

§ 13. Мембранныя арганоіды

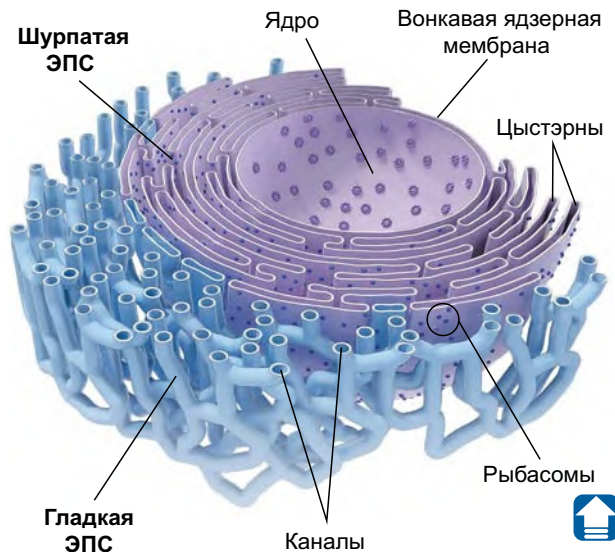
Мембранныя арганоіды ёсць толькі ў клетках эўкарыёт. Унутранае змесціва аднамебранных арганоідаў аддзелена ад гіялаплазмы адной мембранай, а двухмебранных — дзвюма. Гэтыя мембраны маюць падобную да плазмалемы будову.

Да **аднамебранных арганоідаў** клеткі належаць: эндаплазматычная сетка, комплекс Гольджы, лізасомы і вакуолі.

Эндаплазматычная сетка (ЭПС) — гэта замкнутая сістэма, якая складаецца са злучаных паміж сабой пляскатых поласцей — цыстэрнаў і разгалінаваных каналаў. Цыстэрны і каналы ЭПС пранізваюць гіялаплазму клеткі. Яны абмежаваны мембранай, якая пераходзіць у вонкавую мембрану ядра (мал. 39).

Адрозніваюць два тыпы ЭПС — *шурпату* і *гладкую*. Шурпатая ЭПС прадстаўлена пераважна цыстэрнамі, а гладкая — каналамі. Мембраны шурпатай і гладкай ЭПС непасрэдна пераходзяць адна ў адну. З вонкавай паверхняй мембраны шурпатай ЭПС звязаны шматлікія рыбасомы, якія і надаюць ёй характэрную «шурпатасць». На мембране гладкай ЭПС рыбасомы адсутнічаюць.

У рыбасомах шурпатай ЭПС сінтэзуюцца бялкі. Далей малекулы бялкоў паступаюць унутр цыстэрнаў, дзе набываюць пэўную прасторавую канфігурацыю. На мембране гладкай ЭПС адбываецца сінтэз розных вугляводаў і ліпідаў. Большасць рэчываў, сінтэзаваных у шурпатай і гладкай ЭПС, назапашваецца ў цыстэрнах і каналах гэтага арганоіда. Затым малекулы сінтэзаваных злучэнняў змяшчаюцца ў невялікія пупыркы, якія фарміруюцца з мембраны эндаплазматычнай сеткі. Мембранныя пупыркы, што аддзяліліся ад ЭПС, дастаўляюць рэчывы, якія ў іх змяшчаюцца, у комплекс Гольджы.



Мал 39. Схема будовы эндаплазматычнай сеткі



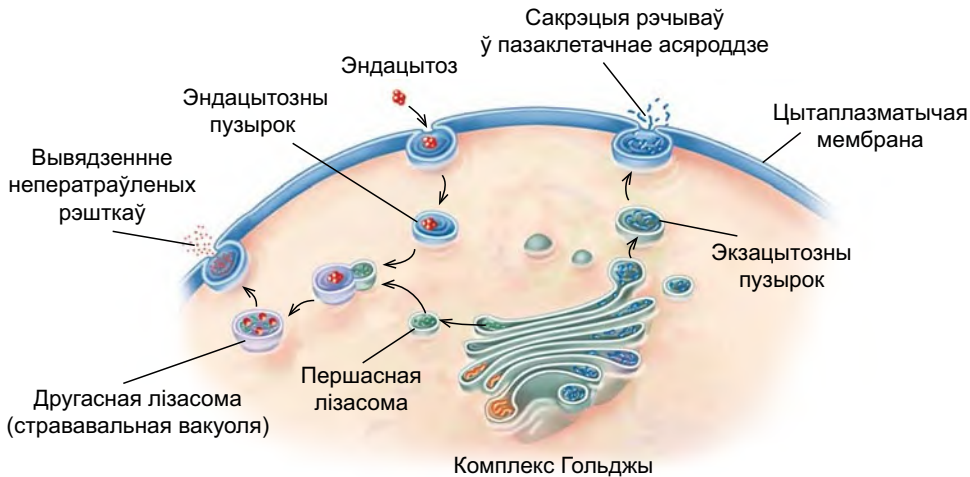
Мал. 40. Схема будовы комплексу Гольджы

У цыстэрнах полюса, звернутага да плазмалемы, адбываецца раздзяленне і сартаванне малекул па хімічным саставе і прызначэнні. Далей рэчывы пакуюцца ў мембранныя пузыркі, якія аддзяляюцца ад цыстэрнаў апарата Гольджы. Унутранае змесціва гэтых пузыркоў выводзіцца з клеткі шляхам экзакцытозу, а іх мембраны ўключаюцца ў састаў плазмалемы (мал. 41). Так адбываецца сакрэцыя клеткай розных рэчываў у паза-клетачнае асяроддзе і абнаўленне цытаплазматычнай мембраны. Акрамя таго, з некаторых пузыркоў комплексу Гольджы фарміруюцца лізасомы і вакуолі.

Лізасомы — гэта мембранныя пузыркі, якія змяшчаюць ферменты, здольныя расшчапляць розныя арганічныя злучэнні (бялкі, вугляводы, ліпіды і інш.). Малекулы гэтых ферментаў першапачаткова сінтэзуюцца ў рыбасомах на мембранах шурпатай ЭПС і затым пераносяцца ў комплекс Гольджы. Ад яго аддзяляюцца так званыя *першасныя лізасомы* — мембранныя пузыркі, якія змяшчаюць ферменты, што зведалі неабходныя ператварэнні.

Першасныя лізасомы могуць злівацца з эндацытознымі пузыркамі. Так утвараюцца *другасныя лізасомы*, ці *стрававальныя вакуолі* (гл. мал. 41). У іх адбываецца ператраўліванне малекул ці часцінак, якія паступілі ў клетку шляхам эндацытозу. Прадукты расшчаплення

Комплекс (апарат) Гольджы ўяўляе сабой стос плоскіх дыскападобных цыстэрнаў і звязаную з імі сістэму пузыркоў (мал. 40). У комплексе Гольджы выдзяляюць два полюсы. Полюс, размешчаны бліжэй да ядра клеткі, прымае рэчывы, сінтэзаваныя ў ЭПС. Сюды паступаюць мембранныя пузыркі, якія аддзяліліся ад ЭПС, і адбываецца іх зліццё з цыстэрнамі апарата Гольджы. Рэчывы, якія паступілі ў комплекс Гольджы, перамяшчаюцца па цыстэрнах да процілеглага полюса, звернутага да цытаплазматычнай мембраны. Пры гэтым яны зведаюць розныя біяхімічныя ператварэнні.



Мал. 41. Схема функцыянавання комплексу Гольджы і лізасом

паступаюць у гіялаплазму і ўключаюцца ў працэсы абмену рэчываў. Непэратраўленыя рэшткі звычайна выводзяцца з клеткі шляхам экзацытозу. Лізасомы ўдзельнічаюць не толькі ў расшчапленні рэчываў, якія паступілі ў выніку эндацытозу, але і ў ператраўліванні структурных кампанентаў клеткі, і нават цэлых клетак. Дзякуючы лізасомам могуць знішчацца, напрыклад, арганоіды, якія з'яўляюцца дэфектнымі ці адслужылі свой тэрмін; пашкоджаныя ці загінуўшыя клеткі.

Вакуолі ўяўляюць сабой напоўненыя вадкасцю і акружаныя мембранай поласці. Гэтыя арганоіды характэрны для клетак раслін, грыбоў і многіх пратыстаў.

Вакуолі раслінных клетак утвараюцца з невялікіх мембранных пазуркоў, якія з'яўляюцца вытворнымі ЭПС ці комплексу Гольджы. Па меры росту клеткі вакуолі павялічваюцца і звычайна зліваюцца ў адну буйную цэнтральную вакуолю.

Змесціва вакуолі — *клетачны сок* — уяўляе сабой водны раствор розных рэчываў. Так, у састаў клетачнага соку могуць уваходзіць запасныя рэчывы, напрыклад вугляводы, карбонавыя кіслоты, амінакіслоты. Пры неабходнасці яны выводзяцца з вакуолі ў гіялаплазму і выкарыстоўваюцца клеткай. Клетачны сок таксама можа змяшчаць пігменты, ферменты ці канчатковыя прадукты метабалізму клеткі.

Такім чынам, вакуолі забяспечваюць назапашванне, захоўванне і ізаляцыю розных рэчываў. За кошт пігментаў, якія змяшчаюцца ў клетачным соку, яны здольныя надаваць афарбоўку розным часткам раслін, напрыклад пладам вішні і пялёсткам васілька. Клетачны сок з'яўляецца больш

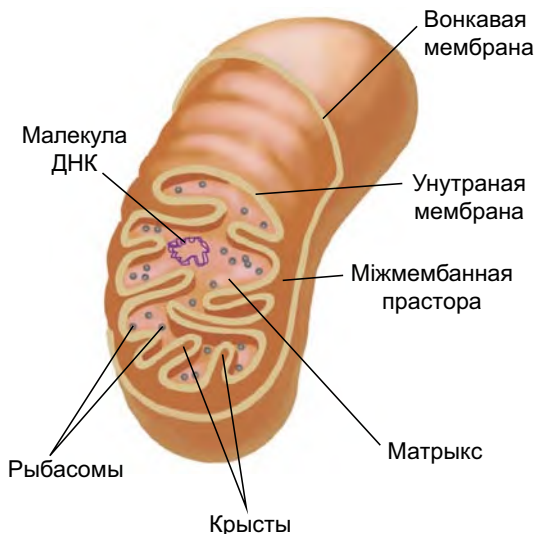
канцэнтраваным растворам, чым гіялаплазма, таму ў вакуолю шляхам осмасу паступае вада. За кошт гэтага вакуоля аказвае ціск на гіялаплазму і тым самым на клетачную сценку. Так у клетцы падтрымліваецца тургарны ціск, які абумоўлівае захаванне яе формы. Паглыннанне вады вакуолямі адыгрывае важную ролю ў расцяжэнні маладых клетак пры іх росце і ў рэгуляцыі воднага рэжыму расліны.

Скарачальныя (пульсуючыя) вакуолі характэрны, галоўным чынам, для аднаклетачных прэснаводных пратыстаў. Гэтыя арганоіды служаць для вывадзення з клеткі лішку вады. Утрыманне раствараных рэчываў унутры клеткі вышэйшае, чым у водным асяроддзі вакол яе. Таму за кошт осмасу ў клетку ўвесь час пранікаюць малекулы вады. З гіялаплазмы яны перамяшчаюцца ў скарачальную вакуолю, і яе аб'ём павялічваецца. Далей, дзякуючы ўзаемадзеянню элементаў цыташкілета, вакуоля скарачаецца, і вадкасць, якая яе напаўняе, выштурхваецца ў навакольнае асяроддзе. Работа скарачальных вакуоляў спрыяе падтрыманню пэўнага аб'ёму клеткі, што перашкаджае яе разрыву. Акрамя таго, разам з вадой з клеткі выводзяцца раствараныя ў ёй прадукты абмену рэчываў.

Двухмембраннымі арганоідамі клетак з'яўляюцца мітахондрыі і пластыды. **Мітахондрыі** — арганоіды, у якіх працякае кіслародны этап клетачнага дыхання (гэты працэс будзе падрабязна разгледжаны ў наступным раздзеле). У ходзе кіслароднага этапу з удзелам O_2 адбываецца расшчапленне і акісленне арганічных злучэнняў да неарганічных

рэчываў. Пры гэтым выдзяляецца многа энергіі, якая выкарыстоўваецца для сінтэзу вялікай колькасці АТФ. Таму мітахондрыі часам называюць «энергетычнымі станцыямі» клеткі.

Кожная мітахондрыя абмежавана двума мембранамі — *вонкавай* і *ўнутранай*, паміж якімі знаходзіцца *міжмембранная прастора* (мал. 42). Вонкавая мембрана мітахондрыі гладкая, не ўтварае ўвагнутасцей і складак. Яна аддзяляе арганоід ад гіялаплазмы і валодае высокай пранікальнасцю для іонаў і невялікіх малекул. Унутраная мембрана характарызуецца значна меншай пранікаль-



Мал. 42. Схема будовы мітахондрыі

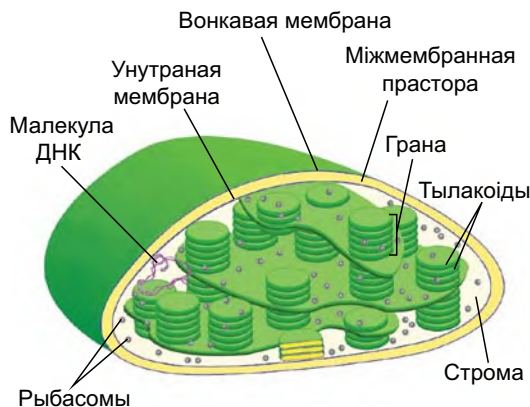
насцю. Яна ўтварае шматлікія складкі — *крысты*, якія значна павялічваюць плошчу яе паверхні. Унутраная мембрана мітахондрыя змяшчае вялікую колькасць бялкоў. У яе састаў уваходзяць, напрыклад, ферменты, якія забяспечваюць сінтэз АТФ.

Змесціва мітахондрыя, абмежаванае ўнутранай мембранай, называецца *матрыксам*. У матрыксе змяшчаюцца розныя неарганічныя і арганічныя рэчывы, у тым ліку разнастайныя ферменты, а таксама кальцавыя малекулы ДНК і ўсе віды РНК. Значыць, мітахондрыя змяшчаюць уласную генетычную інфармацыю. У іх матрыксе таксама знаходзяцца рыбасомы, у якіх ажыццяўляецца рэалізацыя гэтага інфармацыі, г. зн. сінтэз бялкоў. Мітахондрыяльныя рыбасомы меншыя па памерах, чым рыбасомы, якія змяшчаюцца ў гіялаплазме клеткі. Галоўная функцыя мітахондрыя — забеспячэнне клеткі энергіяй у выглядзе АТФ.

Пластыды — гэта арганоіды, уласцівыя клеткам фотасінтэзуючых эўкарыёт — раслін і водарасцей. У залежнасці ад асаблівасцей будовы, афарбоўкі і выконваемых функцый у раслін вылучаюць тры асноўныя тыпы пластыд: хларапласты, лейкапласты і храмапласты. Унутранае месціва пластыд называецца *стромай*. Яна акружана дзвюма мембранамі. Паміж *вонкавай* і *ўнутранай* мембранамі знаходзіцца *міжмембранная прастора*. Як і ў мітахондрыя, вонкавая мембрана пластыд роўная, не мае складак і валодае высокай пранікальнасцю для розных рэчываў. Унутраная мембрана менш пранікальная і здольная ўтвараць увагнутасці. У строме змяшчаюцца кальцавыя малекулы ДНК, усе віды РНК, а ў рыбасомах, падобных да бактэрыяльных, ажыццяўляецца сінтэз бялкоў. Пластыды розных тыпаў здольныя да ўзаемаператварэнняў.

Хларапласты — гэта пластыды, галоўнай функцыяй якіх з'яўляецца ажыццяўленне працэсу фотасінтэзу. У раслін хларапласты афарбаваны ў зялёны колер дзякуючы высокаму ўтрыманню зялёных пігментаў *хларафілаў*. Акрамя хларафілаў, хларапласты змяшчаюць жоўтыя, аранжавыя ці чырвоныя пігменты — *караціноіды*. У фотасінтэзуючых клетках раслін звычайна знаходзіцца па некалькі дзясяткаў хларапластаў, якія маюць форму дваякавыпуклай лінзы. У розных відаў водарасцей хларапласты могуць значна адрознівацца па форме, памерах, афарбоўцы і колькасці ў клетцы.

Пры развіцці хларапластаў іх унутраная мембрана ўтварае ўвагнутасці, накіраваныя ў строму. Далей яны аддзяляюцца ад унутранай мембраны і ператвараюцца ў *тылакоіды* — плоскія аднамембранныя мяшэчкі. Дыскападобныя тылакоіды, размешчаныя адзін над адным,



Мал. 43. Схема будовы хларапласта

фарміруюць *граны*, якія нагадваюць стосы манет (мал. 43). Асобныя граны злучаюцца паміж сабой выцягнутымі ў даўжыню тылакоідамі. Мембраны тылакоідаў змяшчаюць фотасінтэтычныя пігменты, розныя бялкі (у тым ліку ферменты, якія забяспечваюць сінтэз АТФ) і іншыя рэчывы.

Лейкапласты ўяўляюць сабой бясколерныя пластыды, якія не змяшчаюць пігментаў. У іх сінтэзуюцца і назапашваюцца запасныя пажыўныя рэчывы: крухмал, ліпіды, некаторыя бялкі.

Таму асабліва шмат лейкапластаў знаходзіцца ў клетках запасальнай тканкі.

Храмапласты — гэта жоўтыя, аранжавыя ці чырвоныя пластыды. Іх колер абумоўлены наяўнасцю пігментаў *караціноідаў*. Гэтыя пластыды забяспечваюць афарбоўку розных частак раслін, напрыклад караня-плодаў морквы, спелых пладоў шпшыны, рабіны, тамату.



§13-1



Аднамембраннымі арганоідамі з'яўляюцца эндаплазматычная сетка (ЭПС), комплекс Гольджы, лізасомы і вакуолі. ЭПС забяспечвае сінтэз бялкоў, вугляводаў і ліпідаў. Сінтэзаваныя ў ЭПС рэчывы транспартуюцца ў комплекс Гольджы, дзе адбываюцца іх біяхімічныя ператварэнні, сартаванне і ўпакоўка ў мембранныя пазырккі. Лізасомы змяшчаюць стрававальныя ферменты і ўдзельнічаюць у расшчапленні розных малекул і часцінак. Адною з найважнейшых функцый вакуоляў раслінных клетак з'яўляецца рэгуляцыя воднага рэжыму клеткі і падтрыманне тургарнага ціску. Скарачальныя вакуолі пратыстаў выводзяць з клетак лішак вады і раствараныя ў ёй прадукты абмену рэчываў.

Мітахондрыі і пластыды — гэта двухмембранныя арганоіды. Галоўная функцыя мітахондрыяў — сінтэз АТФ. У раслін выдзяляюцца тры асноўныя тыпы пластыд: хларапласты, лейкапласты і храмапласты. У хларапластах ажыццяўляецца фотасінтэз, лейкапласты назапашваюць запасныя пажыўныя рэчывы, а храмапласты забяспечваюць афарбоўку розных частак раслін.



1. Што ўяўляе сабой эндаплазматычная сетка? Якія існуюць віды ЭПС? Назавіце іх функцыі.

2. Ахарактарызуйце будову комплексу Гольджы. Якія функцыі ён выконвае?

3. Як утвараюцца і што змяшчаюць лізасомы? Вакуолі раслінных клетак? Якія функцыі гэтых арганоідаў?

4. Для якіх арганізмаў характэрны скарачальныя вакуолі? У чым заключаецца іх роля?

5. Як пабудаваны мітахондрыі? Якую асноўную функцыю яны выконваюць?

6. Якія тыпы пластыд вылучаюць у раслін? Чым яны адрозніваюцца? Ахарактарызуйце будову і функцыі хларапластаў.

7*. Дакажыце справядлівасць сцверджання: «Аднамембранныя арганоіды клеткі ўзаемазвязаны і ўтвараюць адзіную мембранную сістэму, кожны кампанент якой спецыялізаваны на выкананні пэўных функцый».

8*. Біялагічныя мембраны маюць агульны план будовы, але могуць адрознівацца па саставе і ўласцівасцях. Так, міэлінавая абалонка аксона, утвораная плазмалемай клетак гліі, змяшчае каля 75 % ліпідаў і толькі 25 % бялкоў. У цытаплазматычнай мембране колькасць ліпідаў і бялкоў прыкладна роўная, а ва ўнутранай мембране хларапластаў і мітахондрыі ўтрыманне бялкоў дасягае 75 %. Як вы думаеце, з чым гэта звязана?



Вывучэнне будовы і разнастайнасці пластыд



§ 14. Ядро клеткі

Ядро — гэта абавязковы кампанент любой эўкарыятычнай клеткі. У большасці клетак адно ядро, але існуюць таксама двух'ядзерныя і шмат'ядзерныя клеткі. Напрыклад, у інфузорыі туфелькі два ядры, а ў клетках некаторых водарасцей і грыбоў, у папярочнапаласатых мышачных валокнах — некалькі. Сталыя клеткі сітападобных трубак пакрытанасенных раслін і эрытрацыты млекакормячых пазбаўлены ядраў. Такія клеткі страчваюць ядро ў працэсе развіцця і губляюць здольнасць да размнажэння.

Будова ядра. Звычайна ядро мае шарападобную ці яйцападобную форму, аднак у некаторых клетках форма ядра можа быць іншай: верацёнападобнай, лінзападобнай, падковападобнай і інш. Памеры клетачных ядраў таксама адрозніваюцца. Тым не менш, нягледзячы на гэтыя адрозненні, усе ядры пабудаваны аднолькава. Ядро клеткі складаецца з ядзернай абалонкі, ядзернага соку, храмаціну і аднаго ці некалькіх ядзеркаў (мал. 44, с. 78).

Ядзерная абалонка аддзяляе змесціва ядра ад гіялаплазмы. Яна складаецца з дзвюх мембран — *вонкавай* і *ўнутранай*, паміж якімі знаходзіцца *міжмембранная прастора*. Вонкавая мембрана ядра непасрэдна пераходзіць у мембрану эндаплазматычнай сеткі, на яе паверхні размяшчаюцца рыбасомы. На ўнутранай мембране рыбасомы адсутнічаюць.

У некаторых месцах ядзернай абалонкі знаходзяцца круглыя скразныя адтуліны — *ядзерныя поры* (гл. мал. 44). Дзякуючы ім адбываецца абмен