

7.L – biologie

Téma: **Soustava rozmnožovací**

Přikládám oskenovanou část z učebnice Biologie pro gymnázia k tématu Soustava rozmnožovací.

Vypracujte, tj. nastudujte a zapište si informace z kapitoly **Soustava rozmnožovací**, tedy pohlavní soustavy muže a ženy včetně doplňku o vývoji pohlavních buněk – gametogeneze.

Pokud by vám nebylo něco jasné, napište na můj email napravnik@gop.pilsedu.cz

Zpracujte vše během příštího týdne, tj. do 20. 3. 2020.

SOUSTAVY ROZMNOŽOVACÍ (pohlavní)

Rozmnožovací soustava zajišťuje vznik nového jedince, zabezpečuje existenci biologického druhu a přenos genetických informací. Je tvořena **pohlavními žlázami**, v nichž uzrávají pohlavní buňky, a **pohlavními cestami**. Vývoj rozmnožovacího ústrojí je těsně spjat s vývojem ústrojí močového. Obě soustavy vznikají ze společného základu (**mezodermu**).

□ POHLAVNÍ SOUSTAVA MUŽE

zajišťuje tři základní funkce:

1. Tvorbu mužských pohlavních buněk (*spermiogenezi*).
2. Tvorbu mužských pohlavních hormonů.
3. Uskutečnění pohlavního spojení (*koitus*).

Mužskou pohlavní žlázou jsou varlata.

□ VARLE (*testis*)

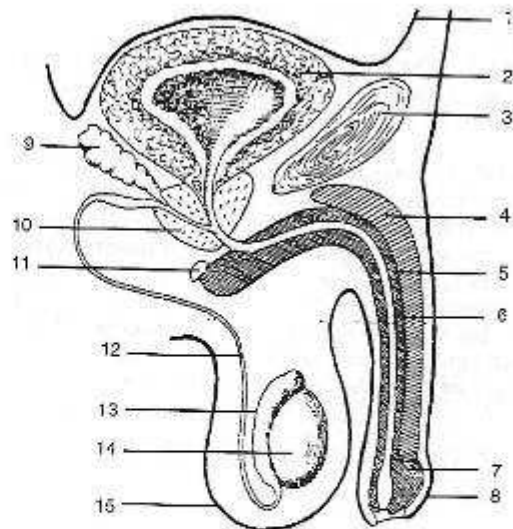
je párový orgán vejčitého tvaru, velikosti 4–5 cm, se smíšenou funkcí. Je uloženo mimo břišní dutinu, v šourku. Na povrchu varlete je vazivové pouzdro, ze kterého dovnitř vnikají úzké vazivové přepážky, rozdělující vnitřní prostor varlete na několik oddílů. V jednotlivých oddílech začínají slepě nitkovité, mnohonásobně stočené **kanálky semenotvorné**. V jejich zárodečném epitelu se postupně vyvíjejí **pohlavní buňky (spermie)**.

Tvorba spermií se nazývá **spermiogeneze (její průběh viz doplněk str. 315)**. Začíná v období pohlavního dospívání a trvá do individuálně různě vysokého věku. Zralé spermie se uvolňují a shromažďují se v **nadvarletí (epididymis)**. Zrání spermií trvá asi 74 dní a vyžaduje teplotu asi o 4 °C nižší, než je tělesná teplota (*proto jsou varlata uložena v šourku*). Spermie jsou vysoce specializované buňky, složené z **hlavičky**, obsahující jádro, **krčku**, obsahujícího dělicí tělísko (**centriol**), a z **bičku**, zajišťujícího pohyb.

Ve vazivu, vyplňujícím prostory mezi semenotvornými kanálky, jsou vmezeřeny **Leydigovy buňky**, produkující mužský pohlavní hormon (**testosteron**).

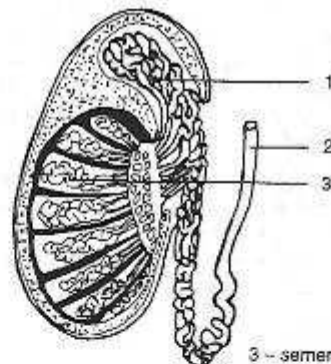
□ VÝVODNÉ CESTY POHLAVNÍ

Semenotvorné kanálky se spojují a přecházejí do nadvarlete. Spermie se zde mísí s hlenovitým sekretem buněk, vystylajících nadvarle, dozrávají a získávají schopnost samostatného pohybu. Vývodem nadvarlete je chámovod.



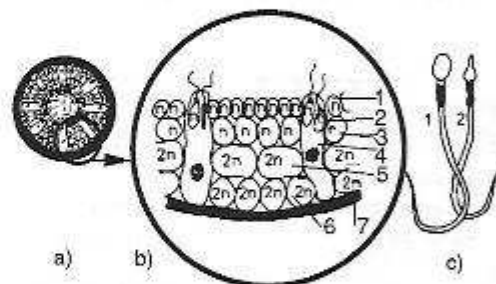
Mužské pohlavní ústrojí

- 1 – pobřišnice, 2 – močový měchýř, 3 – spona stydká,
4 – topořivé těleso pyje, 5 – topořivé těleso močové trubice,
6 – močová trubice, 7 – žalud, 8 – předkožka,
9 – žláza měchýřkovitá, 10 – žláza předstojná,
11 – žláza Cowperova, 12 – chámovod, 13 – nadvarle,
14 – varle, 15 – šourek



Řez varletem

- 1 – nadvarle
2 – chámovod
3 – semenotvorné kanálky



a) Příčný řez semenotvorným kanálkem

b) Detail řezu

- 1 – spermatidy, 2 – zralé spermie, 3 – spermatocyty II. řádu,
4 – Sertolliho buňka, 5 – spermatocyty I. řádu,
6 – spermatogonie, 7 – membrána
c) Spermie
1 – pohled shůra, 2 – pohled ze strany

• **Chámovod** (*ductus deferens*) je trubice asi 4 mm silná a asi 40 cm dlouhá, probíhající vzhůru tříselným kanálem a ústící pod močovým měchýřem do močové trubice. V místě vyústění chámovodů oběma močovou trubicí **žláza předstojná** (*prostate*). Žlázy prostaty produkují sekret, který svou alkalickou reakcí neutralizuje kyselou reakci v močové trubici a v pochvě, a zvyšuje tak životnost a pohyblivost spermií. Před vstupem do žlázy předstojné se připojují k chámovodům **měchýřkovité žlázy** (*glandulae vesiculosae*). Jejich sekret se mísí s obsahem prostaty a s hlenovitým sekretem nadvarlat. Vzniklá tekutina se nazývá **ejakulát** (*chám*). Jeho množství se pohybuje od 2 do 3 ml (v jednom mililitru ejakulátu je obsaženo asi 120 milionů spermií).

□ ZEVNÍ POHLAVNÍ ORGÁNY

• **Močová trubice** slouží nejen k vedení moči, ale i ejakulátu. Prochází svalovým dnem pánevním a pod sponou stydkou se zanořuje do **pyje** (*penis*), kde probíhá uvnitř **topořivého tělesa** (*corpus cavernosum*), jež je zakončeno rozšířeným **žaludem** (*glans penis*). Nad topořivým tělesem jsou v pyji ještě dvě souběžná **topořivá tělesa**. Mají vazivový obal, uvnitř vazivovou trámčinu a v ní síť žilních prostorů, jejichž prokrvení umožňuje změny velikosti a polohy (**erekcí**) zevního pohlavního orgánu. Erekcce je výsledkem složitého reflexu, ovládaného erekčním centrem v bederní míše pod kontrolou mozku. Kůže na povrchu pyje je tenká, pohyblivá. Přechází přes žalud zásobní řasou, zvanou **předkožka** (*preputium*).

• **Šourek** (*scrotum*) je vak, v němž jsou uložena varlata. V jeho stěně a v obalech varlete jsou svalové snopce, které svým smrštěním přitahují varlata ke kanálu tříselnému, nebo je naopak ochabnutím odhalují od břišní stěny. Tímto je regulována stálá teplota ve varlatech (32 °C).

□ POHLAVNÍ SOUSTAVA ŽENY

zajišťuje několik základních funkcí.

1. Tvorbu (*oogenezi*) a zrání vajíček.
2. Produkci ženských pohlavních hormonů.
3. Uskutečnění pohlavního spojení.
4. Dojde-li k oplození vajíčka, vytváří vhodné prostředí pro vývoj plodu a jeho porod.

Ženskou pohlavní žlázou jsou párové vaječníky.

□ VAJEČNÍK (*ovarium*)

je pohlavní žláza, 3 až 5 cm dlouhá, s hladkým povrchem (*u mladých dívek*) a rozeklaným (*u žen*). Pod povrchovým, jednovrstevným kubickým epite-

lem jsou ve vazivu uložena vajíčka, obklopená vrstvičkou epitelových buněk. Tvorba vajíček se nazývá **oogeneze** (viz doplněk str. 315). **Nezralá vajíčka** (*oocyty*) jsou zde uložena již od narození (asi 700 tisíc) a do začátku puberty se jejich počet značně zredukuje. V celém plodném období ženy potom uzraje jen asi 400 vajíček.

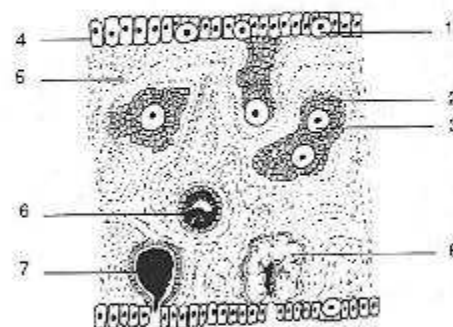
Epitelové buňky se okolo vajíčka množí tak, že se původně jejich shluk mění na dutý váček – **Graafův folikul** (12 až 15 mm), vyplněný tekutinou, obsahující ženský pohlavní hormon **estrogen** (*estradiol*). V pravidelných 28denních cyklech, tzv. **ovulačních cyklech**, jeden folikul praskne a s kapalinou se vyplaví uvolněné vajíčko, které se dostává do vejcovodu. Dutina folikulu se rychle vyplňuje množícími se epitelovými buňkami a vzniká útvar nazývaný **žluté tělísko** (*corpus luteum*). Nedošlo-li mezitím k oplození vajíčka, žluté tělísko se zmenšuje a po několika týdnech vymizí – po folikulu zůstane na povrchu vaječníku jizva.

Bylo-li vajíčko oplozeno a uhnízdi se ve sliznici děložní, žluté tělísko dále roste a udržuje se do 5. až 6. měsíce těhotenství. Je žlázou, produkující hormon **progesteron**, který podporuje uhnízdění oplozeného vajíčka v děložní sliznici a zároveň brání zrání dalších Graafových folikulů.

□ VYVODNÉ CESTY POHLAVNÍ

• **Vejcovod** (*tuba uterina*) je párový orgán. Je to trubice 5 mm silná a 10 až 15 cm dlouhá, nálevkovitě otevřená proti vaječníku. Stěna vejcovodu je tvořena spirálně uspořádanou hladkou svalovinou a pokryta řasinkovým epitelem. Sťahy svaloviny a pohybem řasinek je vajíčko posouváno do dělohy.

• **Děloha** (*uterus*) je svalnatý orgán hruškovitého tvaru, tvořený hladkým svalstvem. **Sliznice děložní** (*endometrium*) je kryta jednovrstevným válcovitým epitelem řasinkovým, produkujícím řídký hlen děložní. Děložní sliznice prodělává u dospělé ženy změny, spojené s ovulačním cyklem a označované jako **menstruační cyklus**.



Zrání vajíček

- 1 – oogeneze, 2 – folikulární buňky, 3 – oogeneze obklopené folikulárními buňkami, 4 – buňky zárodečného epitelu, 5 – vazivo vaječníku, 6 – dozrávající Graafův folikul, 7 – prasklý Graafův folikul, 8 – žluté tělísko

□ MENSTRUÁČNÍ CYKLUS sestává:

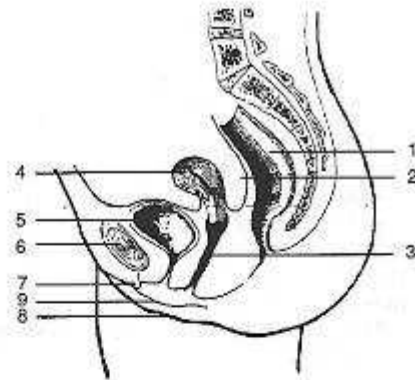
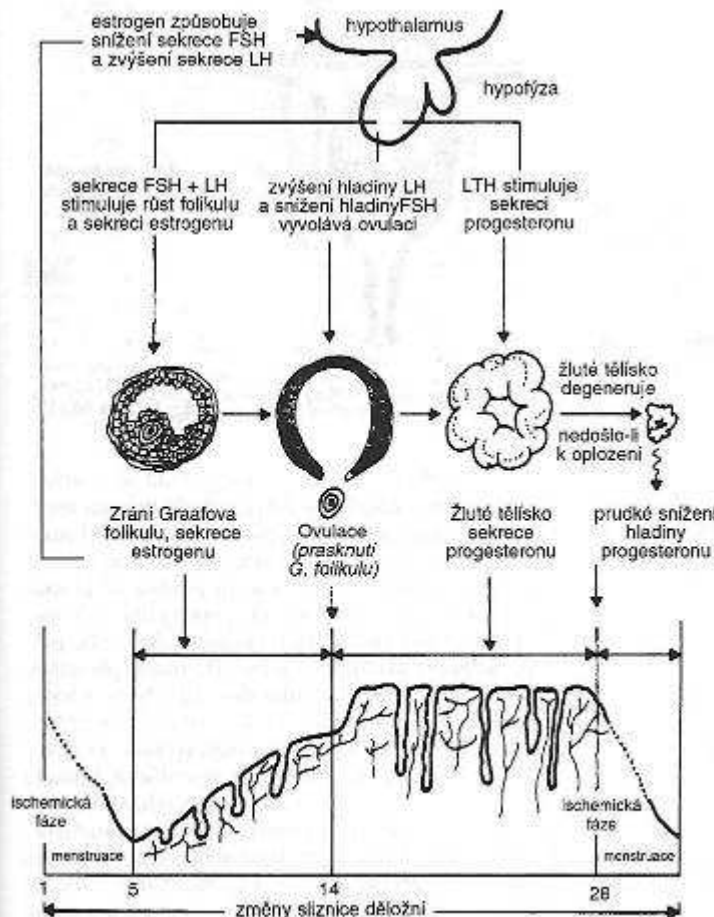
- z **menstruační fáze**, trvající asi 4 dny, při níž dochází ke krvácení, odlučování a odstraňování zničené sliznice;
- z **proliferací fáze (růstové)**, navazující na ukončení menstruačního krvácení; toto období spadá mezi 5.–12. den cyklu a v jeho průběhu dochází ke zrání Graafova folikulu a k růstu nové sliznice děložní;
- z **sekreční fáze**, navazující plynule na předchozí fázi. Sliznice dále roste a žlázy v ní obsažené produkují velké množství hlenu. Sliznice je výborně prokrvena. Fáze trvá od 13. do 27. dne. Vajíčko se z vaječniku uvolňuje asi mezi 12. až 14. dnem. Vrchol ovulačního cyklu tedy spadá asi do poloviny menstruačního cyklu, kdy je sliznice děložní nejlépe připravena na přijetí oplozeného vajíčka. Jestliže nedošlo k oplození vajíčka, žluté tělísko postupně zaniká, snižuje se hladina progesteronu, děložní sliznice se snižuje a mezi 24. až 27. dnem se postupně rozpadá;

- z **ischemické fáze (27. až 28. den)**, vyvolané prudkým poklesem hladiny progesteronu a uvolněním oxytocinu z neurohypofýzy, který způsobí několikahodinové stažení cév, zásobujících sliznici krví. Nedostatečně prokrvené endometrium se rozpadne. Stažení cév postupně povoluje a krev, přitékající do poškozené sliznice, odlučuje a odplovuje odumřelé vrstvy. Začíná nový cyklus.

• **Pochva (vagina)** spojuje dutinu dělohy se zevními pohlavními orgány. Poševní stěny vytvářejí okolo krčku poševního klenbu. Poševní sliznice je kryta vrstevnatým dlaždicovitým epitelem bez žlázek. Ve stěnách pochvy je hladké svalstvo.

□ ZEVNÍ POHLAVNÍ ORGÁNY

Pochva sestupuje šikmo vpřed a vyústí mezi **malými pysky (labia minora)**. U malých pysků se otevírají do poševního vchodu vývody **Bartholinových žláz**, vyměšujících hlen. Malé pysky se sbíhají vzhůru v řasu, která kryje topořivé tělísko – **poštěváček (clitoris)**. Zevně od malých pysků jsou **pysky velké (labia majora)**, podlouhlé kožní valy, podložené tukovým vazivem.

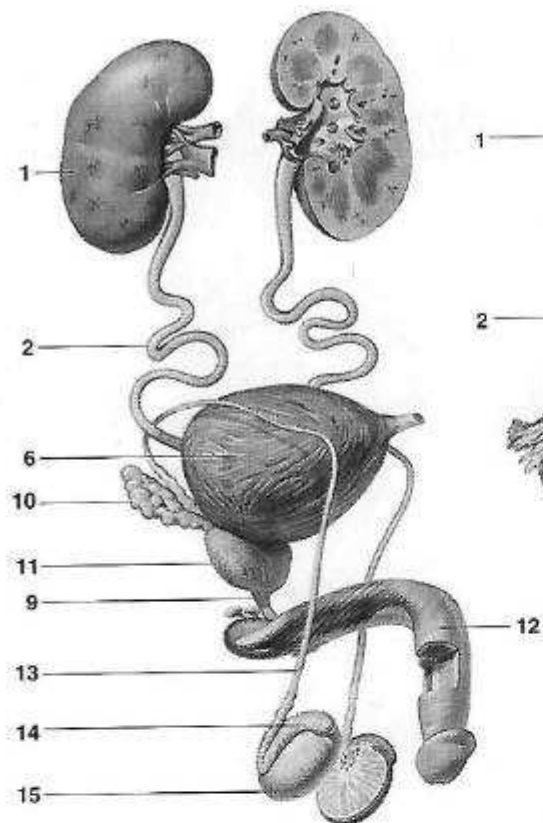


Ženské pohlavní ústrojí

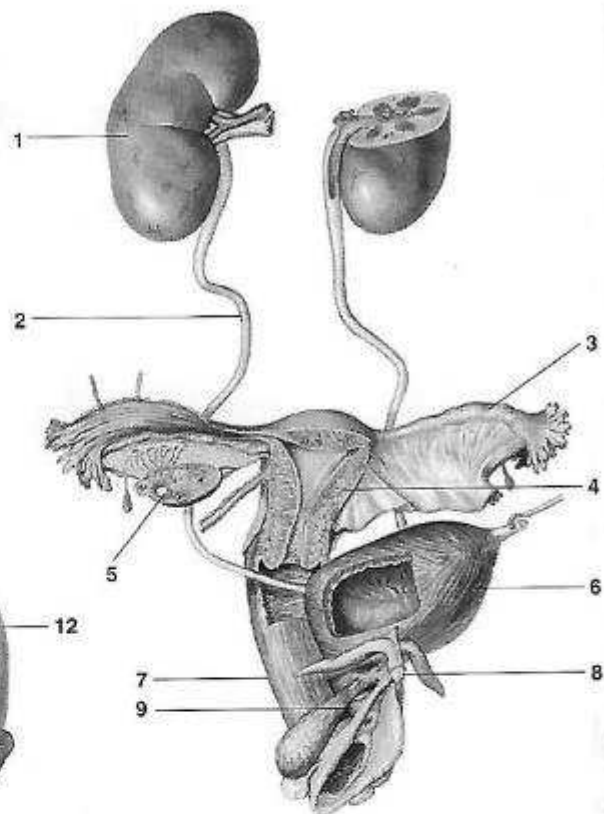
- 1 – konečník, 2 – pobříšnice,
3 – pochva, 4 – děloha,
5 – močový měchýř, 6 – spona stydká,
7 – poštěváček,
8 – velký pysk, 9 – malý pysk

← Menstruační cyklus

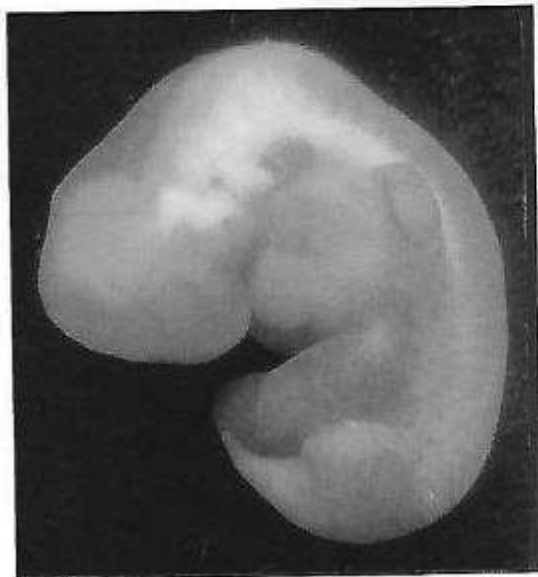
MOČOPOHLAVNÍ ÚSTROJÍ MUŽE



MOČOPOHLAVNÍ ÚSTROJÍ ŽENY



1 - ledvina; 2 - močovod; 3 - vejcovod; 4 - děloha; 5 - vaječník; 6 - močový měchýř; 7 - pochva; 8 - poševní otvor; 9 - močová trubice; 10 - žláza mčýchřkovitá; 11 - prostata; 12 - topořivé těleso; 13 - chámovod; 14 - nadvarle; 15 - varle

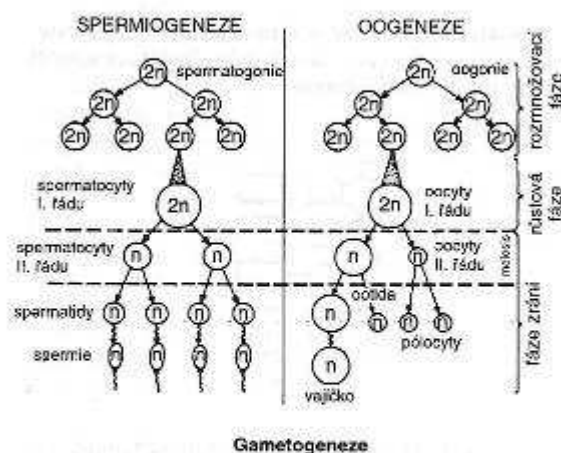


1 - Lidský zárodek ve stadiu vzniku končetin (stáří asi 38 dnů)



2 - Plod starý 3 měsíce (velikost 8 cm, hmotnost 25 g uzavřený v amnionu s amniovou tekutinou)

GAMETOGENEZE



Vývoj pohlavních buněk (*gametogeneze*), samčích pohlavních buněk (*spermiogeneze*) a samičích pohlavních buněk (*oogeneze*) se uskutečňuje v gonádách. Ve vývoji obou typů pohlavních buněk můžeme rozlišit tři fáze:

- fázi rozmnožovací,
- fázi růstovou,
- fázi zrání.

□ SPERMIOGENEZE

Samčí gamety se vyvíjejí v semenných kanálcích ze zárodečného epitelu. V něm vznikají samčí prapohlavní buňky – **spermatogonie**, které se ve fázi rozmnožovací mitoticky dělí. Mají kulovitý tvar a jsou uloženy na okraji semenných kanálků. V pohlavní zralosti se spermatogonie zvětšují (*růstová fáze*) a mění se na **spermatocyty I. řádu** ($2n$), které jsou uloženy nad vrstvou spermatogonií. Procházejí meiotickým dělením. Při prvním zracím dělení vznikají haploidní **spermatocyty II. řádu** (n), uložené ve vrstvě nad vrstvou spermatocytů I. řádu. Druhým zracím dělením ze spermatocytů II. řádu vznikají **spermatidy** (n), uložené těsně na vnitřním okraji semenných kanálků. Konečně vyzářování, kdy buňky získají charakteristický tvar s bičíkem, probíhá v **Sertoliho buňkách**.

Celý proces zrání spermie trvá asi 74 dní a odhaduje se, že muž, počínaje pubertou, do konce svého života vyprodukuje asi 12 bilionů spermií.

□ OOGENEZE

Vajíčka se začínají vyvíjet z prapohlavních samičích buněk – **oogonií** ($2n$). Ty se mitoticky dělí (*rozmnožovací fáze*). V růstové fázi dochází u nich ke zmnožení žloutku a k jejich přeměně na **oocyty I. řádu** ($2n$). U člověka množení oogonií a na-

růstání oocytů probíhá a končí ještě za nitroděložního vývoje, nejspíše do třetího měsíce po narození. Oocyty I. řádu leží v korové vrstvě vaječniku a jsou obklopeny folikulárními buňkami. Zrání vajíček probíhá až od puberty v Graafových folikulech. Při prvním zracím dělení z oocytu I. ř. vznikne haploidní **oocyt II. ř. (n)** a **první pólové tělísko (n)**. Při druhém zracím dělení, které probíhá až po ovulaci, z oocytu II. ř. vznikne **ootida (n)** a **druhé pólové tělísko (n)**, z prvního pólového tělíska vzniknou dvě malá pólová tělíska (n). Výsledkem meiotického dělení jsou tedy tři pólová tělíska (*póocyty*), které zanikají, a jedna **ootida**, která se mění na **vajíčko**. Zrání vajíček se uskutečňuje v pravidelných 28denních cyklech. Během reprodukčního období ženy (*asi do 50 let věku*) tak uzraje celkem asi 400 vajíček.

MENDELŮV ŽIVOTOPIS



Johann Gregor Mendel se narodil 22. 7. 1822 v Hynčicích na Moravě v rodině rolníka. Jeho otec se věnoval sadařství a chovu včel. Nadaný chlapec studoval v letech 1833 až 1840 v piaristické škole v Lipníku a na gymnáziu v Opavě. V roce 1840 byl přijat na filozofickou fakultu při univerzitě

v Olomouci, kterou absolvoval s vynikajícím úspěchem. V r. 1843 vstoupil do kláštera augustiniánů v Brně. V klášteře byla v té době řada mnichů, kteří působili jako učitelé a badatelé a kteří významně ovlivnili kulturní a vědecký život v Brně. Své přírodovědné vzdělání si Mendel rozšířil studiem na univerzitě ve Vídni. Po svém vysvěcení r. 1849 se stal učitelem matematiky a řečtiny na gymnáziu ve Znojmě a od roku 1854 učil po 14 let na státní reálce v Brně přírodovědné předměty až do svého zvolení opatem kláštera. V těchto letech prováděl pokusy s křížením rostlin. Svá exaktní pozorování statisticky vyhodnocoval. Tak se mu podařilo experimentálně dokázat, že dědičnost organismů lze objasnit jednotným mechanismem. V r. 1865 přednesl v Přírodovědném spolku v Brně přednášku o výsledcích svých pokusů – „**Pokusy s rostlinnými hybridy**“. Přednáška byla publikována v pojednáních přírodovědného spolku a zaslána do mnoha univerzitních knihoven v Evropě. Zůstala však nepochopena a nezbudila v té době větší ohlas. O tolik totiž Mendel předběhl svými výzkumy dobu.

Výsledek jeho výzkumů byl uznán teprve o 40 let později, kdy nezávisle na sobě a téměř současně objevili zákony dědičnosti, poprvé formulované Mendelem, tři učenci (*De Vries, Correns a Tschermak*).