pēc S. C. Keita preparata.) Augšējais kreisais zīmējums rāda ko-dolu šūniņā krāsotu ar Delafielda hematoksilīnu. Augšējā labā stūra un apakšējās rindas figūras (no kreisās puses uz labo) rāda pakāpenisku pumpuŗa izveidošanos, un kodola izskatu, stāvokli un pārvietošanos. Jā-ievēro, ka pumpurs ir izveidojies iepriekš kodola dalīšanās. (Krāsots ar dzelzshematoksilīnu.)

(kuŗi satura sulu) un sīki spīdoši graudiņi (laikam tauku pi-lieni), bet viņā nav chlorofila un stērķeles. Vēl neilgi atpakaļ domāja, ka raugu šūniņā nav kodola, bet tagad ir zināms, ka katrā šūniņā ir liels un raksturīgs kodols. Viņš tomēr ir sa-skatāms tikai ar sevišķu reaktīvu palīdzību un dzīvā šūniņā reti jeb pat nekad nav redzams 73. zīm.).

*Vairošanās.* Rauga parastais vairošanās veids ir pārvei-dota šūniņu dalīšanās, *p u m p u r o š a n a*. Labvēlīgos apstākļos aktīvi augošās rauga šūniņas apvalks viena vai otra gala tu-vumā, bet ne tieši pašā galā, izspiežas uz āru. Šinī paplašinā-

jumā jeb „pumpurā“ spiežas iekšā protoplasma un izplēš viņu vēl tālāk. Šādā stāvoklī mūsu priekšā ir vēl tikai viena šūniņa, kaut gan viņai jau ir divas nevienāda lieluma daļas. Jaunās šūniņas atšķiršanās ir skaidri nojaušama. Beidzot sakars starp abām daļām izzūd un jaunā šūniņa jeb „pumpurs“ atšķiras no mātes šūniņas. Bet atšķiršanās var arī nenotikt tik ilgi, kamēr pumpurs savukārt sāk attīstīt jaunas šūniņas. Tā var izcelties vairāki pumpuri no mātes un pēcnācēju šūniņām vai arī no abām reizē. Strauji augot, sakars var pastāvēt starp vairāku paaudžu pumpuriem, lai gan parasti tā nav. Tanīs gadījumos, kur acīmredzot daudz šūniņu paliek saistītas kopā zarojošās formās, bieži īstenu saišu nav, un sakratot šūniņas viegli atšķiras.

*Endosporas (Askosporas)*. Dažām rauga sugām bez vairošanās pumpurojot ir vēl cits vairošanās veids, tā sauktā iekšējā (endogenā) dalīšanās jeb askosporu radīšana. Dažos apstākļos, kuŗi pilnībā nav vēl zināmi,



Zīm. 74.

Rauga sporas. (Askosporas). Trīs un divu sporu stāvoklis *S. cerevisiae* šūniņā.

rauga šūniņā izceļas divas, trīs jeb četras ieapaļas spīdošas sporas. Viņas pārklājas ar biezu apvalku un tā izveidojas par jaunu šūniņu grupu mātes šūniņas koksnes maisā. Pēdējo nosauc par somu (*ascus*), un šūniņas viņā par endosporām jeb askosporām.

Šo terminoloģiju, kuŗa nostāda raugu radniecībā ar somainām sēnēm (*ascomycetes*) visi botaniķi neatzīst par pareizu, bet tā ir visvairāk lietota.

Katra askospora izdevīgos apstākļos uzdīgst un dod sākumu jaunai parasta rauga paaudzei. Sevišķi jāuzsver, ka rauga endosporas ir vairošanās ķermeņi, un ka viņu izveidošanās ir vairošanās un nevis vienkārša aizstāvēšanās jeb aizsargāšanās,



kā tas ir ar bakteriju „sporām“, ar kuŗām iepazīsimies vēlāk (157. lap. p.).

*Fizioloģija.* Līdzīgi citiem organismiem, rauga augs aizņem noteiktu vietu telpā un laikā. Viņam ir arī sava apkārtne un, lai dzīvotu, tam jābūt saskaņā ar pēdējo. No apkārtnes raugs gūst un viņā arī izmet vielu un enerģiju; no barības tas būvē pats savu vielu (anabolisms) un, līdzīgi visām dzīvām būtnēm, oksidējot, to atkal iztērē (katabolisms). Raugs nav acīs krītoši savilktais spējīgs un iekairināms, bet viņam ir augsta vielu maiņa un lielas vairošanās spējas.

*Raugu un viņa apkārtne.* Raugs ir ūdens apdzīvotājs, un tādēļ var domāt, ka kultivētais raugs vislabāk attīstās savās dabīgās dzīves vietās, piem. āboļu vai vīnogu sulā, izdīgušu graudu ūdens aplējumos, piem. miežu un rudzu misā un taml. Raugs tomēr attīstās vairāk vai mazāk labi arī daudzās citās vidēs (piem. maizes mīklā), un var pat pārciest zināmu izžūšanu, kā tas redzams no tirdzniecības „sausā rauga“. Viņam vislabvēlīgākā temperatūra ir no 20° līdz 30°C.; vārot raugs tiek nonāvēts, bet izžāvētā veidā var pārciest augstas temperatūras. Ļoti zemas temperatūras aiztura rauga darbību, bet līdzīgi daudzām citām dzīvām būtnēm, zemu temperatūru tas pārcieš daudz labāk nekā augstu. Viņu nonāvē daudzi nāvēkļi (antiseptiskas vielas).

*Ieņēmums.* Pateicoties rauga lielai rūpnieciskai nozīmei, viņa barošanās ir vispusīgāk izpētīta nekā kāda cita viensūniņu organisma barošanās. Un tomēr vēl nezinām rauga normālo ieņēmumu un izdevumu. Domājams, ka misā (izdīgušu miežu ūdens aplējumā) dzīvojošas rauga šūniņas parastais ieņēmums ir a) izšķīdis skābeklis; b) proteīniem līdzīgas slāpekļa vielas, tikai difundējošas un spējīgas izspiesties caur koksnes apvalku; c) oglekļahidrāti, īpaši cukura vielas; d) dažādi sāļi.

Jau sen atpakaļ Pastēram (*Pasteur*) un citiem pētniekiem bija aizdomas, ka raugs savā darbībā var iztikt bez brīva (izšķīduša) skābekļa. Šī īpašība šķiet tam piemītam tikai uz kādu laiku un, raugam augot, beidzot ir vajadzīgs brīvs skābeklis, tāpat kā visām citām dzīvām būtnēm.

*Vielu maiņa.* No augšā aprakstītās ieņemtās barības raugs uzbūvē savu protoplasmu (vielu maiņas uzbūvējošā daļa, anabolisms) un, nešaubāmi, nogulsnē bieži protoplasmā redzamos tauku pilieniņus. Tāpat nešaubāmi rauga viela noārdās un kā šīs noārdīšanas produkti rodas oglekļa dioksīds, ūdens un slāpekli saturoši atkritumi (vielu maiņas noārdošā daļa, katabolisms) un reizē arī brīva enerģija. Rauga šūniņas darba daudzums ir aprobežots. Protoplazmas ražošana no jauna

un pārpalikumā un pumpuru izstumšana prasa pa daļai ķīmisku, pa daļai mechanisku darbību. Lielākā daļa atbrīvotās enerģijas laikam parādās siltuma veidā; tiešām, spēcīga rauga darbība ir saistīta ar temperatūras celšanos, kā to var pārlicināties, ieliekot termometri rūgstošā mīklā jeb augu sulā.

*Izdevums.* Bez tikko augšā aprādītā enerģijas izplūduma un oglekļa dioksīdu un slāpekli saturošu atkritumu izmešanas, par pārējo rauga izdevumu ir maz ko teikt. Parasto atdalīšanu rauga apdzīvotos šķidrumos tā apslēpj svešas vielas, ka tieši par šiem procesiem mums maz kas zināms. Neapstājoties pie tām grūtībām, kuŗas ir saistītas ar šiem jautājumiem, gribam tikai lasītāju brīdināt, oglekļa dioksīda rašanos rūgstot nemēģināt vienkārši izskaidrot ar rauga šūniņu normalo elpošanu.

*Rauga mineralā barība.* Jau agrāk redējām (119., 146. lap. p.), ka paparde un protokoks, pateicoties savam chlorofilam, var dzīvot no tādām vienkāršām neorganiskām vielām, kā  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  un nitrāti. No šīm vielām tie uzbūvē sev ar enerģiju bagātu vielu, kā piem. stērķeli. Raugs to nespēj, kā tas jau bij gaidāms, jo viņam nav chlorofila. Tomēr raugam, pretēji īstiem dzīvniekiem, barībai nav vajadzīgs gatavs olbaltums. Mēģinājumi pierādījuši, ka viņš var dzīvot un augt arī vienīgi mineralvielu šķīdumā, kuŗā ir kāds salikts slāpekļa savienojums, piem. vīnskābais amonijs  $[\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_4)_2\text{O}_6]$ . No vienkāršākiem organiskiem slāpekļa savienojumiem, kā piem. nitrātiem, raugs nevar dzīvot. No tam redzam viņa zemākās pakāpes uzbūvēšanās spējas par protokoku un visiem zaļiem augiem un, no otras puses, viņa pārākumu šīnī ziņā par amebu un visiem dzīvniekiem.

Pastēra (*Pasteur*) šķīdums, kuŗš sastāv no ūdens un sāļiem, starp kuŗiem ir vīnskābais amonijs (skat. augšā) ir pietiekošs rauga augšanai. Ja pieliekam šim šķīdumam cukuru, tad raugs attīstās daudz spēcīgāk. Bet ja vīnskābā amonija vietā ņem slāpekļskābo amoniju, tad raugs tādā šķīdumā neaug.

*Raugs ir augs.* Tikko aprakstītā rauga pārākā uzbūvējošā darbība pilnīgi nošķir viņu fizioloģiskā ziņā no visiem dzīvniekiem un tuvina to augiem. No otras puses, rauga zemākās uzbūvējošās spējas par chlorofila augiem vai augu daļām tomēr to nekādi neattālina no augiem. Nedrīkst piemirst, ka augu šūniņu spēja izmantot negatīvās mineralvielas un no viņām ražot barību, piem. stērķeli, piemīt vienīgi chlorofila ķermeņiem saules gaismā. Tā tad šūniņu lielākai daļai, pat tā sauktām zaļo augu šūniņām, un ievērojamai zaļo šūniņu satura daļai nepiemīt šī uzbūvējošā spēja. Tamlīdzīgas pārdomas rāda, cik ār-

kārtīgi norobežota un specializēta ir stērķeles uzbūvēšanas spēja pat „zaļos“ augos. Rauga uzbūvējošās spējas, šķiet, ļoti labi līdzinājas šādu augu bezkrāsaino šūniņu jeb pat chromatoforus saturošo šūniņu bezkrāsas protoplasmas daļas uzbūvējošām spējām. Bet tomēr morfoloģiski un fizioloģiski raugs drīzāk ir augs nekā dzīvnieks. Viņa uzbūve daudz vairāk līdzinājas dažiem neapšaubāmiem augiem (sēnēm) nekā dzīvniekiem. Rauga šūniņas apvalks ir no īpašas koksnes, tā sauktās sēņu koksnes; un koksne, kaut arī retumis sastopama dzīvniekos, vispārīgi ņemot ir augu sastāvdaļa. Beidzot, rauga vairošanās veida dēļ ar pumpuriem un sporām, tas arī drīzāk piebiedrojams augiem nekā dzīvniekiem.

*Viršējais raugs. Apakšējais raugs.* Alu darot parādās divas labi norobežotas rauga šķirnes, tā sauktais „viršējais“ un „apakšējais“ raugs. Pirmo lieto angļu alus un portera darīšanai. Viršējo raugu var audzēt parastā istabas temperatūrā, jo viņam nav sevišķu temperatūras prasību; apakšējo — mākslīgi atvēsinātās telpās, tā kā pat vasaru lāstekas karājas no sienām. Šim divējādam raugam ir arī acīs krītoša dažādība veidā, lielumā un uzbūvē. Cik dažāda ir arī viņu darbība, vienkārši noskārstams no tam, ka viņu darbības produkti ir pavisam dažādi.

*Meža raugs.* Bez tirdzniecības jeb kultivētā rauga ir arī meža raugs, un viņam arī piekrit galvenā loma ābolu, vīnogu un citu augļu sulu rūgšanā. Saldā augļu sulas pilienā mikroskopā redzams kāds šīs sugas labs paraugs. Pastērs jau sen atpakaļ pierādījis, ka gatavo vīnogu un citu augļu ārējai ādīnai pielipušos putekļos atrod rauga šūniņas. Vēlāk arī izrādījās, ka meža raugs dzīvo zem ābelēm uz zemes. Sausā laikā vējš viegli paceļ putekļus kopā ar raugu gaisā un aiznes viņu uz tālām vietām. (Skat. ameba, infusorijas u. t. t.). Jādomā, ka mūsu kultivētais raugs ir cēlies no tamlīdzīga meža rauga.

*Sarkanais raugs.* Viens no skaistākiem meža raugiem ir tā sauktais „sarkanais raugs“, kuŗš arī viegli pieejams novērošanai. Sarkanais raugs un arī dažas citas rauga sugas, kuŗas neaug sarkani, kupli attīstās uz izžāvētas misas un želatina recekļa. Uz šādas barotnes viegli dabūt „tīrkultūru“, — tas ir, no citām raugu sugām jeb bakterijām brīvu vienas sugas kultūru. Tādas kultūras tad viegli pieejamas novērošanai. Mikroskopā redzams, ka sarkanā rauga šūniņas, kuŗas uz tādiem recekļiem aug sarkanu pilienveidā, nav pašas sarkanas, bet sarkanā krāsviela atrodas starp šūniņām, tāpat kā „brīnumu bacīļa“ (*Bacillus prodigiosus*) kultūrās.

*Rūgšana.* Tos procesus, kur lieto raugu ķīmisku pārmaiņu radīšanai mājsaimniecības, lauksaimniecības vai rūpniecības produktos, sauc par rūgšanu jeb vēl biežāk par alkoholisko rūgšanu. Maizes jeb cepumu mīklas „rūgšanā“, alus un augļu vīnu darīšanā u. t. t. ir rauga iedarbošanās uz cukuru, no kura tad rodas lielā vairumā alkohols un oglekļa dioksīds. Alus darīšanai ir noderīgi abi produkti, bet maizes cepšanai — sevišķi oglekļa dioksīds.

Alkoholiskā rūgšana ir tikai viens piemērs plašajā fermentatīvo procesu grupā, un raugs tikai viens no daudzajiem fermentiem. Tādēļ atstāsim fermentu darbības tālāku apskatu nākošai nodaļai.

*Radniecīgās formas.* Hansena pētījumi pierādīja, ka parastā tirdzniecības raugā reti ir viena rauga suga, kā to agrāk domāja, bet gan arvien dažādu sugu maisījums. Tādēļ vairs nevar tirdzniecības raugu vienmēr saukt par *Saccharomyces cerevisiae*, kamēr dziļāki pētījumi ar jaunlaiku metodu palīdzību nav pierādījuši, ka ir darīšana taisni ar pēdējo sugu; bet katrā gadījumā noteikt rauga sugu nav viegli.

Rauga dabīgā vieta augu valstī vēl nav pilnīgi noskaidrota, tādēļ arī nav iespējams skaidri pateikt viņa tuvākos radniekus. Ir ļoti daudz viensūniņu bezkrāsas augu, bet tie var arī nebūt tuvā radniecībā ar raugu. Par augiem lasītājs nedrīkst taisīt citus slēdzienus, kā par dzīvniekiem; ja organisms ir viensūnains, tad tādēļ nav jādomā, ka viņam arī nepieciešami jābūt pašā apakšējā dzīvības pakāpē.

## XVI. N O D A Ļ A.

### Vienšūniņu augi (Turpinājums).

#### C. Bakterijas.

(Skaldsēnītes, Schizomycetes.)

Sīkākās un visvairāk izplatītās starp dzīvām būtnēm ir bakterijas. Bakterijas ir visur: viņas paceļas gaisā kā putekļu daļiņas, peld tur un ar gaisa strāvām tiek nēsātas apkārt; ūdenī — saldā un sālā — viņu bieži ir liels daudzums. Zemes virsējās kārtas mudž no tām. Bet visvairāk viņu ir ar organiskām vielām bagātos šķidrumos, sevišķi tādos, kuri kādu laiku ir stāvējuši, kā piem. pienā un samazgu ūdenī; šo šķidrumu vienā kubikcentimetrā dažreiz ir miljoni dažādu bakteriju.

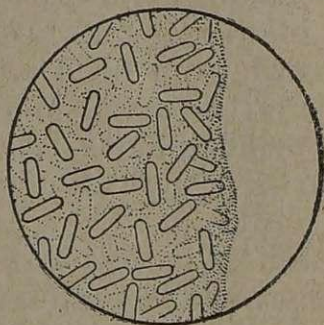
Nemot vērā viņu daudzumu zemes virsējās kārtās (vienā gramā mēslošanas zemes bieži viņu ir miljons un vairāk), un darbu, kuru viņas šeit dara, oksidējot organiskas vielas un pārvēršot augsnes sastāvu, bakterijas var it labi salīdzināt ar sliekām (skat. 136. lap. p.). Bakterijas saista arī plašāku, vispārēju intresi, jo daudzas no viņām ir pazīstamas kā „lipīgu slimību dīgļi“. Lielākā daļa bakteriju tomēr nav *p a r a z i t i*, bet *s a p r o f i t i*, t. i. dzīvo no mirušām organiskām vielām, un tādēļ tās nav vienkārši nevainīgas, bet taisni derīgas, jo pārvērš atpakaļ mineralvielās nederīgos organiskos savienojumus. Dažām sugām, piem. etiķa bakterijām ir liela nozīme rūpniecībā.

Sistematiskā botānikā bakterijas izveido labi norobežotu skaldsēnīšu (*Schizomycetes*) grupu. Viņu tuvākie radnieki ir *Cyanophyceae* jeb „zili-zaļās“ alģes.

*Morfoloģija.* Mikroskopā bakterijas izskatās kā mazi stabiņi (*Bacilli*), bumbiņas (*Cocci*) jeb spirāles (*Spirilla*), dažreiz nekustīgas, bet bieži, sevišķi stabiņi un spirāles, aktīvi kustīgas. Viņu iekšējā uzbūvē iesācējs saskatīs maz vai pat nekā. Bakterijas izskatīsies kā bālas, caurspīdīgas jeb ūdenainas protoplāsmas daļiņas. Pētījumi tomēr ir pierādījuši, ka viņām ir apvalks (jādomā no koksnes) un neviendabīga protoplasma. Pretēji *protokoka* un līdzīgi rauga šūniņām, bakteriju šūniņās nav chlorofila. Kodola viela ir, bet vai nu izkļiedētā stāvoklī, jeb, ja Bütschli ieskats ir pareizs, izveido protoplasmātiskā ķermeņa lielāko daļu. Daudzām bakterijām ir piekarinā-

jumi pavedienu jeb skropstu veidā; pēdējās ir redzamas izņēmuma gadījumos, lietojot sevišķas metodes. Tie ir kustību orgāni. Dažreiz šie orgāni ir redzami aktīvi darbojamies. Baktērijas ir ārkārtīgi sīkas. Dažu stabinūgarums nav lielāks par 0,005 m. m. (1/5000 collas) un platums ne vairāk par 0,001 m. m. (1/25000 collas). Dažas ir vēl daudz sīkākas.

Liela daļa baktēriju parasti ir brīvi peldošas, bet, līdzīgi citiem viensūniņu organismiem, dažas no viņām brīvi peldoša (klejojošā) stāvokļa vietā var pieņemt miera (dusošu) stāvokli. Pēdējā stāvoklī ar viņām notiek īpatnējas pārmaiņas: šūniņas apvalks paliek gļotains, un daudziem indivīdiem kopā savienojoties, jeb pēc atkārtotas dalīšanās, rodas receklīm līdzīgas pikas (*Zoogloea*). Ja receklainās masas pieņem ādai jeb plēvei līdzīgu veidu (kā tas notiek etiķa raugā), tad to dažreiz sauc par sēņu plēvi (*Mycoderma* 75. zīm.).



Zīm. 75.

Etiķa baktēriju plēves mala (*Zoogloea*) stiprā palielinājumā. Baktērijas redzamas viņu atdalītā receklī.

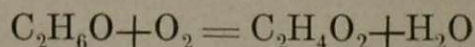
*Vairošanās.* Baktērijas vairojas vienīgi šķērsu daloties. Augšanai parasti seko šūniņas šķērsu dalīšanās, visbiežāk divās vienādās daļās. Katra puse savukārt aug un dalās. Šādā veidā vairošanās var turpināties ģeometriskā progresijā ar neticamu ātrumu. Ir pierādīts, ka dalīšanās var atkārtoties jau pēc vienas stundas, un uz šī pamata var viegli aprēķināt to milzīgo pēcnācēju daudzumu, kurus var dot viena šūniņa vienā dienā.

Ja izšķiršanās pēc dalīšanās ir galīga, tad rodas pilnīgi viensūniņu formas. Ja īstā izšķiršanās nokavējas, tad rodas garī stabīņi, ķēdes jeb plātnes (kokku gadījumā). Šiem izveidojumiem ir dažādi nosaukumi. *Streptococcus* ir ķēdes jeb kreļļu veidīgs sakārtojums; *Staphylococcus*, vienkāršu kokku kaudzīte. *Diplococcus* — pāroti kokki; *Leptothrix* — pavedieniem līdzīgi bacīļi; *Sarcina* — kokku plātne, atgādina biskvītu paciņu, jeb vairākas paciņas vienu virs otras; u. t. t.

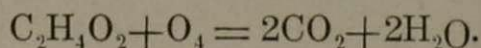
*Sporas.* Dažās baktērijās attīstās tā sauktās *sporas* (iekšējās jeb *endosporas*) šādi: šūniņas saturs atvelkas no apvalka un olveidīgi sabiezē šūniņai vienā galā jeb vidū, atstājot pārējo šūniņas daļu tukšu. Šinī laikā šūniņas apvalks ir vislabāk redzams. Sabiezējusi masa tad paliek tumša un nespodra, acīmredzot viņai apkārt radušās ļoti biežā un īpatnējā apvalka dēļ. Tā neuzņem vairs krāsas, ar kurām šūniņa krā-

sojas, paliek ārkārtīgi izturīga pret karstumu, aukstumu un sausumu. Šīm sporām vācu valodā ir raksturīgs nosaukums *Dauersporen*, t. i. ilgstoši izturīgas sporas; viņas bieži sauc arī par *dusošām* sporām. Labvēlīgos apstākļos tās izdīgst un attīstās par parasto bakteriju šūniņu, kura atkal aug un vairojas. Acīmredzot šīm sporām ir pavisam citi uzdevumi nekā papardes sporām (107. lap. p.). Pirmās ir vienīgi aizsargāšanās, bet pēdējās vairošanās nolūkiem. Sporas pielīdzināmas iečaulojušos dzīvnieku dzīvības stāvoklim. Kāds cits sporu rašanās veids bakterijās ir tā sauktā *artrosporu* radīšana. Gaļa, slaika šūniņa var savilkties un no viena vai abiem galiem atšķirt jaunas šūniņas. Acīmredzot tā ir īpatnēja nevienāda šūniņu dalīšanās. Šis sporu rašanās veids tuvinās papardes un tamlīdzīgu formu bezdzimuma vairošanās veidam.

*Fizioloģija. Ieņēmums, vielu maiņa un izdevums.* Bakterijām ir pārsteidzoša dažādība barības prasībās, un tādēļ ir grūti atrast šinī ziņā viņām kopēju raksturojumu. Tomēr bakteriju grupa, atstājot sāņus dažus visai svarīgus izņēmumus, ir jāuzskata par bezkrāsainiem augiem, kuri visvairāk pārtiek no saliktiem organiskiem savienojumiem, gūst no tiem vielu un enerģiju un noārda tos par vienkāršākiem ar potenciālo enerģiju nabagākiem savienojumiem. Bakteriju iedarbošanās uz dažādām vielām izteicas dažādās ķīmiskās pārmaiņās šinīs vielās, un šīm pārmaiņām ir augsta teoretiska intrese un dažreiz arī liela praktiska nozīme. Bakteriju fizioloģija varbūt ir visvairāk īpatnēja ar to, ka, lai gan pašas bakterijas kā indivīdi ir neredzamas, viņu kolektīvais iespaids uz apkārtni ir ļoti liels un acīs krītošs. Piemēram, etiķa bakterijas oksidējot alkoholu (augļu sulā) lēni pārvērš to etiķskābē un ūdenī:



šeit nevis pašas bakterijas, bet viņu darbības rezultāts ir acīs krītošs. Nešaubāmi, alkohols var būt tikai viens loceklis organisma barībā, jo viņā nav slāpekļa un augšējā reakcija var raksturot tikai bakteriju vienu barošanās fāzi. Ka tas tiešām tā, var pierādīt, drusku izmainot reakcijas ārējos apstākļus un tad to pašu bakteriju darbība var iet tālāk un pārvērst pašu etiķskābi oglekļa dioksīdā un ūdenī:



Tamlīdzīgas ķīmiskas pārmaiņas vidē, kurās ir acīmredzami lielākas un nesamērīgas ar pārmaiņām pašā darbīgā vielā, sauc par *fermentu darbībām*. Darbīgā viela, kura rada pārmaiņas, ir *ferments*. Daži fermenti ir *organizēti* jeb dzīvi, citi *neorganizēti* jeb nedzīvi. Organizēto

jeb dzīvo fermentu labs piemērs ir etiķa bakterijas un raugs. No pēdējiem piemēram var minēt gremošanas fermentus pepsinu, ptialinu un tripsinu un dažus augu fermentus, kā iesala fermentu diastazi.

Vispāri, bakterijām, ir vajadzīga neitralas jeb viegli sārmainas reakcijas slāpekli saturoša barība. Tādēļ arī viņas daudz vieglāk noārda gaļu, pienu un dzīvnieku vielu barību (piem. buljonu); daudz vājāk — skābus augļus, koku u. t. t. Ja bakterijas iedarbojas uz gaļu, zivīm, olām u. t. t. un rada smirdošas gāzes, tad tādu procesu sauc par pūšanu. Retāk bakterijas iespējās dzīvnieku vai augu ķermenī un iespaido viņu organisko vielu. Tad ceļas slimības; šādas bakterijas sauc par slimību dīgļiem.

Kaut gan bakteriju augšanai vislabākā ir augsti organizētu slāpekli saturoša barība (olbaltums), viņas tomēr nav pilnīgi atkarīgas no pēdējās. Mēģinājumi pierādīja, ka daudzas sugas var dzīvot no Pastēra šķīduma, kuņā ir vienīgi vīnskābais amonijs un dažas tīri neorganiskas vielas; beidzot ir kāda bakterija („slāpekļa bakterija“), kuņā, pēc Vinogradska pētījumiem, var dzīvot no oglekškābā amonija. Ja tas izrādīsies par pareizu arī citās grupās, tad būs pierādīts, ka bakterijas var ne tikai savu slāpekli, bet arī savu oglekli iegūt no neorganiskās pasaules. Lai pietiek pierādījumu, ka bakterijas ir augi, jo vienīgi augi var dzīvot no neorganiskas barības. Ņemot vērā sacīto, bakterijām ir vēl lielākas uzbūvēšanas spējas nekā augiem, jo kaut gan bakterijām nav chlorofila, tomēr dažas no viņām, līdzīgi zaļiem augiem, ražo sev barību no neorganiskās pasaules neapstrādātām vielām. Šī fakta nozīme ir ļoti liela organismu izcelšanās sakaru noskaidrošanai, jo nav vairs vajadzīgs visus bezchlorofila augus uzlūkot par izvirtušām formām. Viņi var būt bijuši dzīvības pirmatnējās formas.

Tāpat kā rauga un protokoka, arī bakteriju tiešo ieņēmumu un izdevumu grūti noteikt. Tomēr pieņem, ka ieņēmumā arvien ir sāļi un ūdens un izdevumā  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  un dažī slāpekļa savienojumi un, iespējams, pat brīvs (izšķīdis) slāpekklis. Labvēlīgākos apstākļos ieņēmumā ir proteīni, tauki, ogļhidrāti vai viņiem līdzvērtīgas vielas. Dažos apstākļos bakterijas viegli var uzņemt cukuru, taukus (saziepotus) un viegli uzsūkt peptonizētus jeb kā citādi pārvērstus proteīnus. Bakterijas izdala fermentus, kuņi atšķīdina un padara par uzsūcamām cietas vielas, kā piem. gaļu jeb olas baltumu; ja tas tā, tad bakterijām ir īpatnēja ārpusķermeņa gremošana. Nešaubāmi, bakterijas var dzīvot un vairoties no tik maziem vielu daudzumiem, kuņi gandrīz, vai pat pilnīgi nav atrodami ar ķīmisku analīzi;



tādēļ var teikt, ka tās ir vismalkākie no mums pazīstamiem ķīmiskiem reaktīviem.

No augšā sacītā nevajaga tūdaļ taisīt slēdzienu, ka bakterijas vienmēr darbojas oksidējoši. Vispārīgi un beigu beigās viņas jau tādas ir, un šinī ziņā līdzinās dzīvniekiem. Līdzīgi pēdējiem, tās nevar (chlorofila trūkuma dēļ) izmantot saules enerģiju un tādēļ viņām enerģija jāiegūst oksidējot savu barību. Tomēr zināmos apstākļos bakterijas darbojas reducējoši, kā piem. reducējot nitrātus par amonija savienojumiem. Šī darbība gan notiek tikai organisku vielu klātbūtnē un, liekas, viņai ir gadījuma raksturs, jo nitrātu skābeklis aiziet oglekļa oksidēšanai. Tā tad tas, kas no pirmā skata ir izlicies par izņēmumu, beigās izrādās par daļu no vispārējā likuma: bakterijas enerģijas ziņā ir atkarīgas no barības potencialās enerģijas, un nespēj izmantot saules enerģiju (87. lap. p.). Drīzi redzēsīm, ka dažas bakterijas, citādi labvēlīgos apstākļos, bet izliktas saules gaismā, aiziet bojā.

*Radniecīgas formas.* Saskaņā ar tagadējās klasifikācijas uzskatiem, bakterijas aptver labi norobežotu grupu un viņu tuvākie radinieki no vienas puses ir gļotu sēnes (*Myxomycetes*), sevišķi Tekstera (*Thaxter*) miksobakterijas, un no otras puses — zili zaļās alges (*Cyanophyceae*). Bet šīs grupas šeit neaplūkosit.

*Kādēļ bakterijas ir augi.* Senāk bakterijas pieskaitīja infusoriju dzīvniekiem (jo viņas sastopamas aplējumos, un daudzās no viņām aktīvi kustas). Pat vēl tagad daži bakteriologi atzīst bakterijas par dzīvniekiem. Lielākā daļa biologu tomēr uzskata bakterijas par augiem, jo viņas var dzīvot bez olbaltuma vielām (ko nevar, cik līdz šim zināms, neviens dzīvnieks). Arī pēc vairošanās un augšanas veida tās daudz vairāk nekā jebkurš dzīvnieks līdzinās zaļi zilajām aļģēm (*Cyanophyceae*).

Ir arī pamats domāt, ka bakteriju šūniņu apvalks ir no koksnes.

*Bakterijas un viņu apkārtne.* Temperatūras un mitruma iespaids uz organismiem vairāk par visiem citiem viensūniņu organismiem ir studēts uz bakterijām, sevišķi pēdējā laikā, kad sāka pazīt bakterijas kā lipīgu slimību cēlonus. Vispārīgi temperatūras pāri 70° ir nāvīgas bakterijām. Tāpat, kā tas zināms no ikdienas piedzīvojumiem, ja iznes ēdienu aukstā vietā, mērens aukstums aiztura bakteriju darbību, bet nenonāvē viņas. Izņēmuma gadījumos, īpaši ja bakterijas lēni izzūst, tās var izturēt pat ilgāku

vārīšanu, sasalšanu un nāves zāles, un tādēļ daudzkreiz ir ļoti grūti pilnīgi iznīcināt bakteriālo dzīvību.

*Sterilizācija un pasterizācija.* Dzīvas vielas pilnīgu atšķiršanu no kādas vides jeb sevišķos gadījumos bakteriālās dzīvības pilnīgu iznīcināšanu sauc par *sterilizāciju*. Atbrīvojot organiskas vielas no lielākām dzīvības formām ir samērā viegli, bet bakterijas ir tik sīkas un tik izplatītas, ka praktiski gandrīz nekas nav brīvs no viņām; bez tam tās ir ļoti izturīgas, tā kā viņas ļoti grūti iznīcināt, neiznīcinot reizē sterilizējamo vielu. Normali bakteriju nav dzīvos augu un dzīvnieku audos, jo tos no viņu iespīšanās aizsargā āda jeb epitels. Bet ja pēdējais ir pārrauts jeb noplēsts (brūces), bakterijas ātri iespīžas audos. Zemes virskārtā ir milzums bakteriju; viņa viegli izžūst un tad līdz ar putekļiem vējš tās izplata. Tādēļ viss, kas nāk sakarā ar gaisu jeb pieejams putekļiem un netīrumiem, nekad nav brīvs no bakterijām. Gaļa un piens, kuņģi dzīvos dzīvniekos parasti ir sterili, nākot sakarā ar gaisu, drīz mudž no bakterijām. Sterilizāciju var izdarīt ar karstumu, un vielas uzglabāt sterilas — pēc atdzesēšanas noslēdzot tās no bakterijas saturoša gaisa (cieti noslēgtos traukos uzglabājamās jeb konservētās vielas). *Dezinfekcija* ir bakteriālās dzīvības iznīcināšana ar spēcīgu nāvēkļu palīdzību. Tas ir sevišķs sterilizācijas veids. Kāds cits veids ir — filtrēšana caur bakterijas cauri nelaidošām vidēm, kā piem. caur labi pazīstamiem māla un porcelāna ūdens filtriem. Filtru poras ir pietiekoši lielas ūdenim un laiž to lēni cauri, bet bakterijām viņas ir par sīkām un tās aiztura.

Dažreiz, it īpaši kad jābīstās no slimību radošiem (*patogēniem*) dīgļiem un nevar lietot nāvēkļus, un augsta temperatūra arī nevēlama, atliek vēl *pasterizācija*. Tās būtība pastāv aizdomīgo vielu uzsildīšanā līdz temperatūrai (parasti 75°), kuŗa ir pietiekoša klātesošo patogēno dīgļu nonāvēšanai, bet ir par zemu, lai iespīdotu vielu sagremošanas vai citas vērtīgas īpašības.

Ar bakteriju lomu medicīnā, saimniecībā un sanitārijā var iepazīties no plašās bakterioloģijas literatūras. Šī zinātne ir visjaunākā, bet droši visievērojamākā no bioloģiskām zinātnēm.

## XVII. N O D A Ļ A.

### Siena aplējums.

Ja šķipsnu siena ieliek traukā ar ūdeni un maisījumam ļauj stāvēt siltā vietā, tad drīz tā sauktais siena aplējums ir gatavs. Pēc stundas vai divām, aplūkojot mikroskopā pilienu šī šķidrums, vēl maz vai pat nekas nav novērojams, un ja trauku tura pret gaismu, šķidrums viņā izskatās skaidrs un caurspīdīgs. Bet pēc dažām stundām jau redzamas ievērojamas pārmaiņas. Šķidrums, kuŗš sākumā bij skaidrs, ir palicis mākoņains, un šī šķidrums piliena mikroskopiska izmeklēšana rāda, ka viņš mudž no bakterijām. Vienu jeb divas dienas vēlāk mākoņu daudzums ir pieņēmis un mikroskopā redzams ne tikai milzums bakteriju, bet arī daudz infusoriju. Tanī pašā laikā šķidrums nokrāsa ir palikusi tumšāka, viņš sāk likties neskaids, virspusē rodas putas un siena smaržas vietā ierodas daudz nepatīkamāka pūšanas smaka. Vienkāršais mēģinājums, sajaucot kopā sienu ar ūdeni, radījis veselu virkni sarežģītu fizisku, ķīmisku un bioloģisku parādību.

*Siena aplējuma sastāvs.* Siena aplējumā ir divas galvenās daļas, siens un ūdens. Bet ne viena ne otra no šīm vielām nav ķīmiski tīras. Siens ir izkaltēta zāle, kuŗa nedēļas un pat mēnešus stāvējusi laukā vējā un putekļos. Pārklāts ar pēdējiem, kuŗi bieži cēlušies no ceļiem un ceļu peļķēm, siens ir bagātīgi piedzīts ar izžuvušām bakterijām un citiem mikroorganismiem. Ūdenī, tādā veidā kā viņu parasti iegūstam, bieži ir ne tikai bagātīgs daudzums skābekļa un dažādu sāļu šķīdumā, bet arī peld daudz bakteriju, infusoriju, aļģu, diatomu un citu mikroorganismu. Tādēļ siena aplējumā darbojas kopā daudzi iemesli, un vesela rinda sarežģītu reakciju strauji seko viena otrai. Sākumā siens un ūdens ir salīdzinot miera jeb līdzsvara stāvoklī, bet, saliekot viņus kopā, sākas darbība un pretdarbība. Pirmkārt, putekļi uz siena izmirst un atsulojas, un mikroorganismi putekļos jeb arī tie, kuŗi pielipuši sienam, kļūst brīvi un peld ūdenī; nākošais ir siena lapu un stumbru uzbriešana, iespiežoties viņos ūdenim, no kam tie pieņem savu pirmējo veidu. Līdz ar to sausās zāles dažādās šķīstošās sastāvdaļas, kā piem. sāļi, cukurs un dažas slāpekli saturošas vielas, iziet ūdenī. No tām sūniņām, kuŗas žāvēšanas jeb ievākšanas laikā ir pārplēstas

un saplosītas, var iziet ārā un samaisīties ar ūdeni cietas proteīniem vai stērķelei līdzīgas vielas. Šīs vienkāršās fiziskās reakcijas acīmredzot izjauc ūdens ķīmisko līdzsvaru. Sākumā ūdens spēj uzturēt tikai aprobežotu daudzumu dzīvības (tik daudz, cik dzeramā ūdenī), bet vēlāk viņš ir ar sienam izvilktām vielām bagāta palikusi baņotne. Bakterijas, kuņas vispārīgi viegli iespaidojas no pārmaiņām apkārtņē un sevišķi no pārmaiņām barības daudzumā, nekavējoši sāk strauji vairoties, tā kā ķīmiskām pārmaiņām tūdaļ uz pēdām seko bioloģiskās pārmaiņas. Bet bakteriju vielu maiņas gala iznākumā ir lielas ķīmiskas pārvērtības, kuņas savukārt ir par cēloni fiziskām pārmaiņām. Piemēram, izšķīdušais skābeklis, ar kuņu šķidrums bija piesātināts, drīz izzūd, tā kā turpmāk skābeklim vajaga difundēt no atmosfēras šķidrumā. Oglekļa dioksīds rodas lielā daudzumā un kāda daļa no viņa iziet gaisā. Tāpat mikroorganismu dzīvās darbības sekas var būt aplējuma temperatūras paaugstināšanās pār apkārtnes atmosfēras temperatūru.

Mūs tomēr visvairāk intresē bioloģiskās parādības. Skābekļa iztērēšanas dēļ šķidruma apakšējās daļās, dažas bakterijas, kuņu augšanai vajadzīgs daudz skābekļa (*aerobas*) paceļas virspusē, bet citas atkal pieņem savādu miera stāvokli (*zoogloea*) un attīstās uz šķidruma virsmas par plēvīti jeb ādiņu (*mycoderma*). Citas, kuņām brīvs skābeklis nav vajadzīgs, jeb kuņām viņš ir pat nāvīgs (*anaerobas*) dzīvo un vairojas trauka dziļumā. Bet tanī pašā laikā novērojamas vēl citas parādības. Sākumā retās infusorijas, atrazdamās labvēlīgos apstākļos, savairojas milzīgā daudzumā un pēc vienas jeb pāris dienām viņas redzamas, sevišķi virspusē, bultveidīgi šaujames starp bakterijām un baņojames no viņām. Starp infusorijām ir dažas, kuņas baņojas no saviem līdzbiedriem, un drīz arī novērojam gaļasēdājas infusorijas vajājam zālesēdājas. Visa šī aina vienā mikroskopa redzes laukā attēlo cīņu dēļ uztura, vienu no bioloģijas pamatfaktiem. Acīmredzot, šīs dzīvības ķēdes stiprums ir atkarīgs no šīs ķēdes vājākās vietas stipruma. Siens ir visu šo formu barības avots, un šim avotam vajaga reiz izsīkt. Kad tas notiek, bakterijas apstājas vairoties, zālesēdājas infusorijas, kuņas dzīvo no viņām, iznīkst vai pieņem miera stāvokli; gaļasēdājas infusorijas nomirst no bada, un visas bioloģiskās parādības izbeidzas vai maina savu raksturu.

Sākot no šī brīža parādības ir tīri noārdoša rakstura. Bet agri vai vēl mikroskopiskie zaļie augi, (tas var būt *Protococcus* vai viņa radnieki), ņem virsroku un sākas atkal uzbūvējoša darbība. Dzīvnieku un bakteriju sairšanas produktus zaļie augi atkal uzbūvē par saliktu organisku vielu. Drīz arī lielākā daļa

izšķīdušo organisko vielu ir izvilktas no šķidrums, bakteriju lielākā daļa aprītas no infusorijām un pēdējo vietu mazāk vai vairāk pilnīgi ieņem lielākas formas — sakņkāji (rizopodi), rotíferas, sīki tārpī un tamlīdzīgi. Pūstošā aplējuma dzīvības ritms ir apstājies savā gaitā un iestājies atkal parastais dabas līdzsvars.

No šī laika uzturas gandrīz līdzsvars. Zaļie augi uzbūvē organisko vielu un uzkrāj gaismas enerģiju. Dzīvnieki barojas no augiem vai viens no otra, noārda saliktas organiskas vielas un izkļiedē enerģiju. Visur esošās bakterijas nojauc visus atkritumus, izvelk ūdenī izšķīdušās organiskās vielas, noārda dzīvnieku un augu mirušās miesas un beidzot, zem apstākļiem, pašas krīt par upuri rijīgajām infusorijām. Fizioloģiskais riņķis ir noslēgts.

Tā tad siena aplējums ir dzīvās pasaules aina mazumā. Zaļie augi ir uzbūvējošie un saules gaismā ar potencialu enerģiju bagātas vielas ražojošie. No šīm vielām dzīvo bezkrāsainie augi (kā bakterijas) vai dzīvnieki, un no pēdējiem savukārt zāles- un gaļasēdāji dzīvnieki. Tā tad lielajā pasaulē, tāpat kā siena aplējumā, visēdāji un gaļasēdāji dzīvnieki beigu beigās dzīvo no zālesēdājiem, un pēdējie no bezkrāsas vai krāsainiem augiem. Tā tad starp dzīvniekiem un bada nāvi kā aizsargu valnis stāv zaļie augi.

## PIELIKUMS.

# Aizrādījumi laboratoriju darbiem un demonstracijām.

Džona Hopkinsa universitātes profesora E. A. Endrjusa (*Andrews*): „*Laboratory Directions in General Biology*“ ir ļoti derīgs un praktisks. Tāpat arī: *Huxley and Martin's „Practical Biology“* (*Howes and Scott*) un arī *Howes „Atlas of Biology“*; *Marshall and Hurst's „Practical Zoology“*, *Colton's „Practical Zoology“*, *Bumpus's „Invertebrate Zoology“*, *Dodge's „Elementary Practical Biology“*, *Brook's „Handbook of Invertebrate Zoology“*. Pēc mūsu piedzīvojumiem, kurss jāiedala tā, lai iznāktu darbi laboratorijā un atkārtošana jeb pārbaudījumi (kolokviji) apmēram attiecībā trīs pret divi (piemēram, trīs periodi laboratorijas darbu un demonstraciju un divi pārbaudīšanai) pusgadā.

### I. N O D A Ļ A (I e v a d a m).

Sākumā parasti vienu vai vairākas stundas praktiski nodarbojas ar mikroskopu, iepazīstinot skolnieku ar viņa dažādām daļām, viņa blakus ierīcēm, to lietošanu, dažādu kombināciju palielinājumiem u. t. t. Šiem pirmajiem mērķiem labi noder cilvēka mats, kuņš sava pazīstamā lieluma dēļ var būt par mērogu salīdzināšanai ar citām lietām.

Labs objekts ir arī stērķele, tauriņa spārna zvīņas (uzzīmēt dažādos palielinājumos), piena jeb asins piliens, karmina pulveris vai ūdenī izmaisīts gumiguts (*Brouna* kustības novērošanai). Jāsālsdzina viens un tas pats objekts vienkāršā (lupa) un saliktā mikroskopā (lai novērotu apgriezto atspogu pēdējā), un lai iemācītos kursa laikā lietot apgaismošanas aparātu (*Abbes* kamera, *Ceisa* firmas, labākā).

Zīmēšana ar zīmuli jāsāk, tikko pirmais preparāts ir degpunktā, un zīmējumi ir jātaisa sākot no pirmā uzdevuma katram, kuņš nopietni grib iedziļināties priekšmetā. Pilnīgi nepieciešami ir vest laboratorijas grāmatu, kuņai katrā laikā jānodod liecība par nodarbošanās gaitu.

Pirmā mikroskopēšana, līdztekus izņemot šīs grāmatas pirmo nodaļu, dabīgi sagatavo ceļu nākošiem vieglajiem mikroskopiskiem darbiem, kuņi aptver otras nodaļas saturu.

## II. N O D A Ļ A. (D z ī v o b ū t ņ u u z b ū v e).

Laboratorijas darbs ir jāpadara par ļoti īsu un vienkāršu, un fakti plašāki jāpaskaidro ar zīmējumiem un demonstrācijām. Jāparāda galvenie auga un dzīva vai uzšķērsta dzīvnieka organi un jāpiegriež uzmanība acīs krītošākiem audiem. Varde zem zvanveidīga stikla, un ziedošs augs (geranija) nolikti blakus uz demonstrāciju galda dos materialu organu salīdzinājumiem.

Cūkauša (*Calla*) lapas ādiņu var viegli noplēst. Ar neapbruņotu aci aplūkota viņa ir viena veida audu piemērs. Tad viņu var sagriezt un izlietot mikroskopiskiem darbiem, lai parādītu, ka tā ir uzbūvēta no šūniņām. (Sagatavojot preparātu gaisa ieņem izgarojošā ūdens vietu; tas jāizdzen ar alkoholu, kurš savukārt jāapmaina pret ūdeni.)

Pirmajai mikroskopiskai audu demonstrācijai nav labāka objekta par sūnas lapu (jāizvēlas sugas ar plānām, platām lapām), jeb papardes protalijs. Citi labi objekti ir kartupeļa bumbuļa griezumus *g a n d r ī z t ū l i ņ z e m v i r s m a s* (nokrāsots ar vāju joda šķīdumu, lai parādītu kodolus un stērkļu graudus), vārdes vai ķirzakas asinis, sajauktas ar fizioloģisko sāls šķīdumu, svaigas vai nokrāsotas ar vāju joda šķīdumu.

Plāni griezumi caur serdi u. t. t., kurā gaisa izspiests no alkohola, dod labu tukšu šūniņu audu ainu. Svaigā jeb alkoholā turētā vārdes kājas muskulī, uzmanīgi izpreparējot, redzams, ka muskuļu audi ir uzbūvēti no iegarenām šūniņām (pavedieniem). Beidzot, skolnieks var pārliecināties, ka viņš pats arī ir uzbūvēts no šūniņām: viegli paskrāpējot ar skalpeli lūpas vai vaiga iekšpusi, novieto iegūto materialu uz priekšmetu stikla, pieliek pilienu Delafielda hematoksilina, apsedz ar segstiklu un aplūko mikroskopā.

Demonstrējot nedzīvo vielu dzīvības audos, pietiek aplūkot vārdes vai cilvēka asinis, kartupeļa griezumus, sevišķi stipri nokrāsotus ar joda šķīdumu, geranijas (*Pelargonium*) stumbra griezumus, kur parasti virspusējās šūniņās redzami kristāli; skrimslī, nokrāsojot to ar joda šķīdumu, nedzīvā starpviela paliek bezkrāsaina; noslīpējot kaulu, redzam spraugas, kurās reiz ir bijušas pilnas ar dzīvām šūniņām, tagad ir tumšas un nespīdīgas, jo ir pilnas vai nu ar putekļiem, kuri cēlušies kaulu slīpējot, vai ar gaisu.

## III. N O D A Ļ A (P r o t o p l a s m a u n š ū n i ņ a).

*Protoplasmas aplūkošana.* Protoplasmas pilienu var viegli iegūt no mieturalģes (*Nitella*) posma šūniņas, noņemot lieko

ūdeni un nogriežot ar šķērēm šūniņas vienu galu. Šūniņa sakrīt un pie apakšējā nogrieztā gala izveidojas piliens. To var pārnest uz sausu priekšmetu stiklu un, pieskaroties ar adatu, pārlicināties par gļotaini staipīgo konsistenci. Mikroskopā pārlicinājas, ka protoplasmā nav saskatāma struktūra.

*Šūniņas daļas.* Šūniņas daļas var skaisti demonstrēt neapaugļotās un vienkārši nokrāsotās jūras zvaigznes vai jūras eža olās, vai arī mieturalģes (*Nitella*) virsotnes šūniņā. Ja tādās nav iegūstamas, tad var labi izlīdzēties ar kartupeļu vai skrimšļu šūniņām; var rādīt arī epitela, dziedzeru un taml. griezumus.

Klasē var arī pagatavot un uzzīmēt vārdes vai ķirzakas asiņu šūniņas, sekoši sagatavotas un divkārši nokrāsotas: asinis vienlīdzīgi izplata uz priekšmetu stikla un viegli izžāvē uz liesmas. Krāso ar hematoksilīnu trīs minutes; pamatīgi nomazgā ar ūdeni, un krāso ar stipru eozīna šķīdumu ūdenī vienu minūti, pēc tam ļoti strauji noskalo, ūdens pārpalikumu ātri noņem ar susināmo papīri, to viegli uzspiežot; strauji nožāvē un aplūko ar vāju palielinājumu. Ja preparats izdevies, ieslēdz balsamā. Ja preparats nav pietiekoši sārts, ņem stiprāku eozīna šķīdumu un nomazgā pēc krāsošanas tikpat ātri kā iepriekš. Labos preparatos šūniņas uzglabā pilnīgi savu formu, citoplasma ir spoži sarkana, nukleoplasma vāji sārta. Siltumnīcu liliju („Afrikas“, „Ķīnas“ lilijas, un it īpaši maijpuķes) jauno lapu virsādiņas šūniņās redzami apvalki, kodols un (izdevīgos gadījumos) citoplasma. Krāsojot ar etiķskābi un metilzaļumu, šūniņās kodoli redzami stipri nokrāsoti; krāsojot ar Delafielda hematoksilīnu, citoplasmu pagrūti redzēt.

*Šūniņu dališanās* viegli novērot segmentējošās olās vai jaunās protokoka (*Pleurococcus*) šūniņās, kuņas iegūstamas no mitrām, ar šo alģi pārklātām mizām (skat. 144. lap. p.).

Dažādas olas dališanās pakāpes var redzēt dalošās saldūdeņu gliemēžu (*Physa*, *Planorbis*) olās, kuņas katrā laikā viegli iegūt, ievietojot dzīvniekus akvarijā. Vecās olu masas arvien jāaizvāc, lai iegūtu droši svaigas olas. Var arī dalošās olas (jūras zvaigznes, jūras eža) jaunāko stadiju demonstrēšanai turēt krājumā konservētas.

*Protoplasma kustība.* Vislabāk ar protoplasmā kustību var iepazīties novērojot virspusēji amēbu (kā amēbas iegūt, skat. XII. nodaļu). Ja ameba nav dabūjama, var izlietot jaunas, dzīvas mieturalģu (*Nitella* vai *Chara*) galotnes. *Anacharis* un *Tradescantia* arī ir derīgas, bieži pat ļoti skaistas, bet nav viegli objekti. Lietojot mieturalģes (*Nitella* vai *Chara*), jāizsargās saplēst šūniņas, un, cik iespējams, jāņem bāli, svaigi objekti tumšu un vecu vietā. Ja studiju objekts ir *Anacharis*, tad jā-



ņem visjaunākās lapas no galu pumpuriem un nevis tās, kuŗas palikušas dzeltēnas, kā to dažreiz ieteic. Kustība *Anacharis* lapās bieži sākas vienīgi pēc pusstundas jeb vēl vēlāk pēc lapas sagatavošanas; bet reiz iesākusies, tā ir skaistākais un pārliecinošākais protoplasmas kustības veids. Ja novērošanas objekts ir *Tradescantia*, tad jāņem pēc iespējas raisošies jeb tikko atraisījušies ziedi. Tādēļ ar šo augu ieteicams strādāt no rīta. Vajadzīgi stipri palielinājumi.

Bieži visos šāīs objektos kustību var paveicināt, piebīdot lampu pie mikroskopa vai uzmanīgi uzsildot priekšmetu stiklu uz lampas. Skropstiņu darbību viegli novērot uz austeru, gliemeņu žaunu gabaliņiem vai arī uz šūniņām, kuŗas noskrāpētas no vardes barības rīkles iekšpuses. Pārliecinoši to var demonstrēt šādi: pārgriež gareniski vardes (vai bruņrupuča) barības rīkli, izstiepj un piestiprina to ar adatiņām un apslapē ar fizioloģisko sāls šķīdumu. Uzliekot virsū plānus saslapinātus korķa gabaliņus, kļūst acīmredzama šo gabaliņu virzīšanās uz priekšu. Muskuļu savilkšanos viegli novērot, noņemot vardes kājai ādu un izpreparējot lielo nervu (*N. ischiadicus*). Augšdaļā to pārgriež un kairina apakšējo galu, ja iespējams ar diviem elektrodziem jeb saķerot ar knaiblēm. Ja pie rokas vajadzīgie aparāti, var pagatavot kārtīgu muskuļnervu preparātu. (Skat. Foster and Langley's „Practical Physiology“).

*Energiju saturošas barības vielas* var demonstrēt, kaisot smalki samaltu un pilnīgi izžāvētu stērķeles, cukura vai miltu pulveri, liesmā vai arī nokaitētā platinas traukā jeb uz sarkani nokaitētas metāla plātnes. Eļļas, izžāvētu un pulverī pārvērstu olbaltumu (proteīnu) var tāpat sadedzināt un likt pat spēcīgi eksplodēt, ja tos smalki sasmalcina un dedzina gaisa klātbūtnē.

*Ķīmiskie pamati*, (a) *Proteīni*. Sarecēšana. *Rigor mortis*. *Rigor caloris*. Var parādīt olas baltumu un sarecināt viņu stobriņā, ieliekot pēdējo ķīmiskā glāzē ar ūdeni un uzsildot; vienu otru reizi palūkojas stobriņā ielikta termometrī un atzīmē temperatūru, kad beidzot sākas sarecēšana. Nāvēš sastingums (*rigor mortis*) ļoti ātri pārņem ar chloroformu nogalinātās vardes. Siltuma sastingumu (*rigor caloris*) viegli demonstrēt, iemērcot bezgalvas vardes vienu kāju traukā ar 40° karstu ūdeni. Otra kāja paliek bez pārmaiņām un labi noder salīdzināšanai. Tagad nav vietā daudz nodarboties ar proteīnu ķīmiskiem eksperimentiem.

(b). *Ogļhidrāti*. Derīgus mēģinājumus var izdarīt ar dažām stērķelēm, cukuriem un glikogenu. Pēc vēlēšanās, var izdarīt arī joda pārbaudi. Ja laiks atļauj, var aplūkot mikroskopā kartupeļu, labības graudu, Bermudas erroruta stērķeli

u. t. t. Koksni var demonstrēt susināmā papīrā vai uzsūcošā kokvilnā.

(c) T a u k i. Ja laiks atļauj, var parādīt dzīvnieku taukus un augu eļļas. Mikroskopā taukus var novērot piena piļienā, mākslīgās emulsijās, sakratot svaigu eļļu atšķaidītā olas baltumā; tie redzami arī svaigos tauku audos (no peles zemādas audiem vai vārdes tauku ķermeņiem). Nav nozīmes šīs vielas raksturot ķīmiski, bet dažas vienkāršākās pārbaudes var arī izdarīt.

*Dialize.* Dializi var viegli demonstrēt stobriņā ar izsistu dibenu. Vienu galu apsien ar plēvi, piepilda stobriņu līdz apzīmētai vietai ar stipru sāls vai vīnogu cukura šķīdumu un iemērc stobriņu glāzē ar destilētu ūdeni. Pēc kādas stundas šķidrums stobriņā būs kāpis uz augšu pret smaguma spēku.

*Temperatūra un protoplasma.* Temperatūras lielo iespaidu uz protoplasmu labi parādīt uz vārdes sirds. Vardei nogriež galvu un izdur muguras smadzenes. Atklāj sirdi un skaita tās sitienus istabas temperatūrā. Tad lej uz sirds ledus aukstu fizioloģisko sāls šķīdumu. Atkal skaita sitienus. Pēc tam lej uz tās 35° C siltu fizioloģisko sāls šķīdumu. Sitienu skaits seko temperatūras krišanai un kāpšanai.

#### N O D A Ļ A S N O I V. L Ī D Z V I I I. (S L I E K A).

Jāņem lielas sliekas, citādi nevar gaidīt apmierinošus rezultātus. Jāpieliek pūles iegūt lielus *L. terrestris* (n e v i s parasto *Allolobophora mucosa*) eksemplarus, kurus viegli pazīt no plakanā pakalējā gala. Šī suga nav visur bieži sastopama, tādēļ tie jātura krājumā; vēsā vietā novieto līdz pusei ar zemi piepildītus traukus un virsmu pārklāj ar krietni biezu sūnu kārtu. Šeit tārpī dzīvos mēnešiem. *L. terrestris* dabūjams lielā vairumā no aprīļa līdz novembrim, ja tos uzmeklē nakti ar lanternu tanīs vietās, kur daudzās mēslu kaudzes aizrāda uz viņu klātbūtni (biežāk sastopami smagā, bet bagātā zemē). Tārpus tad atrod izstiepušos no savām alām un viņus var saķert ar pirkstiem. Vajadzīga zināma veiklība un jārikojas ļoti uzmanīgi, citādi dzīvnieks uztver troksni un žigļi ievilka savās alās.

Uzšķēršanai vislabākie ir svaigie eksemplari, kaut gan pareizi konservēti arī ir lietojami. Svaigus tārpus nogalina, ieliekot uz īsu laiku (apm. 5 minutes) 70% alkoholā, un tad izstiepj tos iespējami gaŗi 50% alkoholā preparēšanas vannā un abus galus piesprauž ar adatām. Tad ar šķērēm uzreiz uzgriež muguru vidus līnijā, abi malu gabali jāpiesprauž ar spraužamām adatiņām; uzšķēršana turpināma tālāk arī 50% alkoholā. (Tārpjiem jābūt pilnīgi pārklātiem ar šķidrumu). Šī metode at-

ļauj saskatīt smalkākos uzbūves sīkumus. Daži griezieni jāizdara lietojot palielinošu stiklu (pūlksteņtaisītāju lupu).

Uzglabāšanai tārpus (jāievēro visi sīkumi) sagatavo šādi: dzīvus tārpus ievieto platā traukā ar apm. collu biezu ūdens kārtu. Uz ūdens virsmas tad uzmanīgi laiku pa laikam pilina alkoholu, līdz tārpi ir apdulluši un paliek pilnīgi nekustīgi un slābani (tas var ilgt stundu jeb divas). Tad tie pārnesami platā seklā traukā ar tik daudz 50% alkohola, lai pēdējais viņus apsegtu. Traukā tie uzmanīgi izstiepjami un sakārtojami viens otram blakus. Pēc stundas vājais alkohols apmaināms pret stiprāku (70%), kurš pēc dažām stundām reizi vai divas pārmaināms. Beidzot tārpi pārnesami neaprobežotā daudzumā 90% alkohola. Šīs metodes pūles pilnīgi atmaksā vēlākie panākumi. Tārpiem jābūt gluži taisniem, pavisam izstieptiem un apaļi pilnīgiem. Viņus var izlietot uzšķēršanai, kā arī mikroskopiskiem darbiem.

Griezumu pagatavošanai tārpus rūpīgi nomazgā un ieliek mitrā traukā ar nedaudz gabaliņos saplēsta mitra susināmā papīra. Tārpi papīru norij, un tas vairākas reizes jāatjauno, kamēr tārps sāk izmest pilnīgi tīru papīru. Tad dzīvniekus konservē parastā kārtā. Kad viņi pietiekoši sacietējuši, tos sagriež īsos gabaliņos, krāso ar borakskarminu, iegulda parafinā un griež ar sīkgriezi (mikrotomu).

Sākumā jāaplūko dzīvs tārps, viņa veids, kustības, reakcija uz kairinājumiem, muguras vada pulsācija (saskaitīt pulsu un pārmainīt ritmu, pārmainot temperatūru). Tad labi konservētos eksemplāros jāizpēta ārējās īpašības (vilkt caur pirkstiem, lai justu sariņus; uzmost zīmējumu). Aplūkot dabīgos caurumus. Nefridiju caurumi nav redzami, bet mērcējot konservētos tārpus dažas stundas ūdenī un pēc tam novelkot virsplēvīti, tie kļūst skaidri redzami. Pēc tam var izdarīt galveno uzšķēršanu un noskaidrot lielāko organu stāvokli. Uzmost pa daļai zīmējumu, kuŗu vēlāk galīgi izpildīt pēc 19. zīm. parauga. Tad pamatīgi izstudēt vienkāršos kanālus un cirkulācijas organus. Pat vissmalkākos asinsvadus var viegli izpreparēt, lietojot lupu un strādājot ar svaigiem eksemplāriem (nonāvētiem 70% alkoholā un pēc tam uzgrieztiem ūdenī) un uzmanīgi atvelkot pie malas barības kanālu.

Barības kanāls vēlāk pārgriežams aiz muskuļkuņģa un pakāpeniski atpreparējams nost. Tad atklājas nervu stīga un vairošanās organi (nomazgā netīrumus ar pipetes palīdzību). Nav grūti uzmeklēt un atšķirt dažādās daļas, izņemot sēklas dziedzerus. Pēdējos grūti atrast nobriedušos tārpos, bet tie uzejami tādos, kuŗiem nav vidējo sēklas pūslīšu (parasti tanīs eksemplāros, kuŗiem nav segliņu).

Svaiga tārpa sēklas uzņēmēju un pūslīšu saturs jāaplūko mikroskopā. Izņemt olas dziedzeri (ar pincetes un liku šķēru palīdzību), ielikāt ūdenī un aplūkot. (Nokrāsots ar alauna karminu un ieguldīts Kanadas balsamā olas dziedzeris ir atkal labs studiju objekts). Jāizdara uzmanīgi griezieni arī caur nervu sistēmas priekšējo daļu.

Ja laika maz, tad griezumu sīkas mikroskopiskas studijas var izlaist, bet jāizdala jau pagatavoti griezumumi un tie jādemonstrē.

Embrioloģiskās studijas ir par grūtām, bet tie, kuriem šīs lietās ir piedzīvojumi, var sagatavot ļoti pamācošas demonstrācijas. Maijā un jūnijā vecās lapu gubās var atrast lielā vairumā olu maisiņus. Maisiņa vienu galu noņem ar ļoti asu nazi un saturu ar resnu pipeti zem ūdens izvelk ārā. Saturu tad var pārnest ūdens pilienā zem segstikla ar kājiņām, un aplūkot mikroskopā. Dīglus var uzglabāt Perenija šķidrums un tos studēt vai nu veselus konservējošā šķidrums jeb arī sacietināt alkoholā un pagatavot seriju griezumus.

#### NO IX. LĪDZ XI. NODAĻAI (PAPARDE).

Papardi (*Pteris*) var izrakt katrā laikā, ja tikai zeme nav sasalusi, un novietot svaigu laboratorijā. Vasaras vidū var nogriezt un izžāvēt lapas, un lietošanas brīdī (ievada stundās, virszemes daļas ilustrācijai) tās krietni atsvaigot, uz acumirkli iemērcot karstā ūdenī. Bez grūtībām var iegūt arī apakšzemes stumbru un uzglabāt vājā (50%) alkoholā.

*Ķermeņa morfoloģijas* ilustrēšanai jāņem, ja vien iespējams, vesels un pilnīgs augs. Tad auga gaisa un apakšzemes daļas uzzīmējamās viņu dabīgās attiecībās. Jāuzmeklē zari, saknes un veci lapu kāti, jāiepazīstas ar viņu izšķirībām un arī jāuzzīmē.

Iepazīšanās ar apakšzemes stumbra anatomiju jāsāk ar neapbruņotu aci. Klasei liek uzmeklēt sānu ribas un tad uzdod zīmēt apakšzemes stumbra šķērsgrizumu, kā tas redzams ar neapbruņotu aci. Šim pirmajam darbam katram skolniekam iedod divu vai trīs collu garu apakšzemes stumbra gabaliņu. Vēlāk piegriezt vērību, lai zīmējums būtu pareizs dorsoventrali. Pēc tam var izdarīt rupjus griezienus ar kabatas nazi vai lielu skalpeli tā, ka nāktu redzami dažādi audi (trauku, serdes, koka audi u. t. t.).

*Apakšzemes stumbra mikroskopiskā anatomija* ir intresanta, pa lielākai daļai arī viegla, bet prasa daudz laika. Ja laika daudz, var pagatavot arī sakņu šķērsgrizumus un ieslēgt balsamā. Griezieni viegli izdarāmi ieliekot objektu serdes ga-

balīnos. Stumbru var griezt brīvi no rokas ar bārdas nazi vai, labāk, ar sīkgriezi, veci stumbri ir ārkārtīgi cieti un viegli bojā nažus.

Lapas var bagātīgi ievākt jūlijā un augustā un uzglabāt alkoholā. Lapiņas viegli griežamas ieliekot tās serdē. Virsādiņu ar nelielām pūlēm (iesācējam) iegūst, noskrāpējot lapas. Svaigas siltumnīcu paparžu lapas arī derīgas šiem mērķiem, dažreiz viegli iegūstamas un daudz pievilcīgākas par žāvētām. Iesācējiem pagatavot tiešām labus papardes lapu griezumus nav viegli. Tādēļ tādi jātura gatavi pie rokas.

Spormaisiņus var dabūt pietiekošā daudzumā pat ziemas vidū no papardes alkoholiskiem eksemplariem vai no siltumnīcu papardēm. Dažas siltumnīcu *Pteris* sugas ir derīgas visiem šiem nolūkiem. Ja pabāž skalpeļa tievo galu zem negatava auta, tas viegli nocēlas, parasti līdz ar spormaisiņiem; pēdējie sastopami visās attīstības pakāpēs. Dažos spormaisiņos atrodamas sporas. Spormaisiņus un sporas nav grūti iegūt, tikai jāuzmanās nesalasīt pārāk jaunus vai pārāk vecus augļus nesējus.

*Sporu dīgšana.* Labu un tīru dīgstošu sporu un protaliju iegūšanai, varam ieteikt sekošo paņēmieni: piepilda dažus mazus puķu podus, kuŗi iepriekš pamatīgi no iekšienes un ārienes iztīrīti, ar tīru smalku smilti. To visu sterilizē krāsni maizī cepot vai karsta gaisa sterilizatorā. Tad podus ieliek lielos (porcelana) traukos, kuŗos vienas collas augstumā ielej ūdeni un podus pilnīgi apsedz ar zvanveidīgiem stikla traukiem. Pēc divdesmit četrām stundām, jeb vispārīgi, kad smilts un podi no iekšpuses un ārpusē ir palikuši pilnīgi mitri, apsēj smiltis un poda ārpusi ar sporām (iegūstamas siltumnīcās, kratot sporas nesošas lapas uz balta papīra). Jāuzmanās, lai tiešām iegūtu sporas un nevis tukšus spormaisiņus. Pēc nedēļas vai ilgāk (dažreiz pēc vairākām nedēļām) jānoņem gabaliņš no smilts virsējās kārtas, jāizmaisa ūdens pilienā uz priekšmetu stikla un jāapskata, vai viņā nav dīgstošu sporu. Pēdējās parasti ir atrodamas dažādās attīstības pakāpēs. Pēc mēneša jeb diviem parādās protaliji poda ārpusē; un tā kā pēdējā ir tīra, tad protalijus var noņemt un apskatīt (ar apakšpusi uz augšu) pilnīgi brīvus no netīrumiem.

Ja tas neizdodas, tad protalijus var salasīt siltumnīcās no podu virsmas vai malām un sevišķi uz mitras zemes zem soliem. Jāuzmanās, lai nesajauktu protalijus ar gaišāki zaļo un samērā rupjo papardīti (*Lunularia*), kuŗas bieži sastopamas siltumnīcās.

*Protalija dzimuma organi.* Uz labiem tīriem eksemplariem tie ir viegli atrodami, visvieglāki ar vāju palielinājumu. Stipri palielinājumi vajadzīgi sīkumu atšķiršanai. Jauni ar-

chegoniji un anteridiji ir zaļi, veci — brūni. Uz jauniem protalijiem visbiežāk atrodami vienīgi anteridiji, uz ļoti veciem protalijiem — vienīgi archegoniji.

*Apaugļošana* nav viegli novērojama, tomēr ir vērts pamēģināt to saskatīt, aplūkojot veselu rindu ļoti svaigu un spēcīgu protaliju dažādās attīstības pakāpēs. Šie preparāti jā sagatavo ļoti uzmanīgi (nepārplūdināt ar ūdeni). Vispārīgi spermatozoidi vieglāk atrodami peldam apkārt tādos eksemplaros, kuri kādu laiciņu stāvējuši.

*Attīstīšanās.* Šīs studijas, izņemot vispārējos vilcienus, par grūtu iesācējam. Tomēr iesācējs var iepazīties ar vēlākām pakāpēm, studējot vecus protalijus ar tikko iznākušām jaunajām papardēm vai arī jaunas papardes ar vēl nenokritušiem veciem protalijiem.

*Chlorofīls un stērķele.* Spēcīgos protalijos redzamas skaiestas šūniņas ar chlorofīla ķermenīšiem. Pēdējos viegli atrodama stērķele. Dažas malējās šūniņas jāaplūko ar stipru palielinājumu un jāpiegriež vērība chlorofīla ķermeņiem un viņu sakārtojuma. Izdevīgos gadījumos pēdējos var novērot ovaļus, riteņam līdzīgus bālus graudus. Ar reaktīviem var pierādīt, ka tie ir stērķeles graudi.

Šai pašā reizē skolniekiem jādod novērot mieturalģes (*Nitella*) lielie chromatofori. Izspiežot tās posma šūniņas saturu, iegūst pilienu, kuram jāpieliek vājš joda šķīdums. Aplūkojot to ar stipru palielinājumu, izdevīgos gadījumos vienā olveidīgā chlorofīla ķermenītī var redzēt vairāk kā duci zili nokrāsotu stērķeles graudu.

## XII. N O D A Ļ A (AMEBA).

Ameba ir varbūt visuntumainākais no dzīvniekiem, jo parādās un pazūd pilnīgi negaidot. Taisni vajadzības brīdī viņa reti kad atrodama. Tādēļ jau iepriekš jā sagatavo īpaši krājumi. Nekad nevar paļauties uz sagatavotām kultūrām, jo arī parastās audzināšanas metodes ir nedrošas. Ar zināmu drošību amebas tomēr bieži var iegūt lielā daudzumā sekoši: mēnesi jeb sešas nedēļas pirms vajadzības, salasa labi daudz ūdensaugu (sevišķi *Nitella* vai *Chara*) no dažādiem dīķiem un sekliem ezeriem līdz ar krietnu daudzumu dibena nosēdumu. No svara ir ņemt materialu no tīriem, lēniem ūdeņiem ar bagātīgu daudzumu organisku vielu (kā piem. desmidiju, diatomu u. t. t. nosēdumā) un nevis no īsi pastāvošām lietus ūdens peļķēm vai ūdeņiem ar daudz neorganiskiem netīrumiem (lietus saskalojumi). Tā iegūto materialu sadala daudzos (no 10 līdz 20) vaļējos seklos traukos (mālu bļodiņās) un noliek laborato-

rijā dažādās vietās, dažas saulē, citas ēnā. Dažu, varbūt pat visu trauku saturā sāksies pūšanas pārmaiņas un tie mudžēs no dzīvām būtnēm, vispirms no bakterijām, tad infusorijām; pēc tam tie pamazām atkal paliks skaidri, tāpat kā siena aplējums. Nosēdums tagad laiku pa laikam jāizmeklē. Amebas agrāk vai vēlāk droši vien ieradīsies vienā vai vairākos traukos. Parasti vispirms parādās sīka *A. radiosa*, bet šī izlietojama tikai tad, ja nav iespējams atrast *A. proteus*, kuŗa ir daudz lielāka, gaišāka un intresantāka. Piedzīvojumi mācis, ka dažos ūdeņos ir arvien daudz amebu, citos ne. Ja reiz šāds avots atrasts, tad visām bēdām ir gals.

Ja iespējams, nosēdums, kuŗš mudž no amebām, ir jāsavāc. Skolniekiem saplok dūša, ja ilgi jānodarbojas ar dzīvnieku meklēšanu un nevis ar viņu novērošanu. Materials jāņem ar pipeti no pašas nosēduma virspuses (un nevis no tā dziļākām daļām) un jālieto lieli segstikli. Tūliņ pēc preparata pagatavošanas dzīvnieki parasti ir sarāvušies, un pilnīgi izstieptas tikai pēc kāda laika. Ārējais veids jāskicē pēc noteiktiem starpbrīžiem; tāpat uzmanīgi jāstudē protoplasmās uzbūve, savilkties spējīgie dobuļi, to ritms (izmaināms pārmainot temperatūru) un arī segstikla piespiešanas iespaids uz dzīvnieku. Nav nozīmes meklēt dalīšanos, iečaulojušās formas vai arī savilkties spējīgā dobuļa ārējo galu; tāpat arī barības uzņemšana vai neizlietoto vielu izmešana reti redzama. Māņkājiņu rašanās pamatīgi jāstudē. Pēc iepazīšanās ar dzīvu dzīvnieku, viņš jānonāvē un jānokrāso ar vāju joda šķīdumu.

Gandrīz arvien kopā ar amebām ir atrodama *Arcella* un dažreiz arī *Diffugia*. Salīdzināšanas dēļ var iepazīties arī ar šīm formām.

Vēlams salīdzināt amebu ar baltiem asinsķermenīšiem, kuŗi iegūstami vai nu iedurot pirkstā, vai, labāk, no vārdes jeb ķirzakas. Asins piliens, uzķerts uz sasildīta priekšmeta stikla, jāapsedz ar segtiklu un pēdējā malas jāapvelk ar eļļu. Baltie asinsķermenīši sākumā ir apaļi, bet drīz novērojama veida pārmaiņa. (Nav savilkties spējīgo dobuļu, nav diferencēšanās ektoplasmā un entoplasmā, bieži arī kodols nav redzams.)

### XIII. N O D A Ļ A (INFUSORIJAS).

*Paramecija* s gandrīz droši parādās pirmā laikā amebu kulturās, kā arī citos tamlīdzīgos pūstošos šķīdumos jeb aplējumos. Lai viņas būtu vajadzīgā brīdī pie rokas, jāgatavo jau mēnesi jeb vēl agrāk iepriekš liels skaits trauku ar šķīdumiem, kuŗi bagāti ar organiskām vielām. Parameciju studijas ir ļoti vieglas, ja vien šķīdumā tās ir ļoti lielā daudzumā (ūde-

nim no viņām jābūt pienam līdzīgam), citādi novērošana nav iespējama. Sagatavo trīs priekšmetu stiklus ar viņām un noliek uz īsu laiciņu pie malas (zem segstikla, vislabāk mitrā kamerā), lai ļautu dzīvniekiem palikt mierīgiem. Uz pirmā stikliņa ir vienkārši piliens šķidrums ar infusorijām; uz otrās tas pats ar mazu daudzumu karmina pulvera; trešā jāpieliek viens vai divi pilieni chloralhidrata šķidruma ūdenī (jāpagatavo iemetot vienu vai divus chloralhidrata kristalus pulksteņa stiklā ar ūdeni). Pirmo preparātu aplūko vispirms; parasti šeit atrod, ka pēc kāda laika dzīvnieki sāk ložņāt gar segstikla malām, bet bieži paliek gandrīz jeb pat pilnīgi mierā. Ja tas nebūtu, tad studēt chloralhidrata paralizētos dzīvnieku. Karmina preparatos dzīvniekos varēs redzēt skaistus barības dobuļus, pilnus ar karminu; uzmanīgi sekojot varēs pat novērot šo dobuļu izcelšanos.

Pamatīgi jāiepazīstas ar vispārējo uzbūvi, īpaša vērība piegriežama savilktais spējīgiem dobuļiem (tie vislabāk redzami mirstošos vai chloralhidrata paralizētos eksemplāros), tāpat jāpameklē indivīdi dalīšanās un konjugācijas stāvokļos (bieži tādi lielā daudzumā sastopami). Vienīgā grūtā vieta ir kodols, kurš dzīvā dzīvniekā nav labi redzams. Tas skaidri redzams preparatos, kuriem pielikts vājš joda šķidrums vai 2% etiķskābe. Ar jodu apstrādātos preparatos labi redzamas skropstiņas, ar etiķskābi — trichocisti. Osmija skābe un sublimāts arī ir labi uzglabāšanas līdzekļi. Iekšējās pārmaiņas dalīšanās un konjugācijas laikā jāpēta sevišķi sagatavotos un balsamā ieguldītos preparatos. Šādi preparāti daudzreiz ir ļoti skaisti un pamācoši.

*Vorticella* jāuzmeklē uz ūdensziediem vai citiem ūdensaugiem jeb arī peldošiem kokiem un taml. *Zoothamnion*, *Carchesium* etc. mēdz ierasties arvien akvarijos. Visas šīs formas viegli novērojamas. Konjugācija redzama ļoti reti, bet dalīšanās un kustīgās formas ir parastas. Lielais kodols sevišķi labi redzams mirušos jeb mirstošos indivīdos.

#### XIV. N O D A Ļ A (PROTOCOCCUS).

*Protococcus* (*Pleurococcus*) lielos vairumos atrodams uz vecu koku stumbriem ziemeļu pusē. Nodarbošanās laboratorijā ar viņu ir tik viegla, ka neprasa sevišķu paskaidrojumu. Skat. tomēr Arthur Barnes & Coulter's „Plant Dissection“ (Henry Holt, New-York).

#### XV. N O D A Ļ A (RAUGS).

Maiznieku, aldaņu, saspiestais un sausais raugs pārķams veikalos. Priekšroka dodama aldaņu raugam, jo saspiestā raugā



ir stērķele, bakterijas un citas blakus vielas. Visas šīs dažādās rauga šķirnes ar labiem panākumiem var audzēt misā (dabūjama brūžos) vai arī Pastēra šķīdumā (skat. Huxley and Martin, nodaļu par raugu). Meža raugu var atrast, mikroskopiski izmeklējot saldu augļu sulu. Par sekošām kodola demonstrēšanas un askosporu iegūšanas metodēm raugā esam pateicīgi Mr. S. C. Keith, Ir.

*Demonstrēt kodolu raugā.* Var izlietot katru spēcīgi augošu raugu, bet lielajam (aldaŗu) raugam dodama priekšroka. Mazai daļiņai rauga pielej stobriņā līdzīgu daudzumu akas ūdens un pamatīgi sajauc. Pieliek tikpat daudz Hermana šķīduma un atkal sakrata. Tikko raugs nosēdies, nolej virsējo šķīduma kārtu un mazgā raugu, nosūcot ar pipeti virsā nostājušos šķīdumu. Pārnes dažas šūniņas uz priekšmetu stiklu, fiksē izžāvējot, krāso ar Heidenhaina dzelzshematoksilīnu (skat. Zentralblatt für Bakteriologie XIV, 1893, 358—360 lap. p.), nomazgā, atūdeņo alkoholā, gaišina ciedru eļļā un iegulda balsamā. Panākums bieži ir ļoti apmierinošs. (Skat. 73. zīm.).

*Vienkāršāka metode.* Ātrāk un vieglāk var šādi demonstrēt kodolus raugā. Vāra īsu brītiņu stobriņā ūdeni ar ļoti spēcīgu raugu. Pilienu novāritā šķīduma novieto uz priekšmetu stikla, pieliek pilienu ļoti vāja dālijas šķīduma, apsedz ar segstiklu un pēc vienas vai divām minūtēm aplūko mikroskopā ar stipru palielinājumu. Lielākā daļā šūniņu viegli saskatāms kodols.

*Dabūt askosporas raugā.* Parasti šim nolūkam ieteic ģipša klucīšus. Mēs atrodam šādu metodi par drošāku: jāņem aldaŗu „virsējais“ raugs. Tam jābūt spēcīgi augošam un svaigam. Ja nevar dabūt svaigu raugu, to var atsvaigot audzējot 24 stundas pie 25° C misā. Mazu daļiņu no biezā nosēduma ļoti plānā kārtiņā uzliek uz sausa susināmā papīra, kuŗš iepriekš sterilizēts karstumā. Susināmais papīrs tad novietojams uz 1/4 collas biezas kokvilnas kārtas, kuŗa savukārt ielikta šķīvī vai tējas bļodiņā. Kokvilna iepriekš viscaur saslapējama ar aukstu sterilizētu akas ūdeni. Tas viss apsedzams ar zvanveidīgu stiklu un novietojams siltā (25°C) vietā. Pēc trim cetrām dienām lielākā daļā šūniņu būs atrodamas sporas. Jo zemāka temperatūra, jo ilgāks laiks vajadzīgs, kamēr sporas attīstās. Ja „virsējā“ rauga vietā ņemts „apakšējais“, tad vajadzīgs daudz ilgāks laiks un rezultāti ir daudz nedrošāki.

## XVI. NODAĻA (BAKTERIJAS).

Bakteriju studijas ieteicams iesākt ar lielām sugām, un šim nolūkam nekas nav labāks kā *Bacillus megatherium*, kuŗu

var dabūt gandrīz katrā bakterioloģiskā laboratorijā\*). Audzējams bakteriologu lietotā buljonā. Šis bicilis ir ļoti liels un viegli attīsta sporas. (Sternberg, „Bacteriology“, Abbott „Principles of Bacteriology“ u. t. t.). Iedziļināties bakteriju studijās nav pa spēkam iesācējam. Etiķa bakterijas var novērot etiķa raugā, saspiežot tā mazu daļiņu zem segstikla un aplūkojot ar stipru palielinājumu. Etiķa rauga receklis ir labs zoogļejas piemērs. Baltās putas, kuņas parādās akvarijā uz ūdens un aplējumos, ir tāda pat rakstura piemērs (zoogloea).

## XVII. N O D A Ļ A (SIENA APLĒJUMS).

Sekmīgai siena aplējuma pagatavošanai jālieto tāds ūdens, kurā ir daudz un dažādi organismi, un tādēļ destilēts, avotu un aku ūdens vispārīgi nav ņemams. Tāpat nevar lietot krāna ūdeni, ja tas nāk no akām vai avotiem. Šiem mērķiem noderīgākais ir dīķu, upju, ezeru vai citi atklāti ūdeņi. Ļoti noderīgs ir tīrs grāvju un peļķu ūdens. Siena izvēlei ir mazāk nozīmes, bet labi ir ņemt vecu un arī ļoti kokainu sienu. Aplējums ir jāsasilda, bet nav jākarsē un jāvāra. Viegli apsegtais trauks jānovieto ne visai stiprā gaismā, piem. ziemēlpuses logā.

### Instrumenti un citi piederumi.

*Katram skolniekam vajadzīgs:*

Salikts mikroskops ar diviem okulāriem, ar vāju un stipru objektīvu (piem. A un D Ceisa vai 1/2 un 1/6 collu Bausch un Lomb objektīvi; vēlami arī vēl stiprāki palielinājumi).

Vienkārša preparēšanas lupa; vēlama parastā pulksteņtaisītāju lēca ar kājām. Vienkārša kabatas lēca. Priekšmetu stikli, (3×1 collu), segstikli, pulksteņu stikli, mazas etiķetes, adatas pārmaināmos kātos, kamiēļa spalvu suseklis, sausināmais un filtra papīrs, labs bārzdas nazis, pipetes (zāļu pilināmas pudelītes), stikla caurules un stobriņi, stikla vai porcelana krāsu trauki u. t. t., mazs uzšķēršanas instrumentu sakopojums (mazs skalpelis, pincetes un taisnas šķēres), lāpstiņa, serdes gabaliņi griezieniem, diegi, gaŗas kukaiņu adatas uzšķērsto eksemplāru piestiprināšanai, zīmējamās lietas, burtnīcas zīmējumiem un atzīmēm.

Uz katra galda vajaga atrasties mazam reaktīvu pudelīšu sakopojumam, Bunzena deglim, ūdens pudelei, stobriņiem, stāvglāzēm un zvanveidīgam stiklam, apsegšanai no putekļiem. Pie

\*) Latvijā mikroorganismi dabūjami Universitātes mikrobioloģijas institūtā, Rīgā, Kronvalda bulv. Nr. 1. Tulk.

rokas jābūt arī termometriem, svariem, sīkgriezīm, žāvējamai krāsniņ un ūdens krāsniņ parafinam.

### Reaktīvi un tehniskās metodes.

*Alkohols.* Bioloģiskām laboratorijām, kā valsts iestādēm, alkohols jāsaņem bez grūtībām un tas jālieto neskopojoties, 100° alkohols, t. s. „absolutais“ pērkams 1-mārciņas pudelēs. „Squibb's“ absolutais alkohols arī visur dabūjams, bet arī ar parasto 90—95% alkoholu var gandrīz visur apmierināties. Var pirkt arī 94% alkoholu un tad pēc vajadzības atšķaidīt par 80%, 70%, 50% u. t. t. Šiem mērķiem parasti lieto alkoholimetru.

*Etiķskābe.* Vienu vai divas daļas ledus etiķskābes uz 100 daļām ūdens.

*Etiķskābe un metilzaļums (Methylgrün)* — ieteicams kodolu krāsošanai augu šūniņās. Atšķīdina metilzaļumu vienā vai divprocentīgā etiķskābē, kamēr dabū dziļi zaļu krāsu.

*Borakskarmīns.* Pieliek 4% boraksa šķīdumam ūdenī 2 līdz 3% karmina un uzsilda, kamēr karmins izšķīst. Pieliek līdzīgu daudzumu 70% alkohola un filtrē pēc 24 stundām. Pēc krāsošanas (lielus objektus 6—12 stundas vai vairāk, griezumus dažas minutes) objektu pārceļ atšķaidītā skābā alkoholā (100 cm. 35% alkohola, 3—4 pilieni sālsskābes) un atstāj tur viņu, kamēr krāsa pārvēršas spoži sarkanā (10—30 min.). Pēc tam pārceļ 70% alkoholā.

*Kanadas balsams. Ieguldīšana viņā.* Šo nepārspējamo vielu var pirkt negatavu. Tad tā jāžāvē ilgāku laiku sildot un lietošanai jāatšķaida chloroformā, bencolā vai terpentīnā. Bencola šķīdums ir vislabākais un dabūjams gatavs zaļu preču tirgotavās. Ieguldīšana balsamā ir vienkārša. Kanadas balsams nesamaisās ar ūdeni un alkoholu, bet viegli samaisās ar nagleņu eļļu, chloroformu, ksilolu u. t. t. Tādēļ preparāti vispirms jāapstrādā ar ļoti stipru alkoholu (95—100%), lai izvilkto no viņiem ūdenī. Pēc tam ar nagleņu eļļu, chloroformu vai terpentīnu, lai izspiestu no preparātiem alkoholu. Tad tos iegulda balsama pilienā. Parasti balsamu uzliek uz segstikla un tad apgāž segstiklu pār preparātu. Balsams pamazām sacietē un ilgstoši uzglabā preparātu.

*Karmīns.* Karmīns pērkams pulvera veidā. Pamatīgi sārbezts miezerī ar ūdeni šis pulveris pārvēršas smalkā duļķē. Šī īpašība padara to ļoti noderīgu eksperimentiem ar skropstām u. t. t.

Biežāk to lieto šķīdumā, kā krāsvielu. (Skat. borakskarmīnu.).

*Koksnes pārbaude.* Piesātina preparātu joda šķīdumā, izmazgā ūdenī un tad liek to stiprā sērskābē. Pēdējo pagatavo, uzmanīgi ielejot 2 daļas koncentrētas sērskābes 1 daļā ūdens.

*Kolodiju un nagleņu eļļu* lieto griezumu piestiprināšanai pie priekšmetu stikla, lai vārīgās vai atsevišķās daļas nepārvietotos un nesabīdītos, ieguldot Kanadas balsamā. Sajauc vienu daļu etera kolodija ar trim daļām nagleņu eļļas. Pirms ieguldīšanas balsamā, pārklāj priekšmetu stiklu ar šo maisījumu, uzliek virsū griezumus un tad liek dažas minutes ūdens krāsnī (kamēr izgaro nagleņu eļļa). Tad pārnes priekšmeta stiklu ar preparātu platā pudelītē ar terpentīnu parafina izšķīdināšanai, (kurš palicis griezumā pagatavojot to no parafinā ieguldītā materiala). Pēc tam izņem ārā, noņem lieko terpentīnu, uzliek pilienu Kanadas balsama segstikla vidū un apgāž to uz preparata.

*Dālija* (Dahlia) — atšķīdrina ūdenī.

*Eozīns*, — jāatšķīdrina ūdenī, kamēr dabū spoži sarkanu šķīdumu. Lietojot jāatšķaida.

*Glicerīns, atšķaidīts* — divas daļas glicerīna, viena daļa destilēta ūdens.

*Hematoksilīns (Delafielda)*. Salej kopā 4 ccm. piesātināta hematoksilīna šķīduma alkoholā un 150 ccm. stipra amonalauna šķīduma ūdenī; liek šķīdumam nedēļu vai ilgāk stāvēt gaismā; filtrē, pieliek 25 ccm. glicerīna un 25 ccm. metilalkohola. Nostāvoties dažas nedēļas vai mēnešus, šķīdums paliek daudz labāks.

*Hematoksilīns (Kleinenberga)*. Piesātinātam kalcijs chlorīda šķīdumam 70% alkoholā pieliek pārpalikumā tīru alaunu; filtrē pēc 24 stundām un pieliek 8 daļas 70% alkohola un, ja vajadzīgs, filtrē atkal. Pieliek tik daudz piesātināta hematoksilīna šķīduma alkoholā, kamēr šķīdums paliek purpurzilgans. Jo ilgāk šķīdums nostāvas, jo labāk. Lietojot jāatšķaida ar alauna-kalcijs chlorīda šķīdumu 70% alkoholā.

*Hermana šķīdums*. — Skat. Lee's V a d e M e c u m.

*Joda šķīdums*. Izšķīdina jodkaliju mazā ūdens daudzumā, pieliek metalisko jodu, kamēr šķīdums paliek tumši brūnas krāsas un tad atšķaida līdz tumšai šerri krāsai. Šķīdums jā-sargā no gaismas.

*Maženta* (anilīnsarkanums) — jāatšķīdina ūdenī.

*Metilzaļums*. — Jālieto ūdens vai alkohola šķīdums, vai kopā ar etiķskābi.

*Normalais sāls šķīdums*. (*Fizioloģiskais sāls šķīdums*). Jāatšķīdina 7.50 gramu vārāmās sāls litrā destilēta ūdens.

*Parafins.* „Ciets“ un „mīksts“ parafins, t. i. ar augstu un zemu kušanas temperatūru. Jāsajauc tādās attiecībās, lai kušanas temperatūra būtu starp 50° un 55° C.

*Perenija šķidrums.* 4 daļas 10% slāpekļa skābes, 3 daļas 90% alkohola, 3 daļas 1/2% chromskābes šķīduma ūdenī. Nelietot, kamēr maisījums nav pieņēmis violetu krāsu. Objektus šķīdumā atstāj no 30 min. līdz stundai, tad 24 stundas 70% alkoholā un beidzot 90% alkoholā.

*Šulces macerējošais šķidrums.* Jāatšķīdina viens grams kalija chlorata 50 ccm. slāpekļa skābes. Audi jāvēra maisījumā un pēc tam pamatīgi jāizmazgā ūdenī.

*Šulces šķidrums.* Izšķīdina cinku tīrā sālsskābē, izgarina ūdensvannā šķīdumu metaliska cinka klātbūtnē līdz sīrupa biežumam, pieliek tik daudz jodkalija cik izšķīst, un tad piesātina ar jodu (ja sasilda ar šo šķīdumu, tad koksne paliek zila).

*Preparatu griešana.* Daudzus objektus var griezt no rokas ar bārzdas nazi (kuņam jābūt ļoti asam). Objektu tura kreisā rokā, bārzdas nazi labā. Nazis guļ uz pirksta galiem prom no sevis ar asmeni uz kreiso pusi. Tad viegli velk uz sevi un pamazām atšķēļ griezumu. Sīkus objektus var turēt starp saslapinātiem serdes gabaliņiem. Nazis jātura mitrs.

Citu objektu sagriešanai vajadzīga to rūpīgāka iepriekšēja apstrādāšana pēc sekošām metodēm:

*A. Parafina metode.* — Pēc sacietināšanas objektu mērcē stiprā alkoholā (95% vai vairāk), kamēr ūdens ir pilnīgi izvilks (2—12 stundas, reiz pārmainot veco alkoholu pret jaunu), tad chloroformā, kamēr alkohols ir izspiests (2—12 stundas) un pēc tam izkusušā parafinā (ne siltākā par 55°C) ūdens krāsni 15—30 minutes (pārāk augstā temperatūrā, vai ilgi stāvēt ūdens krāsni, preparats sažūk). Tad nedaudz parafina ielej mazā papīra kastītē vai piemērotā metala rāmī. Objektu pārnes šī rāmīša parafinā un, kad parafins sāk sacietēt, rāmīti ieliek aukstā ūdenī, kamēr parafins paliek pavisam ciets. Tad šo parafina klucīti ar objektu pielīmē (ar parafinu) pie korķa vai koka gabaliņa un ieliek sīkgriezī (mikrotomā).

Griezt var ar līku nazi vai pēc *sloksnes metodes* \*). Nazis vienmēr turāms sauss. Pagatavojot preparatus, griezumi jāpiestiprina ar kolodiju (skat. *kolodijs un nagleņu eļļa*).

*B. Celoidina metode.* Sevišķi pielietojama vārīgu augu audu sagriešanai. Pēc objekta pilnīgas atūdeņošanas alkoholā, piesūcina to 24 stundas līdzīgu daļu alkohola un etera maisījumā. Pēc tam tura objektu dažas stundas biežā celoidina šķīdumā. (Pagatavo atšķīdinot celoidinu minētā etera un al-

\*) Skat. Whitman, 1. c. 71. l. p.

kohola maisījumā). Tad to var sekoši ieguldīt: vairākkārtīgi iemērc noasināta korķa galu celoidina šķīdumā un ļauj tam īsu brītiņu žūt (ja vajadzīgs uzpūšot); no tam rodas celoidina kārtā, kurai pēc katras iemēršanas jāļauj brītiņu žūt. Pārceļ objektu uz korķi un pārklāj to tāpat pilnīgi ar celoidinu. Tad iemet korķi 82—85% (0,842 īpatn. sv.) alkoholā, kamēr celoidins palicis ciets (24 stundas). Tad celoidina klucīti var griezt sīkgriezī ar līku nazi, kurš jātura slapjš, pilinot virsū 82—85% alkoholu. Griezumus līdz ieguldīšanai uzglabā 82—85% alkoholā. Vajadzības brīdī tos pārceļ uz kādu minūti stiprā alkoholā, uzliek uz priekšmetu stikla, pilina virsū chloroformu tik ilgi, kamēr alkohols ir izdzīts, noņem lieko šķidrumu, ātri uzliek pilienu balsama un apsedz ar segstiklu. (Skat. arī Whitman l. c. 113. l. p.).

---



# Saturs.

## I. NODAĻA.

Lap. p.

### Ievadām.

Dzīvas būtnes un nedzīvas lietas. Dzīvas un nedzīvas vielas līdzība un atšķirība. Nedzīvas vielas ceļojums caur dzīvām būtnēm. Dzīva organisma līdzība ar strūklu aku, liesmu un ūdens virpuli. Dzīva viela ir tā pati nedzīvā viela sevišķā stāvoklī. Viņas raksturīgās īpašības. Bioloģijas tilpums un iedalījums. Bioloģiskās zinātnes. Bioloģijas attiecības ar zooloģiju un botaniku; morfoloģija un fizioloģija. Bioloģisko zinātņu apzīmējumi un iekšējie sakari. Psiholoģija, socioloģija, vispārējās bioloģijas apzīmējums . . . . . 5—11.

## II. NODAĻA.

### Dzīvu būtņu uzbūve.

Viņu izplatība un lielums. No organiem saliktie organismi. Darbības. No audiem saliktie organi. Diferencēšanās. No šūniņām saliktie audi. Apzīmējumi. Vienšūniņu organismi. Dzīvos organismos ir nedzīva viela. Nedzīvās vielas daudzums pieaug līdz ar vecumu. Dzīvo būtņu uzbūves raksturojuma kopsavilkums. Organisms kā vienība. Ķermenim lielāka nozīme nekā kaut kurai viņa daļai . . . 12—19.

## III. NODAĻA.

### Protoplasma un šūniņa.

Protoplasma — „dzīvības fiziskais pamats“. Vēsturisks apskats. Salikts mikroskops un šūniņu atklāšana korķī. Achromatisks objektīvs. Šleidenā un Švana šūniņu teorija. Virchovs un Šulce. „Šūniņas“ jaunlaiku jēdziens. Protoplasmas un sarkodas atklāšana. Viņu līdzība pēc būtības. Purkinjē. Mohls. Kohns. Šulce. Protoplasmas izskats un uzbūve. Raksturīga šūniņa. Viņas daļas. Citoplasma un kodols. Šūniņu rašanās. Olas dališanās, audu diferencēšanās, „ķermeņa“ izveidošanās un darba fizioloģiskā dališana. Protoplasma darbā. Muskulu savilkšanās. Ameba un viņas kustības. „Griešanās“ Nitella un Anacharis šūniņās. Protoplasmas „cirkulācija“ tradeskancijas matiņu šūniņās. Skropstu kustība. Protoplasmas enerģijas avoti. Vielu maiņa un viņas daļas. Dzīvības enerģijā nav „dzīvības spēka“. Protoplasmas ķīmiskā uzbūve; proteīni, ogļhidrāti un tauki. Fiziskās attiecības; temperatūra, mitrums, elektrība u. t. t. Augu un dzīvnieku protoplasma ir līdzīga, bet nav vienāda . . . . . 20—35.

## IV. NODAĻA.

### Dzīvnieka bioloģija. Slieka.

Dzīvnieku pārstāvis. Slieka kā tips. Viņas plašā izplatīšanās. Parastā slieka. Viņas nosaukums; dzīves vietas; parašas; barība; mēsli; iespaids uz augsni; barības un zemes ierīšana; maņas. Sliekas diferencēšanās: priekšēji-pakaļējā un muguras-vēdera. Viņas sime-



trija: divpusējā un rindas. Sliēkas ķermeņa plans. Ķermeņa organi un viņu sakārtojums sistemās: barošanās, cirkulācijas, ekskrecijas, elpošanas, kustību, nervu, maņu u. t. t. . . . . 36—60.

## V. N O D A Ļ A.

(Turpinājums.)

Vairošanās apzīmējums. Dīgšūniņas. Dzimuma un bezdzimuma vairošanās. Reģenerācija. Sliēkas vairošanās sistema. Pārošanās un dēšana. Apaugļošanās process un olas dališanās. Ķermeņa rašanās. Gastrula. Trīs dīgļlapas: ektoblasts, entoblasts, mesoblasts. Īss šūniņu dališanās parādību apskats; kariokineze. Organu rašanās. Dīgļlapu liktns. Dīgļplasma . . . . . 61—75.

## VI. N O D A Ļ A.

(Turpinājums.)

Sliēkas mikroskopiskā anatomija jeb histoloģija. Galvenie dzīvnieku audi un viņu šūniņu elementi. Epitela, muskuļu, nervu, vairošanās, asins un savienošanas audi; viņu izplatība dažādos organos. Ķermeņa sienas mikroskopiskā uzbūve; barības kanāla, asinsvadu, šķērssienu, nervu sistēmas, gangliju u. t. t. mikroskopiskā uzbūve . 76—81.

## VII. N O D A Ļ A.

(Turpinājums.)

Vispārējā fizioloģija. Dzīvnieks un apkārtne. Apzīmējums. Organisma uzbūves un darbības piemērošanās apkārtnei. Piemērošanās izcelšanās. Viņas pastāvības un pieaugšanas rezultāts. Dabīgā izlase, piemērotākiem pārdzīvojot. Barības ieņemšanas nepieciešamība vielas un enerģijas uzturēšanai. Ieņemumā daba. Barība un viņas ceļojums pa ķermeni. Barības uzņemšana. Gremošana un uzsūkšana. Cirkulācija. Vielu maiņa. Izdevums. Dzīvnieka un apkārtnes savstarpējie iespaidi. Kopsavilkums . . . . . 82—87.

## VIII. N O D A Ļ A.

### Auga bioloģija. Pāparde.

Augu pārstāvis. Pāparde kā tips. Viņas plašā izplatīšanās. Pārastā pāparde. Viņas nosaukums, dzīves vieta, lielums u. t. t. Ķermeņa vispārēja morfoloģija. Diferencēšanās: priekšēji-pakaļējā un vēdera-muguras. Divpusējā simetrija. Apakšzemes stumbrs. Lapu izcelšanās un sakārtojums. Apakšzemes stumbra iekšējā uzbūve un trīs lielās audu sistēmas. Auga pirmaudi. Apakšzemes stumbra histoloģija. Saknes un zari. Dīgaudi un virsotnes šūniņa. Kā apakšzemes stumbrs aug. Pāpārdes lapas un viņu uzbūve. Chlorofila ķermenīši. Atvārsnītes. Dzīslas . . . . . 88—106.

## IX. N O D A Ļ A.

(Turpinājums.)

Dažādi pāpārdes vairošanās veidi. Sporofors un oofors. Pāaudžu maiņa. Spormaisiņi. Sporas. Sporu dīgšana. Protonema. Protalijs. Dzimuma organi. Anteridiji. Viriškā dīgšūniņa. Archegoniji. Sieviškās dīgšūniņas. Apaugļošana. Dališanās. Audu diferencēšanās. Ķermeņa rašanās . . . . . 107—116.

X. N O D A Ļ A.

(Turpinājums.)

Fizioloģija. Paparde un viņas apkārtne. Piemērošanās. Dzīvības apzīmējums. Vielas un enerģijas ieņemšanas nepieciešamība. Pappardes ieņemums. Viņas spēja uzbūvēt barību, sevišķi stērķeli. Barības riņķošana auga ķermenī. Vielu maiņa. Izdevums. Elpošana. Auga un apkārtnes savstarpējie iespaidi. Ādu sistemu un vairošanās specialā fizioloģija. Vecuma jautājums. Pappardes salīdzinājums ar slieku. Augu un dzīvnieku salīdzinājums vispārīgi. Chlorofila augu svarīgā fizioloģiskā nozīme . . . . . 117—126.

XI. N O D A Ļ A.

Vienšūņu organismi.

Daudzšūņu ķermenis. Viņa izcelšanās no nepārtrauktas bet nepilnīgas šūņu dalīšanās. Vienšūņu ķermenis. Viņa izcelšanās no pilnīgas šūņu dalīšanās. Daudzšūņu un vienšūņu ķermenis kā indivīds. Viena šūņa fizioloģiski ir „organisms“. Viņas vienkāršās uzbūves sev. nozīme. „Organismi uz dzīvības zemākām robežām“. 127—128.

XII. N O D A Ļ A.

Vienšūņu dzīvnieki.

A. Ameba.

Vispārējais apskats. Dzīves vietas. Veids. „*Proteus animalcule*“. Izskats. Mānkājiņas. Vietas maiņa. Barība. Miera stāvoklis. Vienšūņu organismu uzbūve. Citoplasma. Kodols. Dobuļi. Vairošanās daloties. Fizioloģija. Protoplasmas fizioloģiskās pamatīpašības, kā tās redzamas amebā. Novecošanās jautājums. Radniecīgas formas. Sakņkājainie. *Arcella*. *Diffugia*. „Saules dzīvnieciņi“. *Foramenifera*. *Radiolaria* . . . . . 129—135.

XIII. N O D A Ļ A.

Vienšūņu dzīvnieki.

B. Infusorijas.

Vispārējais apskats. Dzīves vietas. „Zvana dzīvnieciņi“. Paramēcija. Viņu forma, uzbūve un ierašas. Citoplasma, trichocisti, dobuļi, kodoli, mute, barības rīkle, tūpla vieta. Miera stāvoklis. Bezdzimuma vairošanās; konjugācija; amphimixis. *Vorticella*. Viņas forma, uzbūve u. t. t. Vairošanās daloties. Iekšējā dalīšanās. Konjugācija. Mikrogameta un makrogameta. Radniecīgas formas. *Euglena*, *Zoothamnion*, *Carchesium*, *Epistylis* u. t. t. Infusoriju fizioloģija. Zālesēdējas, gaļasēdējas un visuēdējas infusorijas. Līdzība ar augstākām formām. Chlorofila problema dzīvniekos. Simbioze. Veģetējošie dzīvnieki. Vienšūņu dzīvnieki jāuzlūko kā vienšūņu „organismi“; organi šūņā u. t. t. . . . . 136—143.

XIV. N O D A Ļ A.

Vienšūņu augi.

A. Protococcus.

Vispārējais apskats. Dzīves vietas. Morfoloģija. Uzbūve. Kustīgs un nekustīgs stāvoklis. Vairošanās daloties. Šūņu apvienība. Fizioloģija. Ieņemums un izdevums. Stērķeles uzbūve no neorganiskām vielām. Protoplasmas fizioloģiskās pamatīpašības, kā tās iztei-

cas augos. Protokoka salīdzinājums ar amebu. Chlorofila augu un dzīvnieku vispārējais salīdzinājums. Citi viensūniņu chlorofila augi: diatomi, desmidijs. *Chlorococcus*. *Gloeocapsa* . . . . . 144—148.

## XV. NODAĻA.

### Viensūniņu augi.

#### B. Raugs.

Vispārējais apskats. Mājas raugs un meža raugs. Rauga mikroskopiskā aplūkošana. Rauga šūniņas morfoloģija. Citoplasma un kodols. Vairošanās pumpurojot un ar sporām. Fizioloģija. Raugs un apkārtne. Sauss raugs. Ieņēmums. Vielu maiņa. Izdevums. Rauga barība, salīdzinot ar protokoka un amebas barību. Kādēļ raugs ir augs. Virsējais raugs. Apakšējais raugs. Meža raugi. Sarkanais raugs. Fermentācija un fermenti. Viensūniņu augi nestāv katrā ziņā uz dzīvības apakšējās robežas . . . . . 149—155.

## XVI. NODAĻA.

### Viensūniņu augi.

#### C. Bakterijas.

Vissīkākās, vislielākā skaitā un visbiežāk sastopamās dzīvās būtnes. Viņu pārpilnība zemē, pienā, ūdenī u. t. t. Bakteriju un slietu darbs augsnē. Bakterijas-parazīti un saprofīti. Viņu botaniskais stāvoklis. Sanitarā un ekonomiskā nozīme. Morfoloģija. Struktūra. Citoplasma un kodols. Skropstas. Lielums. Kustīgais un miera stāvoklis. Vairošanās. Endosporas. Artrosporas. Fizioloģija. Ieņēmums. Vielu maiņa. Izdevums. Fermenti. Fermentācija. Pūšana. Slimības. No neorganiskām vielām dzīvojoša bakteriju suga. Radniecīgas formas. Kādēļ bakterijas ir augi. Bakteriju attiecības pret temperatūru, mitrumu, nāvēgām vielām u. t. t. Sterilizācija, pasterizācija, dezinfekcija, filtrācija u. t. t. . . . . 156—161.

## XVII. NODAĻA.

### Siena aplējums.

Vispārējs apskats. Mikroskopiskas izmeklēšanas rezultāti. Duļķainums. Smaka. Sastāvdaļas. Bioloģiskas, fizikālas un ķīmiskas parādības. Ūdens un siena vēsture. Viņu satikšanās iznākums. Duļķainuma, krāsas, smakas u. t. t. iemesli. Aerobas un anaerobas bakterijas. Infusorijas vairojas un aprij bakterijas. Gaļēdājas infusorija uzbrūk zāles ēdājam. Ciņa dēļ uztura. Siens kā barības avots. Beidzot iestājas miers. Kā uzglabājams un izjaucams barošanās līdzsvars. Siena aplējums kā dzīvās pasaules atspoguļojums . . . 162—164.

## PIELIKUMS.

### Aizrādījumi darbiem laboratorijā un demonstrācijām.

Grāmatas laboratorijām. Vispārējās bioloģijas izņemšanai vajadzīgais laiks. Sevišķi aizrādījumi laboratorijas darbiem u. t. t. dažādās iepriekšēji aprakstītās nodaļās: . . . . . 165.

	lap. p.
I. nodaļa. Ievadam . . . . .	165
II. " Dzīvo organismu uzbūve . . . . .	166
III. " Protoplasma un šūniņa . . . . .	166—169
IV.—VIII. " Sliēka . . . . .	169—171
IX.—XI. " Pāpārde . . . . .	171—173
XII. " Amēba . . . . .	173—174
XIII. " Infusorijas . . . . .	174—175
XIV. " <i>Protococcus</i> . . . . .	175
XV. " Raugs . . . . .	175—176
XVI. " Bakterijas . . . . .	176—177
XVII " Siena aplējums . . . . .	177
Instrumenti un aparāti . . . . .	177—178
Reagenti un tehniskas metodes . . . . .	178—181

