



Prof. dr Ivan Stančić, DVM Ivan Galić



REPORODUKCIJA DOMAĆIH ŽIVOTINJA Praktikum



UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET



REPORODUKCIJA DOMAĆIH ŽIVOTINJA Praktikum

Prof. dr Ivan Stančić
DVM Ivan Galić



EDICIJA POMOĆNI UDŽBENIK

Osnivač i izdavač edicije

Poljoprivredni fakultet, Novi Sad,
Trg Dositeja Obradovića 8, 2100 Novi Sad

Godina osnivanja

1954

Glavni i odgovorni urednik edicije

Dr Nedeljko Tica, redovni profesor.
Dekan poljoprivrednog fakulteta.

Članovi komisije za izdavačku delatnost

Dr Ljiljana Nešić, vanredni profesor, - predsednik.

Dr Branislav Vlahović, redovni profesor, - član.

Dr Zorica Srđević, redovni profesor, - član.

Dr Nada Plavša, vanredni profesor, - član.

Autori

Dr Ivan Stančić, redovni profesor i DVM Ivan Galić, asistent

Glavni i odgovorni urednik

Dr Nedeljko Tica, redovni profesor,
Dekan poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu.

Urednik

Dr Ivan Stančić, redovni profesor
Direktor departmana za veterinarsku medicinu

Recenzenti

Dr Vladimir Magaš, Vanredni profesor.
Univerzitet u Beogradu, Fakultet Veterinarske Medicine.
Dr Saša Dragin, Redovni profesor.
Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.

Izdavač

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
Zabranjeno preštampanje i fotokopiranje. Sva prava zadržava izdavač.

Štampa:....., Novi Sad

Štampanje odobrio: Komisija za izdavačku delatnost, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Tiraž: 20

Mesto i godina štampanja: Novi Sad, 2021.

SADRŽAJ

Strana

Predgovor

1. ENDOKRINOLOGIJA REPRODUKCIJE
2. ANATOMIJA ŽENSKIH POLNIH ORGANA
 - 2.1. Polni organi krmače
 - 2.2. Polni organi krave
 - 2.3. Polni organi ovce i koze
 - 2.4. Polni organi kobile
 - 2.5. Polni organi kuje i mačke
3. ANATOMIJA MUŠKIH POLNIH ORGANA
4. FIZIOLOGIJA REPRODUKCIJE ŽENKE
5. ENDOKRINA KONTROLA MUŠKIH POLNIH FUNKCIJA
6. REPRODUKCIJA SVINJA
 - 6.1. Estrusni ciklus
 - 6.2. Proces oplodnje
 - 6.3. Gravidnost i partus
 - 6.4. Laktacija
 - 6.5. Uspostavljanje estrusnog ciklusa posle prašenja
 - 6.6. Fiziologija produkcije sperme
7. REPRODUKCIJA OVACA I KOZA
 - 7.1. Estrusni ciklus
 - 7.2. Oplodnja i gravidnost
 - 7.3. Porodjaj (partus)
 - 7.4. Laktacija
 - 7.5. Produkcija i osobine sperme
8. REPRODUKCIJA GOVEDA
 - 8.1. Estrusni ciklus krave
 - 8.2. Oplodnja i Gravidnost
 - 8.3. Porodjaj (partus)
 - 8.4. Laktacija
 - 8.5. Uspostavljanje estrusnog ciklusa posle telenja
 - 8.6. Otkrivanje estrusa
 - 8.7. Produkcija sperme bika
9. REPRODUKCIJA KONJA
 - 9.1. Osnovni reproduktivni parametri konja
 - 9.2. Estrusni ciklus kobile

- 9.3. Oplođnja i gravidnost
- 9.4. Porodjaj (partus)
- 9.5. Laktacija
- 9.6. Polne funkcije pastuva

10. REPRODUKCIJA PASA

- 10.1. Osnovni reproduktivni parametri psa
- 10.2. Estrusni ciklus kuje
- 10.3. Graviditet
- 10.4. Porodjaj (partus)
- 10.5. Laktacija
- 10.6. Polne funkcije psa mužjaka

11. REPRODUKCIJA MAČAKA

- 11.1. Osnovni reproduktivni parametri mačke
- 11.2. Estrusni ciklus mačke
- 11.3. Fertilizacija, graviditet i partus
- 11.4. Reprodukcijska mužjaka

12. REPRODUKCIJA ŽIVINE

- 12.1. Anatomija polnih organa ženke
- 12.2. Anatomija muških polnih organa
- 12.3. Ovulacija
- 12.4. Leženje jaja (ovipozicija)
- 12.5. Oplođnja i inkubacija
- 12.6. Sperma ptica

13. BIOTEHNOLOGIJA U REPRODUKCIJI

- 13.1. Izazivanje sinhronizovane pojave pubertetskog estrusa i ovulacije
 - 13.1.1. Hormonska metoda
 - 13.1.2. Efekt mužjaka
 - 13.1.3. Kontrola fotoperioda
- 13.2. Sinhronizacija estrusa i ovulacije kod polno zrelih (cikličnih) ženki
- 13.3. Izazivanje superovulacije
- 13.4. Dijagnoza gravidnosti
- 13.5. Sinhronizacija partusa
- 13.6. Veštačko osmenjavanje (V.O.)
- 13.7. Transplantacija embriona
- 13.8. Sexing – Određivanje pola spermatozoida i embriona
- 13.9. Fertilizacija *in vitro*
- 13.10. Dobijanje transgenih životinja (transgeneza)
- 13.11. Postupak dobijanja himera

14. LITERATURA

PREDGOVOR

Praktikum predstavlja pomoćni udžbenik studentima veterinarske medicine u delu praktičnih vežbi iz predmeta Reprodukcijska domaćih životinja, u skladu sa akreditovanim planom i programom vežbi na integrisanim osnovnim akademskim studijama veterinarske medicine.

Tekst praktikuma prati tematske celine koje studenti obradjuju na vežbama , i gde se upoznaju sa osnovama funkcionalne morfologije muških i ženskih polnih organa u svih domaćih vrsta farmskih životinja, ptica , ali i pasa i mačaka. Takođe , obradjeni su elementi osnovnih fizioloških mehanizama reproduktivnih funkcija, sa prikazanim biotehnološkim metodama danas često primenjivanih u praksi. Praktikum u okviru svog koncepta sadrži i testove za proveru znanja nakon svake završene tematske celine. Putem praktikuma i testova za proveru znanja , kao i primera zadataka za vežbu omogućeno je bodovanje predispitnih obaveza studenata.

Ovaj praktikum izvesno osim studenata integrisanih akademskih studija veterinarske medicine mogu koristiti i stažisti , ali i doktori veterinarske medicine kao korisno štivo u smislu praktičnog priručnika u veterinarskoj delatnosti.

Novi Sad , jul 2021.

Autori

1. ENDOKRINOLOGIJA REPRODUKCIJE

Sve reproduktivne funkcije životinja su kontrolisane delovanjem složenih neuroendokrinih mehanizama na *osovini centralni nervni sistem – hipotalamus – hipofiza – gonade (jajnici ili testesi)*. Stimulusi iz spoljašnje sredine i unutrašnjosti organizma se, preko centralnog nervnog sistema, prenose do hipotalamusa i hipofize i utiču na njihovu funkciju. Kako su hipotalamus i hipofiza centralni endokrini organi, to su i reproduktivne funkcije podvrgnute snažnom uticaju spoljašnjih faktora (*svetlo, miris, zvuk, stres, ishrana, toksini, i td.*).

Hormoni su specijalne hemijske supstance, koje se sintetišu i direktno u krv izlučuju iz specijalnih žlezda (endokrine ili žlezde sa unutrašnjim lučenjem). Putem krvi, hormoni dospevaju do određenih (ciljnih, target) organa ili tkiva, čiju funkciju kontrolišu. Neke osnovne osobine hormona su: izlučuju se u malim količinama, deluju u kratkom vremenskom periodu, različite hemijske strukture, deluju samo na određene organe ili tkiva, usmeravaju i kontrolišu biohemijske funkcije, bez promene energetskog nivoa hemijske reakcije, za razliku od fermenata, na primer. Postoji nekoliko tipova hormona, prema mestu gde se sintetišu, hemijskim svojstvima i reakcijama koje izazivaju.

Primarni hormoni reprodukcije. Sve reproduktivne funkcije su kontrolisane delovanjem *primarnih hormona reprodukcije*. U ovu grupu hormona spadaju svi oni hormoni koji direktno regulišu polne funkcije, odnosno čiji ciljni (target) organi i tkiva pripadaju ženskom ili muškom reproduktivnom traktu. Svi ostali hormoni se, sa stanovišta reprodukcije, ubrajaju u grupu sekundarnih hormona reprodukcije. Jer, ovi hormoni ne regulišu direktno reproduktivne funkcije, nego, regulacijom funkcije drugih organa, stvaraju normalno fiziološko stanje organizma i, time, daju preduslove za normalno odvijanje reproduktivnih funkcija.

U reproduktivnoj endokrinologiji postoje tri osnovna tipa hormona:

1. **Releasing (oslobađajući) hormoni (Gn-RH).** Poreklom su iz *hipotalamusa*, a kontrolišu sintezu i/ili oslobađanje hormona iz *adenohipofize* (prednji režanj). Ovi hormoni se, putem neurosekretornih vlakana, iz nukleusa hipotalamusa, ubacuju u hipotalamo-hipofizarni portalni krvotok, koji direktno komunicira sa ćelijama adenohipofize. Tako se izbegava da se ovi hormoni ubace u veliki krvotok, gde bi se razredili, nego najbližim putem, ali preko krvi, dospevaju do ćelija adenohipofize, gde stimulišu oslobađanje pojedinih hormona u telesnu cirkulaciju.
2. **Gonadotropni hormoni.** Mogu biti poreklom iz adenohipofize (*hipofizarni gonadotropini*) ili iz placente (*placentalni gonadotropini*). Direktno regulišu funkcije gonada (jajnika i

testesa). To znači da regulišu produkciju i sazrevanje gameta (oocita ili spermatozoida) i sekreciju ženskih (estrogeni i progestini) i muških (androgeni) polnih hormona.

3. **Polni (steroidni) hormoni.** Sintetišu ih i izlučuju muške ili ženske gonade (testis ili ovarium). Kontroliraju rast i razvoj reproduktivnih organa, regulišu odvijanje estrusnog ciklusa, oplodnje, gravidnosti, partusa, spermatogeneze i manifestaciju sekundarnih polnih karakteristika i polnog ponašanja. Zbog toga se dele u dve osnovne podgrupe: **muški** i **ženski** polni hormoni.

Tabela 1. Hormoni reprodukcije (polipeptidi i proteini)

<i>Mesto sinteze</i>	<i>Vrsta (naziv) hormona</i>	<i>Neke funkcije</i>
HIPOTALAMUS	RH-FSH (oslobađajući hormon za FSH)	Oslobađa FSH iz adenohipofize.
	RH-LH (oslobađajući hormon za LH)	Oslobađa LH iz adenohipofize.
	PIH (Prolaktin inhibirajući hormon)	Inhibira oslobađanje prolaktina iz adenohipofize.
ADENOHIPOFIZA (prednji režanj)	FSH (Folikulostimilirajući hormon)	Rast ovarijalnih folikula; Stimulacija Sertoli-evih ćelija testisa, spermatogeneza.
	LH (Luteinizirajući hormon)	Ovulacija; Formiranje c. luteuma; sekrecija progesterona; sekrecija estrogena i androgena.
	LTH (luteotropni hormon) ili Prolaktin	Laktacija; Sekrecija progesterona i testosterona; Muške akces. pol. žlj.
Sinteza: HIPOTALAMUS Deponovanje i izlučivanje: NEUROHIPOFIZA	Oksitocin	Partus (kontrakcije miometriuma); ejakcija mleka (kontrakcije mioepitelnih ćelija mlečne alveole); transport spermatozoida i jajne ćelije.
PLACENTA	PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin)	Formiranje akcesornih žutih tela kod kobile i sinteza progesterona; Ako se tretiraju druge vrste životinja, izaziva folikularni rast.
	HCG (Human Chorionic Gonadotropin)	Održavanje funkcije žutog tela; Ako se tretiraju druge vrste životinja, izaziva ovulaciju.
OVARIUM	Relaksin	Opušta ligamente karlice, sinfizu pelvis i cerviks, kod partusa.

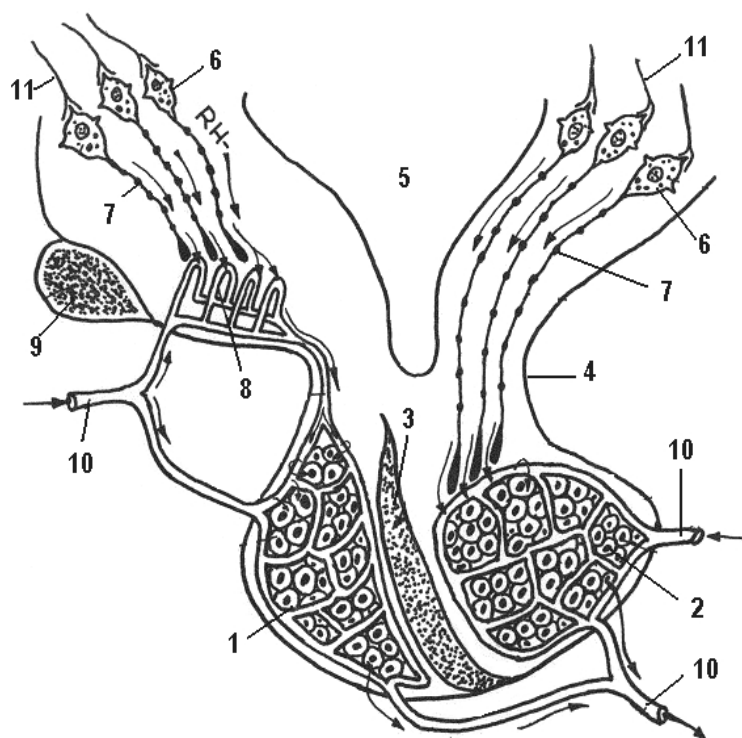
Tabela 2. Hormoni reprodukcije (polni ili steroidni hormoni)

<i>Mesto sinteze</i>	<i>Hormon (naziv)</i>	<i>Neke funkcije</i>
OVARIUM	<i>Estrogeni</i> (estrogen, estradiol, estriol i td.)	Fiziološki i psihički znaci estrusa; Feedback kontrola oslobađanja hipofizarnih gonadotropina; Sekundarne polne oznake ženke; Razvoj kanala vimena; Razvoj reprod. organa; Kontrakcije uterusa; Anabolički efekt.
	<i>Progestini ili Progestageni</i> (progesteron, progestin)	Fiziološki i psihički znaci estrusa, sinergično sa estrogenom; Održavanje gravidnosti; Inhibicija kontrakcija uterusa; Razvoj žljezda endometriuma; Razvoj alveola vimena; Negativan (inhibicija) feedback gonadotropina.
TESTIS	<i>Androgeni</i> (testosteron)	Sekundarne polne oznake mužjaka; Razvoj i funkcija muških polnih organa; Stimulacija spermatogeneze; Polno ponašanje, libido seksualis; Agresivno ponašanje; Anabolički efekt.
PLACENTA	<i>Estrogen i Progesteron</i>	<i>Progesteron:</i> kod nekih životinja (preživari) izlučuje se u drugoj polovini gravidnosti i održava gravidnost. <i>Estrogen:</i> kontrakcije uterusa kod partusa.

Grada i funkcija hipotalamusa i hipofize

Hipotalamus predstavlja moždanu masu dna i bočnih strana treće moždane komore. U njemu se nalaze neurosekretorni nukleusi (supraoptički – iznad hiazme optici i paraventrikularni – zadnji, aboralni, zid treće moždane komore). U ovim nukleusima se nalaze neurosekretorne ćelije. One sintetišu oslobađajuće i inhibirajuće hormone za hormone adenohipofize (supraoptički nukleus). Ćelije paraventrikularnog nukleusa sintetišu vasopresin (adiuretin) i oksitocin, koji se, putem neurosekretornih vlakana ovih ćelija, dopremaju do ćelija neurohipofize, gde se deponuju i odakle se izlučuju u telesni krvotok. Neurosekretorne ćelije imaju sposobnost sekrecije, prenošenja sekreta do hipofize, kao i sposobnost primanja i prenošenja nervnih nadražaja.

Hipofiza je centralna endokrina žlezda. Nalazi se na bazi mozga, pričvršćena za dno treće moždane komore svojom peteljkom (infundibulum). Ima prednji (adenohipofiza), srednji (pars intermedia) i zadnji (neurohipofiza) režanj. Prednji režanj sintetiše i izlučuje sledeće hormone: FSH (folikulostimulirajući hormon), LH (luteinizirajući hormon), LTH (luteotropni hormon ili Prolaktin), TSH (tireostimulirajući hormon), STH (somatotropni hormon) i ACTH (adrenokortikotropni hormon). Srednji režanj sintetiše hormon melanotropin. U neurohipofizi se samo deponuju i iz nje izlučuju vasopresin i oksitocin. Njihovu sintezu vrše neurosekretorne ćelije paraventrikularnog nukleusa hipotalamusa.



Slika 1. Prikaz građe hipotalamusa i hipofize (izvor: internet)

1. Adenohipofiza; **2.** Neurohipofiza; **3.** Srednji režanj hipofize (pars intermedia); **4.** Infundibulum hipofize; **5.** Treća moždana komora; **6.** Neurosekretorne ćelije u nukleusima hipotalamusa; **7.** Neurosekretorna vlakna; **8.** Portalni sistem između hipotalamusa i adenohipofize; **9.** Shiasma optici Ukrštanje optičkih nerava na bazi mozga; **10.** Krvni sudovi telesne cirkulacije, koji dovode i odvođe krv u ili iz hipofize; **11.** Nervna vlakna iz kore velikog mozga.

PROVERA ZNANJA

Odgovorite na sledeća pitanja:

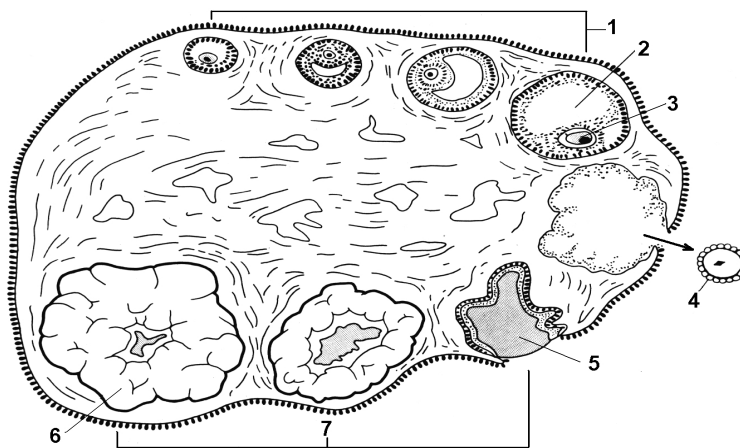
1. Hormoni adenohipofize su: _____.
2. Hormoni neurohipofize su: _____.
3. Ženski polni hormoni su: _____.
4. Muški polni hormoni su: _____.
5. Hipofizarni gonadotropini su: _____.
6. Placentalni gonadotropini su: _____.
7. Ovulaciju izaziva: _____.
8. Luteolizu izaziva: _____.
9. Navedite osnovne funkcije FSH: _____.
_____.
10. Navedite osnovne funkcije estrogena: _____.
_____.
11. Navedite osnovne funkcije progesterona: _____.
_____.
12. Navedite osnovne funkcije testosterona: _____.
_____.
13. Navedite osnovne funkcije oksitocina: _____.
_____.
14. Delovi hipofize su: _____.

2. ANATOMIJA ŽENSKIH POLNIH ORGANA

Organa genitalia feminina

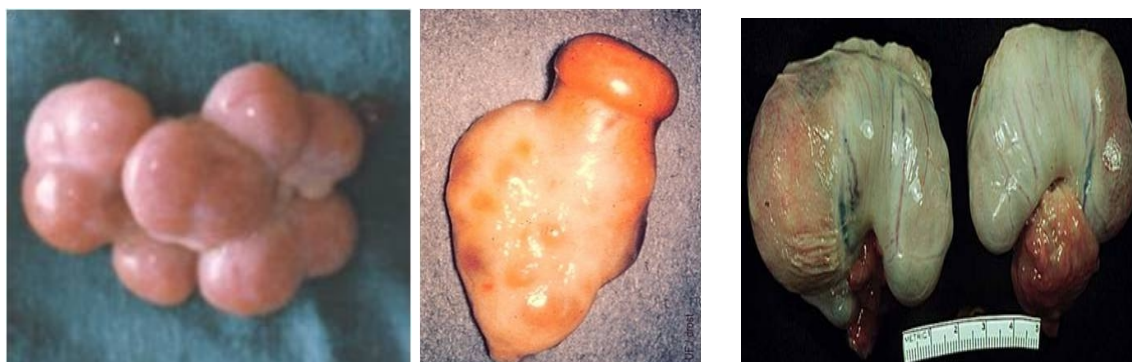
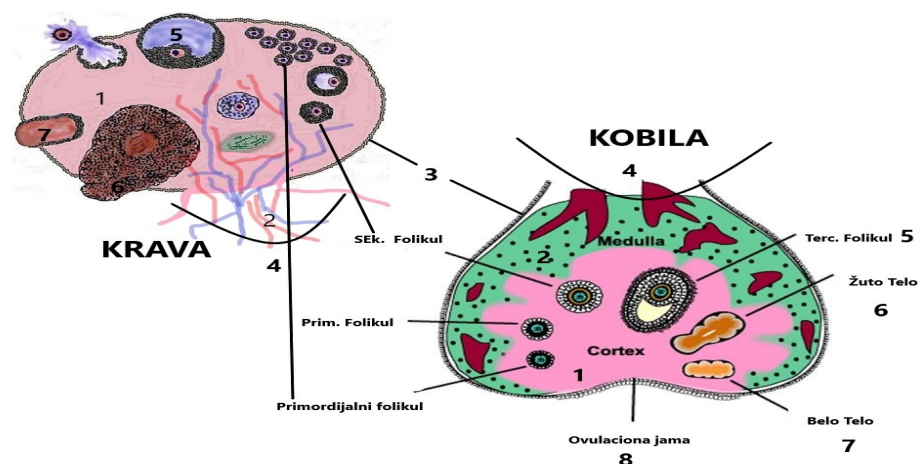
Jajnik (ovarium) je parna ženska polna žljezda. Oblik i veličina jajnika zavise od vrste životinja, kao i statusa njihove funkcionalne aktivnosti. Svojom peteljkom (*mesovarium*) je vezan za široki materični ligament. Jajnik kuje i mačke se nalazi u vezivno-tkivnoj kapsuli (*bursa ovarica*). Na preseku jajnika se razlikuju dve zone: *zona vaskuloza* (unutra) i *zona parenhimatoza* (spolja). Kod kobile je obrnut raspored ovih zona. Po površini, jajnik je prekriven jednoslojnim germinativnim epitelom. Funkcionalne strukture jajnika su: tercijalni, antralni ili *De Graf-ov folikul* i žuto telo (*corpus luteum*).

Funkcije jajnika. Jajnik ima dve osnovne funkcije: *endokrinu*, jer sintetiše i, u krv, izlučuje ženske polne hormone – *estrogene* (iz tercijalnog folikula) i *progesterone* (iz žutog tela) i *gametogenu*, jer se, u folikulu, razvija ženska polna ćelija (jajna ćelija, oocit).



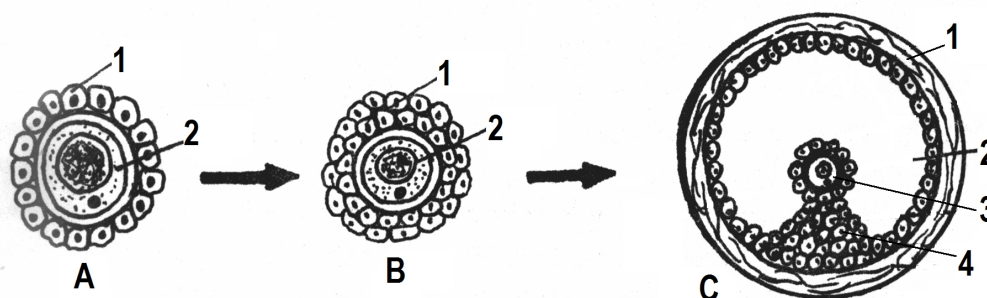
Slika 2. Poprečni presek jajnika
(izvor: internet)

1. Rastući tercijalni, ili antralni (jer imaju antrum – šupljinu) ili De Graf-ovi folikuli; 2. Šupljina predovulatornog folikula; 3. Jajna ćelija, obavijena kumulusnim ćelijama. Ova nakupina ćelija, oko jajne ćelije, naziva se cumulus oophorus; 4. Ovulacija jajne ćelije, iz prsnutog folikula; 5. Krvavo telo (*corpus haemorrhagicum*), nastaje na mestu prsnutog folikula; 6. Aktivno žuto telo (*corpus luteum*); 7. Faze formiranja žutog tela, posle ovulacije.



Slika 3. Izgled jajnika krmače, krave(leva) i kobile (desna)
(izvor : internet 1 , modifikacija Stančić I.)

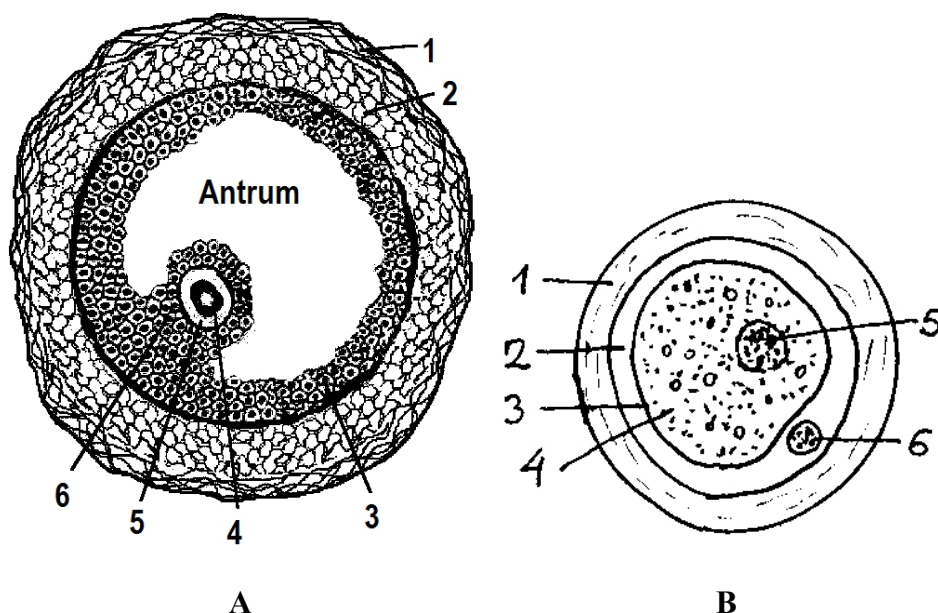
1. Zona parenhimatoza; 2. Zona vaskuloza; 3. Germinativni epitel; 4. Hilus; 5. Grafov folikul; 6. Žuto telo; 7. Belo telo. Uočiti obrnut raspored zone parenhimatoze i zone vaskuloze. Na jajniku kobile, postoji udubina (8. fossa ovulationis, koja je prekrivena germinativnim epitelom. Ostala površina jajnika nije prekrivena ovim epitelom. Samo na mestu ove udubine izrasta zreo folikul, odnosno samo se na tom mestu vrši ovulacija. Dole: Janik krmače (vide se veliki folikuli i bela tela), jajnik krave (vidi se žuto telo) i jajnik kobile (vidi su ovulatorna jama).



Slika 4. Razvojni stadijumi ovarijalnog folikula

(izvor: Stančić B.)

A. primarni (samo jedan sloj granuloza ćelija oko oocita), B. sekundarni (dva ili više slojeva granuloza ćelija oko oocita, ali nema formiranog antruma) i C. tercijalni, antralni ili De Grafov folikul. 1. Zid folikula; 2. Šupljina (antrum) folikula; 3. Jajna ćelija; 4. cumulus oophorus (nakupina granuloza ćelija, u kojoj je smešten oocit).



Slika 5. Prikaz građe folikula (A) i zrele jajne ćelije (B)

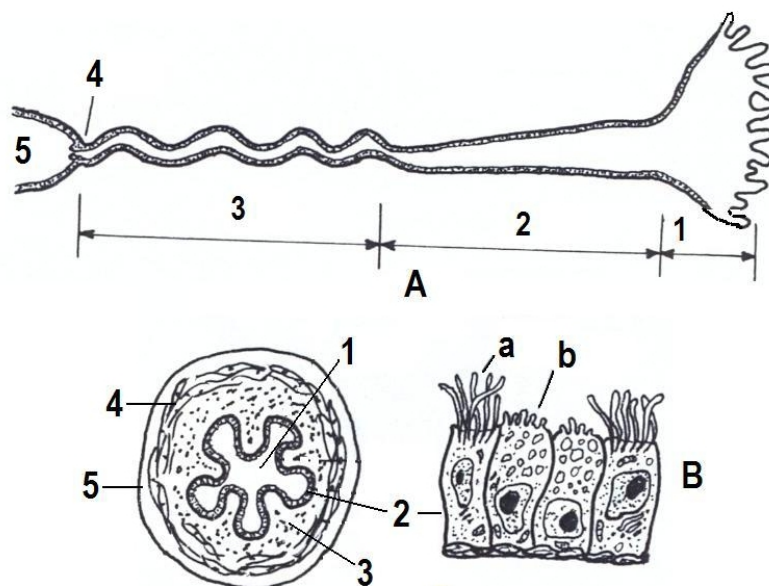
(izvor: Stančić B.)

A: 1. Teca externa; 2. Teca interna; 3. Granuloza ćelije; 4. Jajna ćelija; 5. Zona pelucida; 6. Cumulus oophorus.

B: 1. Zona pelucida (debela oko 20 mμ); 2. Perivitelusni prostor; 3. Vitelusna membrana; 4. Vitelus; 5. Nukleus u metafazi druge mejoze; 6. Prvo polarno telašće. Prečnik jajne ćelije sisara se kreće između 120 i 150 mμ.

Jajovod (*Tuba uterina, Tuba Fallopii, oviductus, salpinx*) je tubularni parni organ i sastoji se iz tri dela: levak (*infundibulum*), *ampula* i *istmus*. Levak jajovoda ima otvor prema jajniku, ampula je prošireni deo jajovoda, a istmus je uži deo, sa kojim se jajovod spaja sa vrhom roga materice. Spoj roga materice i jajovoda se naziva *utero-tubalni spoj*. Na poprečnom preseku, jajnik ima sluzokožu (*mucosa*), *mišićni sloj* i *serozu*. Mukoza je prekrivena višerednim visoko prizmatičnim trepljastim epitelom. Postoji 4 vrste epitelnih ćelija (visokoprizmatične trepljaste, niskoprizmatične, interkalarne i peharaste), koje imaju zajedničku bazalnu membranu.

Funkcije jajovoda. Jajnik prihvata i transportuje ovulirani oocit, u ampuli se vrši oplodnja i razvoj ranih embriona, a u istmusu se vrši kapacitacija spermatozoida.



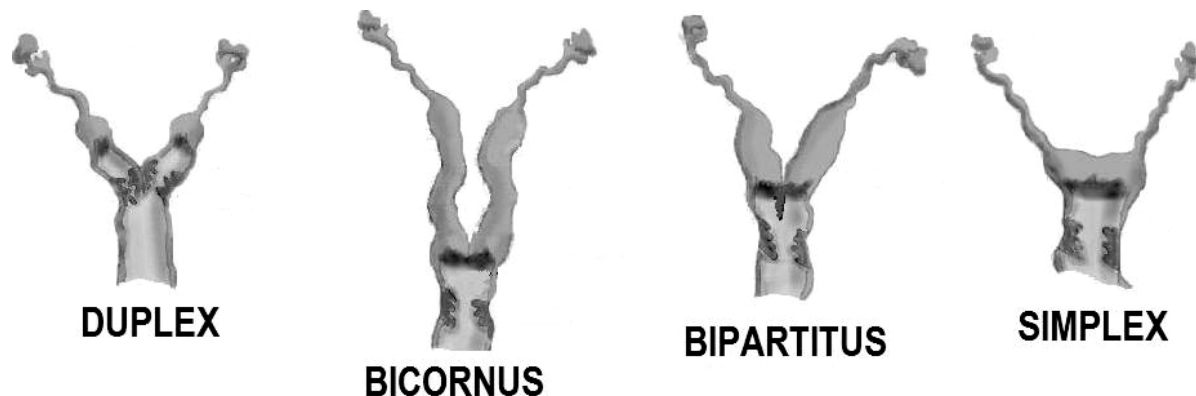
Slika 6. Delovi (A) i poprečni presek (B) jajovoda
(izvor: internet)

A: 1 – Infundibulum; 2 – Ampula; 3 – Istmus; 4 – Utero-tubalni spoj; 5 – Vrh roga materice.

B: 1 – Lumen jajovoda; 2 – Epitel jajovoda (a-trepljaste i b-sekretorne ćelije); 3 – Sluzokoža; 4 – Mišićni sloj; 5 – Seroza.

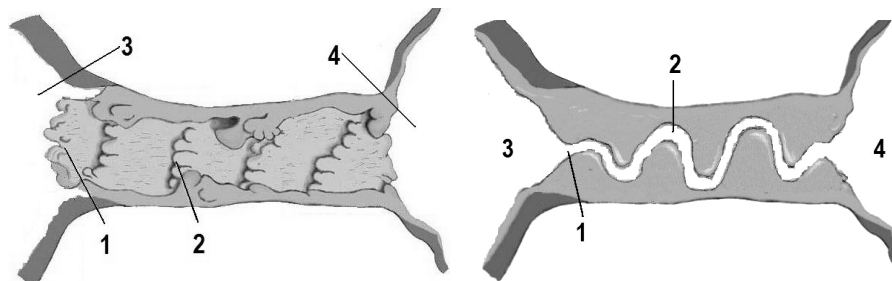
Materica (*uterus, metra*). Građena je iz: dva roga (*cornua uteri*), jednog tela (*corpus uteri*), i jednog grlića (*cervix uteri*). Na poprečnom preseku zida materice, idući od lumena ka spolja, razlikuju se tri sloja: sluzokoža (*endometrijum*), mišićni sloj (*miometrijum*) i serozna ovojnica (*perimetrijum*). Sluzokoža je prekrivena jednoslojnim nisko prizmatičnim epitelom. U sluzokoži se nalaze žlezde, koje luče materični sekret. Mišićni sloj ima tri reda mišićnih vlakana: cirkularni (spoljašnji), longitudinalni (središnji) i cirkularni (unutrašnji).

Funkcije materice. Antiperistaltičkim kontrakcijama miometriuma, vrši pasivan transport spermatozoida, od mesta ejakulacije do utero-tubalnih spojeva. Vrši redukciju broja ubačenih spermatozoida, obezbeđuje rast i razvoj *konceptusa* (plod+plodove ovojnice+plodove vode), tokom gravidnosti, kontrakcijama miometriuma vrši istiskivanje konceptusa u procesu porođaja i vrši luteolizu, u slučaju da nije uspostavljena gravidnost. Time obezbeđuje cikličnu ovarijalnu aktivnost.



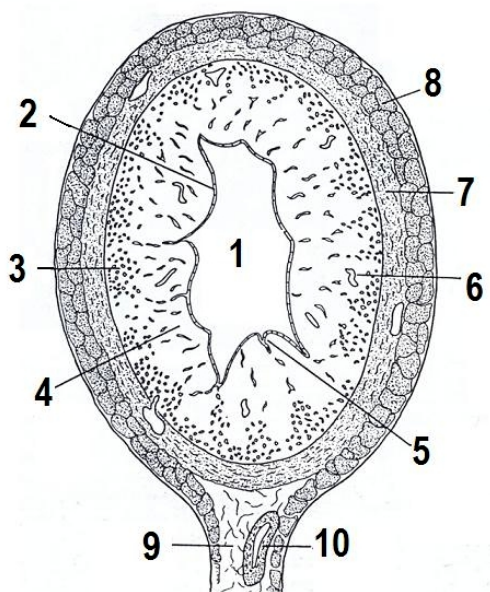
Slika 7. Tipovi morfološke građe materice
(izvor: internet)

Uterus duplex ima 2 cerviksa, 2 tela i 2 roga materice (*zec, miš*); *Uterus bicornus* ima 1 cerviks, 1 telo i 2 roga materice (*svinja, pas, mačka*); *Uterus bipartitus* ima 1 cerviks, 1 telo (podeljeno septumom) i 2 roga materice (*krava, ovca, koza i kobilica*); *Uterus simplex* ima 1 cerviks i 1 telo materice, nema rogove (*žena i primati*).



Slika 8. Cerviks krave (A) i krmače (B)*(Izvor : Internet)*

1 – Kaudalni otvor cervikalnog kanala (uočiti da prominira u fornix vaginae);
 2 – Cervikalni kanal (uočiti da su nabori, kod krave, postavljeni uzdužno, a kod krmače poprečno); 3 – Lumen vagine; 4 – Lumen tela materice.

**Slika 9. Poprečni presek roga uterusa***(izvor : internet)*

1 – Lumen uterusa; 2 – Epitel; 3 – Sluzokoža (endometrium); 4 – Vezivno tkivo; 5 – Kanal uterusne žlezde; 6 – Lumen krvnog suda; 7 – Cirkularni i 8 – Longitudinalni sloj mišićnih vlakana miometriuma; 9 – Mesometrium; 10 – lumen velikog krvnog suda u mesometriumu.

Rodnica (*vagina*) je tubulozan mišićni organ, koji spaja vulvu sa grlićem materice. Epitel sluzokože vagine je višeslojan. U zavisnosti od faze estrusnog ciklusa, oblik ćelija i debljina

epitela se menja. Tako se ćelije uvećavaju, a debljina epitela se povećava u estrusu, pod uticajem estrogena, dok je su ćelije spljoštene, a debljina epitela je manja tokom diestrusa, kao posledica delovanja progesterona. U sluzokoži postoje žlezde, koje luče sluz, tokom estrusa. Na ventralnom zidu vagine se nalazi spoljašnji otvor uretre (*orifitium urethrae externum*).

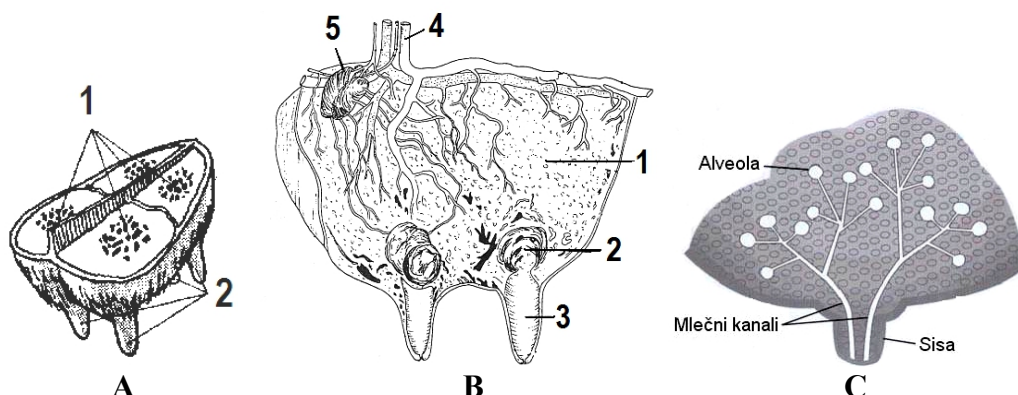
Funkcija vagine. Zajedno sa vulvom i cerviksom, predstavlja fizičku barijeru prodoru mikroorganizama i drugih agenasa iz spoljašnje sredine u kranijalne partije ženskog reproduktivnog trakta (materica, jajovodi, jajnici). Vagina prima penis kod kopulacije i učestvuje kod istiskivanja ploda, tokom partusa.

Stidnica (*vulva*) je spoljašnji polni organ. Sastoji se iz dve usmine (*labia vulvae*), koje se spajaju dorzalno i ventralno (*comisura labiae dorsalis et ventralis*). U ventralnoj komisuri vulve se nalazi klitoris. Spolja su usmine presvučene kožom, a njihova unutrašnja strana je pokrivena sluzokožom.

Funkcija vulve je da zatvara ulaz u vaginu. Preko vulve se izbacuje urin, a predstavlja i zadnji otvor porođajnog kanala.

Dražica (*clitoris*) je rudimentirani analog penisa i nalazi se u ventralnoj komisuri usmina vulve.

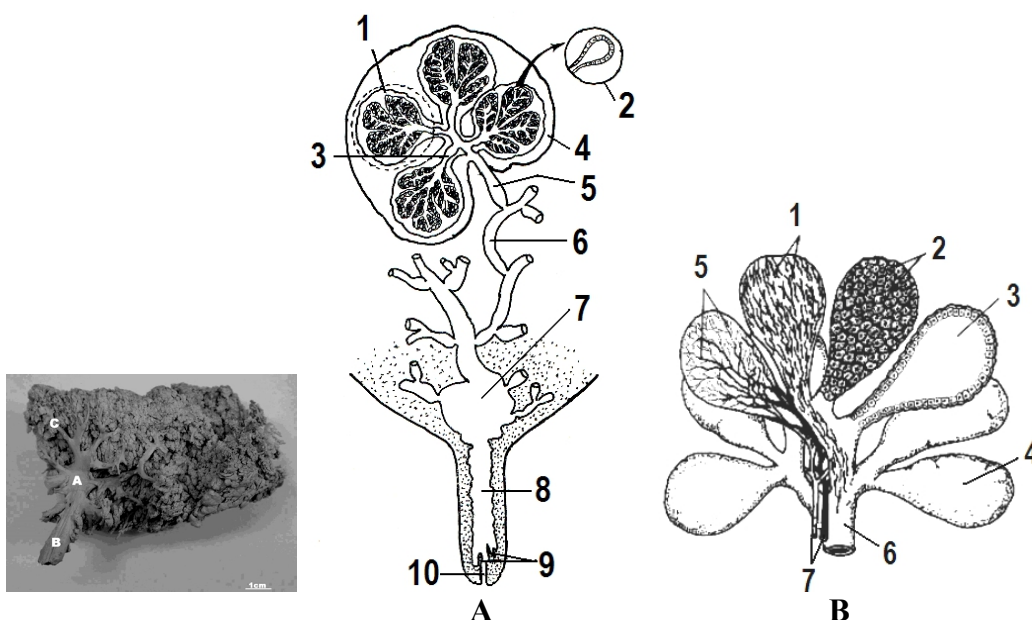
Vime, mlečna žlezda (*Glandula mammae, glandula lactifera*). Vime je žlezda koja luči specifičan sekret (mleko). Kod krave, ovce, koze i kobile je smešteno između zadnjih nogu. Kod krave je podeljeno na 4, a kod ovce, koze i kobile na 2 mamarna kompleksa. Kod krmače, kuje i mačke je smešteno duž ventralnog zida abdomena, sa leve i desne strane bele linije, počevši od kraja grudne kosti, a završava se na početku stidne kosti. Leva i desna polovina vimena krmače, kuje i mačke podeljena je na mamarne komplekse, kojih ima 6 do 8 (retko više). Svaki mamarni kompleks se završava jednom sisom, u kojoj postoji proširenje (cistrena sise). Mamarni kompleks krmače nema cisternu. Cisterna vimena postoji kod krave, ovce, koze, kobile, kuje i mačke. Kod kuje i mačke na svakoj sisi postoji 9-20 otvora sisnih kanala. Osnovna funkcionalna struktura vimena je mlečna alveola, u kojoj se vrši sinteza mleka. Zid alveole sadrži krvne sudove, mioepitelne ćelije i vezivno tkivo. Unutrašnji zid alveole je obložen jednoslojnim niskoprizmatičnim sekretornim epitelom. U ćelijama ovog epitela se vrši sinteza mleka. Skup više alveola formiraju acinus. Više acinusa formira manje režnjiće (*lobuluse*), a više lobulusa formira režnjeve (*lobuse*) vimena. Iz svake alveole izlazi po jedan kanalić. Ovi kanalići se spajaju u izvodne kanaliće lobulusa i lobusa. Takos eformiraju sabirni kanali, koji dovode mleko u cisternu vimena. Vime je, po građi, tubuloalveolarna, a po tipu sekrecije apokrina žlezda.



Slika 10. Vime krave (A, B) i krmače (C)

(izvor : Internet)

A: 1 – Četvrti vimena; 2 – Sise. B: 1 – Parenhim; 2 – Cisterna vimena; 3 – Cisterna sise; 4 – Krvni sudovi; 5 – Limfni čvor. Uočiti da krmača nema cisternu vimena.



Slika 11. Sekretorni i sprovodni sistem vimena (A) i Acinus (B)

(izvor: internet)

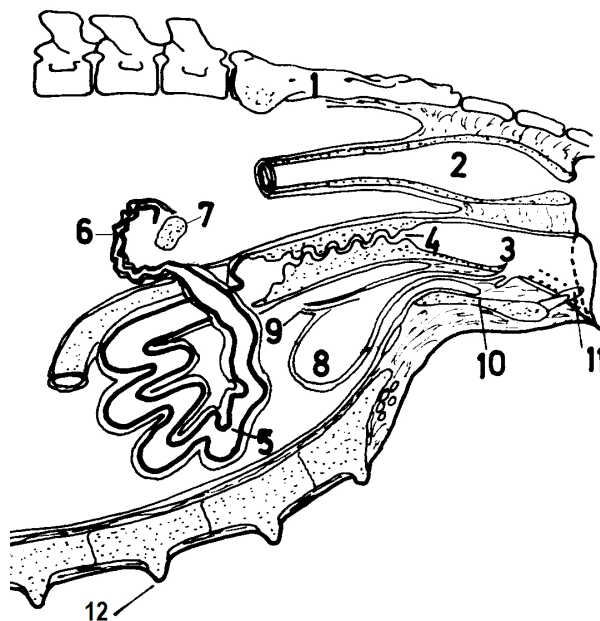
A: 1 – Lobulus; 2 – Acinus (skup više alveola); 3 – Intralobularni sprovodni kanalići; 4 – Lobus; 5 – Izvodni kanalić lobusa; 6 – Međulobularni sprovodni kanalić; 7 – Cisterna vimena; 8 – Cisterna sise; 9 – Valvula sise; 10 – Sisni kanal.

B: 1 - Mioepitelne (korpaste) ćelije; 2 – Sekretorni epitel alveole; 3 – Lumen alveole; 4 – Alveola puna mleka; 5 - Krvni sudovi u zidu alveole; 6 – Izvodni kanal acinusa; 7 – krvni sudovi acinusa.

2.1. POLNI ORGANI KRMAČE

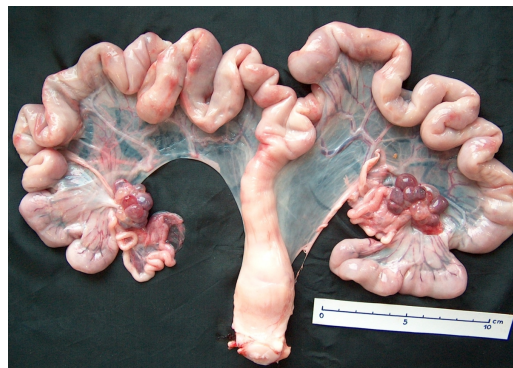
Specifičnosti građe:

- Jajnici krmače su ovalnog i grozdastog oblika, jer se, na njima, nalazi veći broj antralnih folikula ili žutih tela.
- Materica je dvoroga (*uterus bicornus*), ne postoji pregrada (*septum*) u telu materice. Cerviks je valjkast, tvrd idugačak 15 do 25 cm, sa izraženim maborima unutrašnjeg zida kanala. Rogovi su, pojedinačno, dužine 1 do 2 metra, kod potpuno odraslih krmača. Sluzokoža je, manje-više, glatka.
- Mlečna žlezda, vime (*glandula mammae, gl. lactifera*); Obično ima 6 do 8 mamarnih kompleksa, sa po jednom sisom. Raspoređeni sa leve i desne strane medijalne (bele) linije (*linea alba*) abdomena, počevši od kaudalnog kraja grudne kosti (*sternum*) do kranijalnog ruba karlice. Ne postoji cisterna vimena, a postoji cisterna sise.



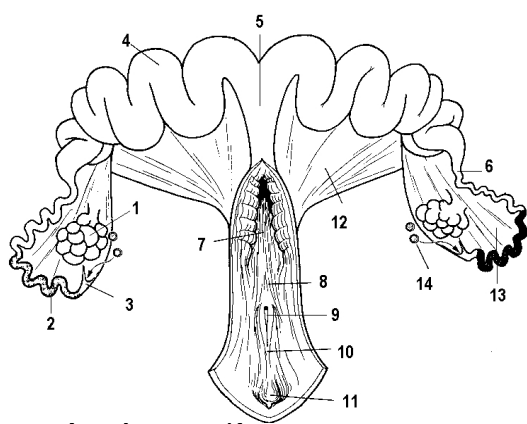
Slika 12. Polni organi krmače (bočni izgled)
(izvor: internet)

1. Krsna kost; 2. Rectum; 3. Vagina; 4. Cervix; 5. Materica; 6. Jajovod; 7. Jajnik; 8. Mokraćna bešika; 9. Ureter; 10. Uretra; 11. Vulva sa klitorisom; 12. Mlečna žlezda.



Slika 13. Polni organi krmače, dorzalni izgled. Levo – shematski, (*izvor: internet*) desno – nativno.

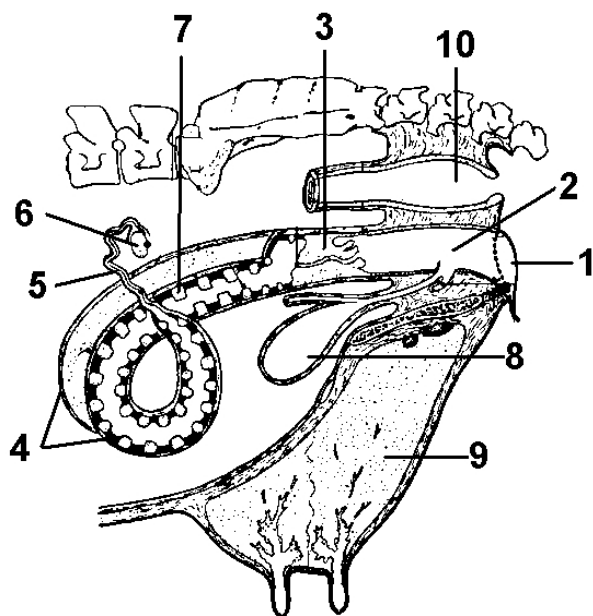
(*izvor : Stančić*)



4. Rog materice; 5. Telo materice; 6. Utero-tubalni spoj; 7. (se vide nabori u cervikalnom kanalu); 8. Vagina; 9. Otvor vestibulum vagine; 11. Klitoris; 12. Široki materični ligament; elije ulaze u levak jajovoda.

NI ORGANI KRAVE

- Jajnici krave su ovalnog oblika, veličine manje šljive. Oblik može biti malo promenjen, zavisno od toga da li se, na jajniku nalazi veći folikul ili žuto telo.
- Materica (*uterus, metra*) je dvoroga, sa septumom u telu materice (*uterus bipartitus*) i karunkulima na endometriumu, koji su ispupčeni. Rogovi su savijeni prema ventralno, i dužine su oko 20 do 30 cm. Cerviks je deblji, valjkast i tvrd organ, dužine oko 10 do 15 cm. Kaudalni otvor cerviksa kupasto prominira u šupljinu vagine.
- Mlečna žlezda, vime (*glandula mammae, glandula lactifera*). Vime je smešteno između zadnjih nogu. Ima dve polovine (levu i desnu), od kojih je svaka podeljena na po dve četvrti (prednju i zadnju). Svaka četvrt se završava sa po jednom sisom. Postoji cisterna svake četvrti i svake sise.



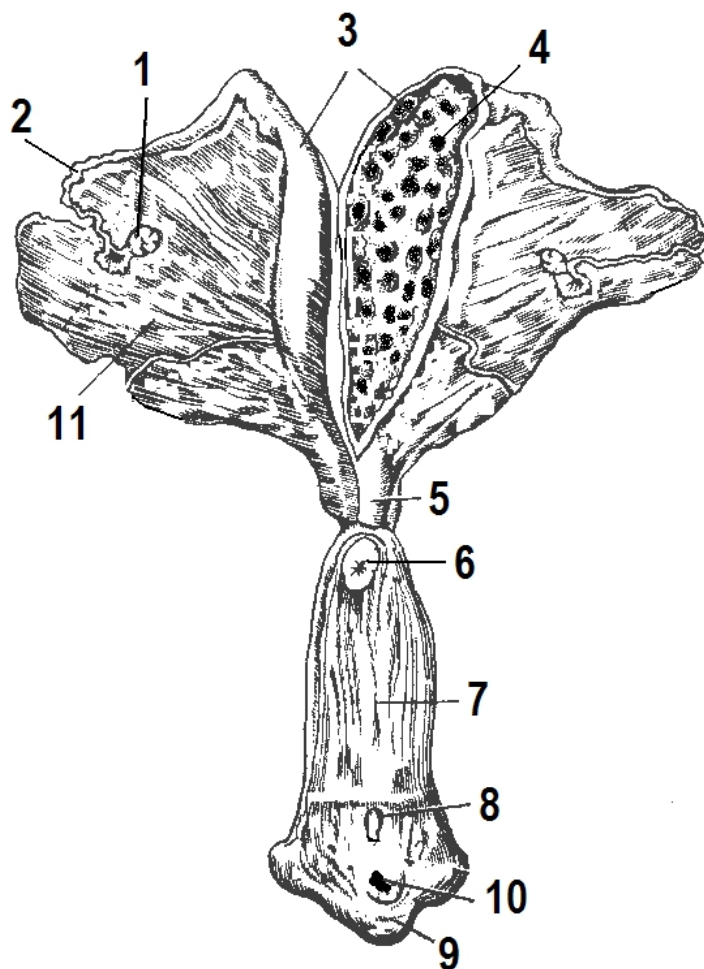
Slika 14. Reproductivni organi krave
shematski lateralni izgled, (levo)
i dorzalni nativni izgled (desno)
(izvor:internet) (izvor: internet 2)

1. Vulva; 2. Vagina; 3. Cervix; 4. Rogovi materice; 5. Jajovod; 6. Jajnik; 7. Karunkul; 8. Mokraćna bešika; 9. Vime; 10. Rectum.

2.3. POLNI ORGANI OVCE I KOZE

Specifičnosti grade:

- Jajnici su ovalnog oblika, veličine manje šljive.
- Materica (*uterus, metra*) je dvoroga, postoji septum u telu materice (*uterus bipartitus*). Rogovi su savijeni prema ventralno i dužine su 15 do 20 cm. Na sluzokoži postoje karunkuli, koji su, obično, crno pigmentirani i konkavni.
- Mlečna žljezda, vime (*glandula mammae, gl. lactifera*) ima 2 mamarna kompleksa, sa po jednom sisom. Postoji cisterna vimena i cisterna sise.



Slika 15. Reproductivni organi ovce

(izvor: internet)

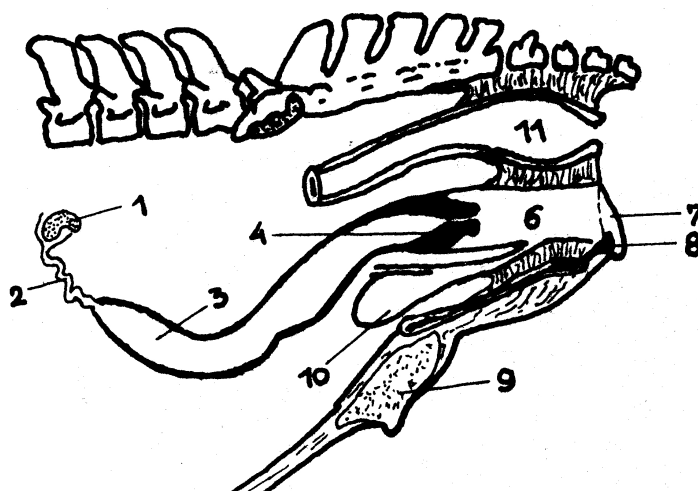
1. Jajnik; 2. Infundibulum; 3. Rogovi materice; 4. Telo materice; 5. Grlić materice; 6. Otvor grlića materice; 7. Vagina; 8. Otvor uretre; 9. Antrum vaginalae; 10. Klitoris; 11. Vulva.

2.4. POLNIH ORGANI KOBILE

Specifičnosti grade:

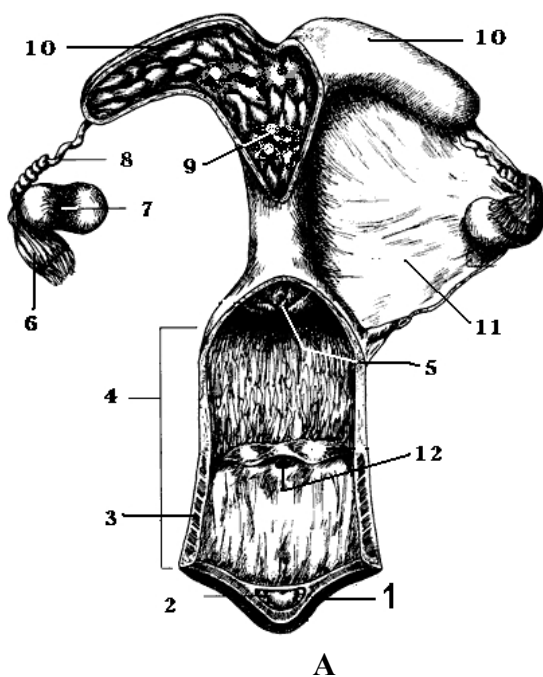
- Jajnici kobile su bubrežastog oblika. Na površini se nalazi zona vaskuloza, a unutra zona parenhimatoza. Postoji tzv. ovulaciona jama (*fossa ovulationis*).
- Rodnica (*vagina*) je 6 do 8 cm dug, valjkast mišićni organ. Unutrašnjost je prekrivena sluzokožom. Spaja vestibulum vulve sa grlićem materice. Vestibulum je, od vulve, odvojen himenom.
- Materica (*uterus, metra*) se sastoji od dva roga (*cornua*), jednog tela (*corpus*) i jednog grlića (*cervix*). Nema septuma u telu materice. Rogovi su okrenuti prema dorzalno.

- Mlečna žljezda (*glandula mammae*, *gl. lactifera*) kobile je smeštena između zadnjih nogu. Ima dva mamarna kompleksa (levi i desni), koji se završavaju sa po jednom sisom.



Slika 16. Polni organi kobile (shematski)
(izvor: Stančić B.)

1. Jajnik; 2. Jajovod; 3. Rog materice; 4. Cervix; 6. Vagina; 7. Vulva; 8. Klitoris;
9. Vime; 10. Mokraćna bešika; 11. Rectum.



A



B

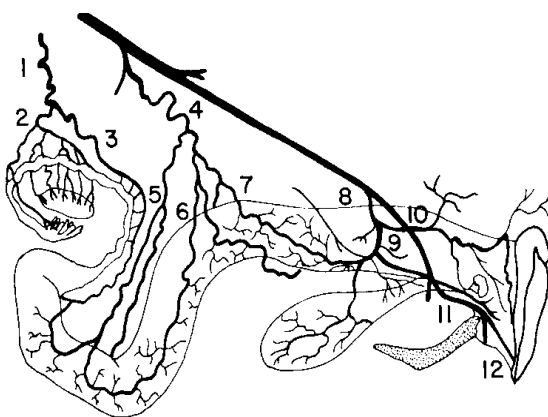
Slika 17. Reproductivni trakt kobile
(izvor : internet)

1. Vulva; 2. Klitoris; 3. Zid vagine (isečen sa dorzalne strane, da se vidi unutrašnjost); 4. Vagina; 5. Otvor cerviksa; 6. Infundibulum jajovoda; 7. Jajnik; 8. Jajovod; 9. Telo materice; 10. Rogovi materice (dorzalni zid tela i levog roga roga materice je otvoren, da se vidi sluzokoža); 11. Široki materični ligament (*lig. latum uteri*); 12. Otvor uretre u ventralnom zidu vagine.

2.5. POLNI ORGANI KUJE I MAČKE

Specifičnosti građe:

- Jajnici kuje i mačke su ovalnog do pasuljastog oblika. Jajnik kuje i mačke se nalazi u vezivno-tkivnoj kapsuli (*bursa ovarica*).
- Materica (*uterus, metra; dvoroga- uterus bicornus*) se sastoji od dva roga (*cornua*), jednog tela (*corpus*) i jednog grlića (*cervix*). Materica dugačka oko 10cm, prečnika 0,3-1cm.
- Mlečna žlezda (*glandula mammae, gl. lactifera*) kod kuje i mačke je smeštena duž ventralnog zida abdomena, sa leve i desne strane bele linije, počevši od kraja grudne kosti, a završava se na početku stidne kosti. Leva i desna polovina vimena kuje i mačke podeljena je na mamarne komplekse, kojih ima 6 do 8 (retko više). Svaki mamarni kompleks se završava jednom sisom, u kojoj postoji proširenje (cistrena sise). Kod kuje i mačke na svakoj sisi postoji 9-20 otvora sisnih kanala.



Slika 18. Prikaz glavnih arterija reproduktivnih organa

(izvor: Internet)

Arteria uterina media (4) je grana ilijačne arterije i snabdeva uterus najvećom količinom krvi. Ona snabdeva krvlju središnji deo roga uterusa, gde se odvija gravidnost i, zbog toga, se najviše uvećava tokom gravidnosti. *Arteria uterina cranialis* (1) je grana utero-ovarijalne arterije i,

svojim granama, snabdeva krvlju ovarijum, vrh roga uterusa i jajovod. *Arteria uterina caudalis* (8) je grana a. pudendae internus i snabdeva krvlju vaginu, vulvu i anus.

3. ANATOMIJA MUŠKIH POLNIH ORGANA

Organa genitalia masculina

Semenik (*testis*) je parna muška polna žljezda. Semenici su smešteni u skrotumu, kožnoj duplikaturi. Kod nekih životinja je skrotum smešten između zadnjih nogu (bik, ovan, jarac, pastuv), a kod nekih ispod anausa (nerast). Tkivo testisa je obavijeno belom, vezivnom ovojnicom (*tunica albuginea testis*). Osnovna funkcionalna struktura testisa su semeni kanalići (*tubuli seminiferi*), smešteni, po dva, u režnjićima testisa (*lobuli testis*). Na izlazu iz režnjića, kanalići se ispravljaju i spajaju u jedan izvodni kanalić. Ovo izvodni kanalići, iz svih režnjića, grade mrežu testisa (*rete testis*) u središnjem delu (*mediastinum*) testisa. Iz mreže testisa se izdvaja 10 do 20 izvodnih kanalića, koji izvide spermatozoide iz testisa u epididimis (*ductuli eferentes testis*).

Funkcija. Testis ima dve funkcije: (**a**) gametogenu, jer proizvodi muške gamete (polne ćelije) - spermatozoide i (**b**) endokrinu, jer sintetiše muške polne hormone – androgene (testosteron, androsteron i td.). Spermatozoidi se proizvode u semenim kanalićima. Muški polni hormoni se sintetišu u *Lajdigovim ćelijama*, smeštenim između zavoja semenih kanalića.

Epididimisa (*epididymis*) je parni kanalikularni organ, smešten duž uzdužne osovine testisa. Ima: glavu (*caput*), koju čine izvodni kanali iz testisa (*ductuli eferentes testis*), telo (*corpus*), koje je jedan kanal, jako izuvijan, nastao spajanjem eferentnih kanalića u glavi, i rep (*cauda*). Glava je postavljena na dorzalnom, a rep na ventralnom polu testisa. Izuvijan kanal repa se, postepeno, ispravlja i nastavlja se u semevod.

Funkcija. Kroz epididimis se transportuju spermatozoidi iz testisa u semevod. U epididimisu se vrši dozrevanje spermatozoida i njihovo lagerovanje (u repu) do momenta ejakulacije ili uginuća i resorpcije. Transport spermatozoida kroz epididimis traje 14 dana.

Semevod (*ductus deferens*) je parni kanalikularni organ, koji sprovodi spermatozoide iz repa epididimisa do uretre. Semevod se završavaju ampulastim zadebljanje (*ampule semevoda*). U zidu uretre imaju zajednički otvor sa izvodnim kanalima vezikularnih žlezda.

Mokraćni izvodnik (*urethra masculina*) je kanalikularni organ, koji polazi od mokraćne bešike, prolazi kroz karličnu šupljinu, a na izlasku iz karlice, ulazi u sastav penisa. Završava se otvorom na glansu penisa. Kod bika, ovna, jarca i pastuva, uretra izlazi iz penisa, u vidu jednog

crvolikog produžetka (*procesus urethralis, seu vermiformes*). Izvodi mokraću iz mokraćne bešike i spermu, prilikom ejakulacije.

Muški kopulacioni organ (*penis*): glavić (*glans*), telo (*corpus*) i koren (*radix*). Glans penisa je različitog oblika, kod pojedinih vrsta životinja. U telu penisa se nalaze dva kavernoza tela (*corpora cavernosa penis*), koja se pune krvlju kod erekcije. Koren penisa se, sa svoje dve grane (*crura penis*), vezuje za stidne kosti. Uretra je, u sastavu penisa, obavijena svojim kavernoznim telom (*corpus cavernosus urethrae*). Kroz uretru se vrši izbacivanje mokraće i sperme, u aktu ejakulacije. Postoje dva tipa građe penisa: kavernozni (pastuv, pas) i fibroelastični (bik, ovan, jarac). Erekcija se, kod kavernoznog tipa, vrši punjenjem krvi u šupljinama kavernoznih tela penisa, a kod fibroelastičnog ukrućivanjem fibroelastičnih vlakana u telu penisa i ispravljanjem sigmoidne krivine penisa. U telu penisa psa se nalazi izdužena koštana tvorevina (*os penis*). Glans penisa mačka je nazubljen. Tako da stimuliše aferentne nerve u vagini i cerviksu, preko kojih se stimuliše ovulacija (provocirana ovulacija).

Mošnica (*scrotum*). Kožni nabor, u kome su smešteni testisi. Ima ulogu zaštite i termoregulacije testisa.

Puzdra (*praeputium*) je kožni nabor ventralnog zida abdomena, u kome je smešten penis.

Semeno uže (*funiculus spermaticus*). U sastav semenog užeta ulaze: semevod, arterije i vene, nervi i *musculus cremaster*. Pridržava testis za ingvinalni kanal, tj. ventralni zid abdomena.

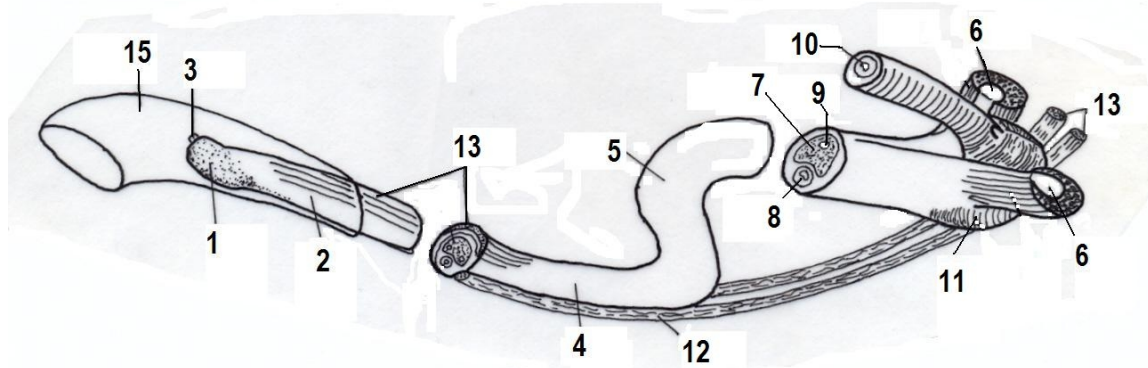
Ovojnice testisa: *tunica albuginea, tunica vaginalis communis, tunica vaginalis*.

Akcesorne polne žlezde, sintetišu oko 90% ukupnog volumena spermalne plazme:

- **Vezikularne** (*glandulae vesiculares*), parne,
- **Prostata** (*glandula prostatica*), neparna,
- **Bulbouretralne ili Kuperove** (*glandulae bulbourethrales sue Cupheri*), neparne.

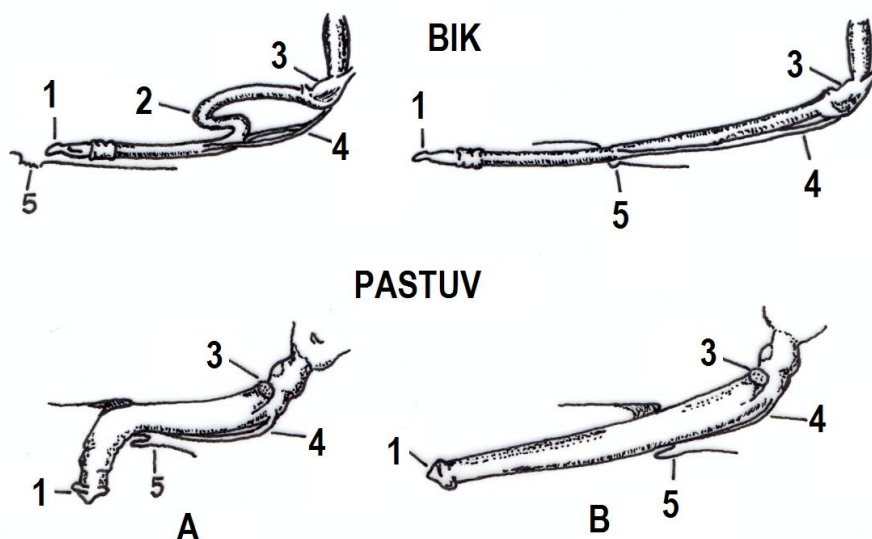
Kod psa prostata je veoma razvijena i posebno funkcionalna, dok su vezikularne i bulbouretralne žlezde slabije razvijene.

Važni mišići: *m. bulbocavernosus, m. ischiocavernosus, m. cremaster i mm. retractores penis*.



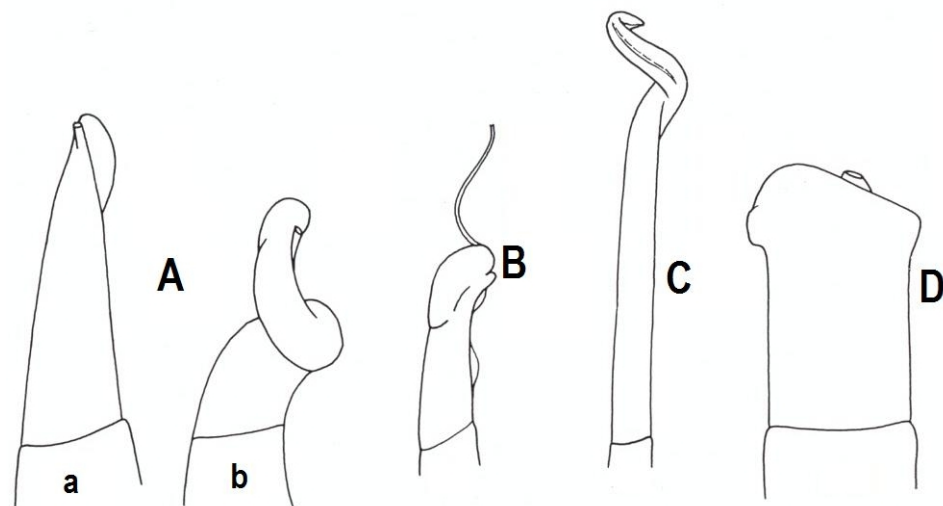
Slika 19. Građa penisa bika
(Izvor : internet)

1 – Glans penis; 2 – Slobodan deo tela penis; 3 – Processus urethralis; 4 – Telo penis; 5 – Sigmoidna (“S”) krivina penis; 6 – Kraci korena penis; 7 – Kavernoza tela penis; 8 – Kavernoza telo uretre; 9 – Veliki krvni sudovi penis; 10 – Uretra; 11 – Koren penis; 12 – Musculi retractores penis; 13 - Dorzalni ligamet penis.



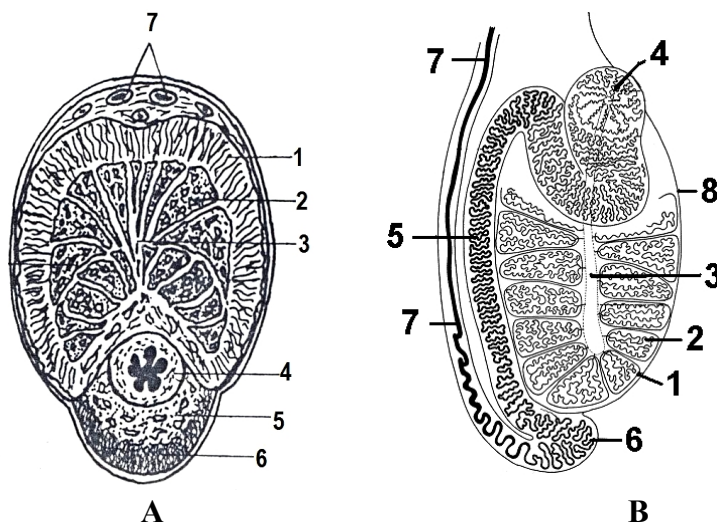
Slika 20. Penis u relaksaciji (A) i erekciji (B)
(izvor: internet)

1 – Glans penis; 2 – Sigmoidna krivina; 3 – Koren penis;
4 – Mm. retractores penis; 5 – Prepuceum.



Slika 21. Izgled glans penis bika (A), ovna (B), nerasta (C) i pastuva (D)
(izvor: internet)

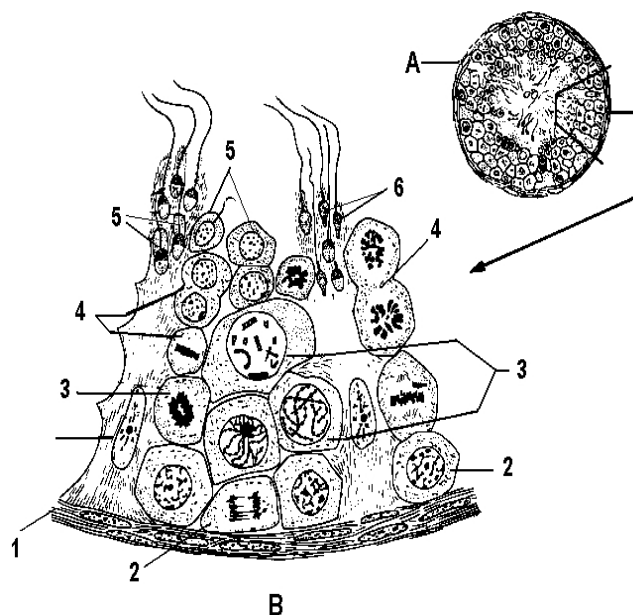
*Glans penis bika je, pre ejakulacije, ispravljen (a), a tokom ejakulacije uvrnut (b).



Slika 22. Poprečni presek tela penisa (A) i testisa sa epididimisom i semevodom (B)
(izvor: Stančić B.)

A: 1. Zid penisa; 2. Kavernoza tela penisa; 3. Septum penisa; 4. Uretra; 5. Kavernoza telo uretre; 6. Musculus retractor penis; 7. Dorzalna vena i arterija penisa.

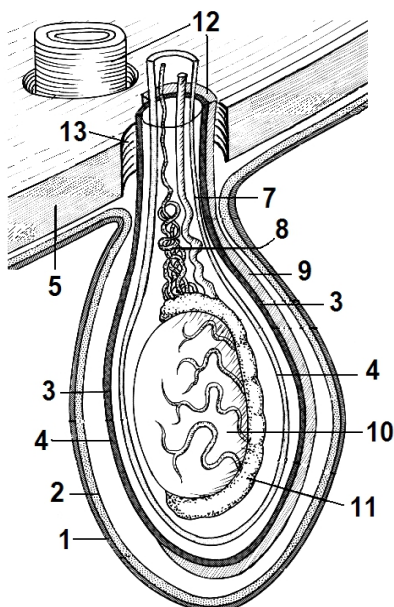
B: 1. Tunica albuginea; 2. Režnjić testisa; 3. Laidigove ćelije; 4. Semeni kanalić; 5. Rete testis; 6. Izvodni kanalići (tubuli eferentes) testisa (čine glavu epididimisa); 7. Telo epididimisa (jedan kanal); 8. Telo epididimisa; 9. Rep epididimisa; 10. Semevod.



Slika 23. Presek jednog semenog kanalića (A) i uvećan isečak (B)
(izvor :Internet)

1. Bazalna membrana kanalića; 2. Spermatogonija (2n broj hromozoma); 3. Primarni spermatocit(2n broj hromozoma); 4. Sekundarni spermatocit (n broj hromozoma); 5.

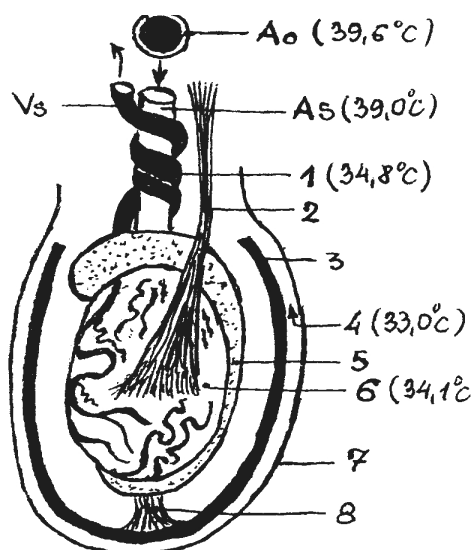
Spermatide (n broj hromozoma) se ne dele, nego se, metamorfozom – uobličavanjem, formiraju u spermatozoide (6).



Slika 24. Skrotum i ovojnice testisa

(izvor :Internet)

1. Koža skrotuma; 2. Tunica dartos; 3. Tunica vaginalis communis; 4. Tunica vaginalis propria; 5. Mišići zida ventralnog abdomena; 6. Ingvinalni kanal; 7. Semovod; 8. Plexus pampiniformes; 9. Musculus cremaster; 10. Testis; 11. Epididimis; 12. Semeno uže; 13. Ingvinalni kanal.



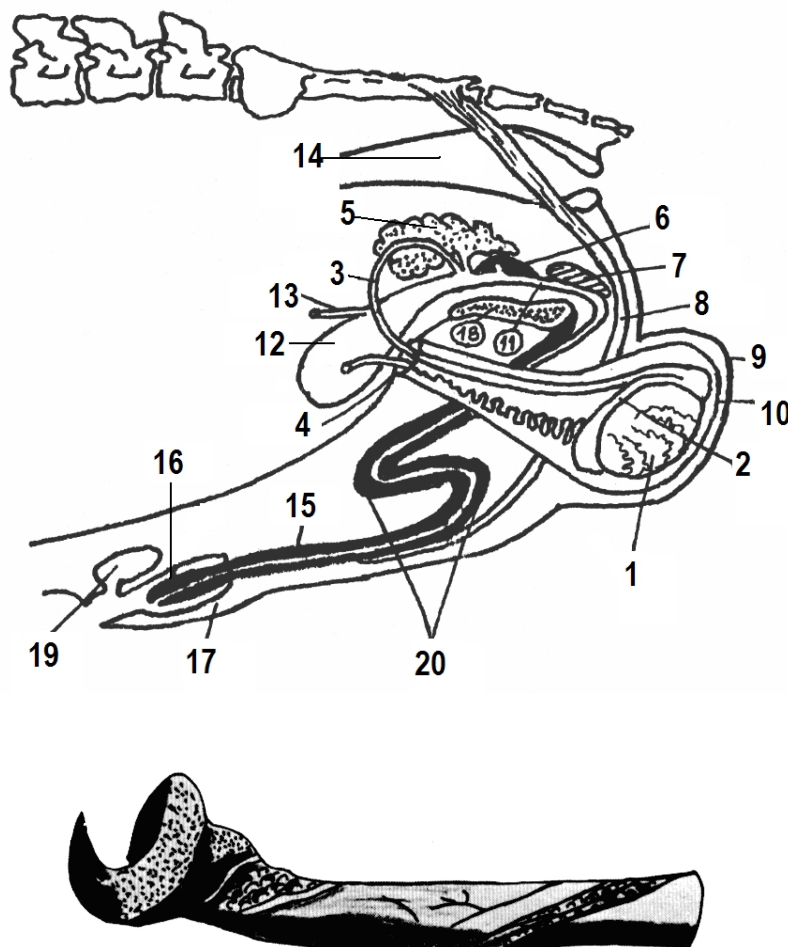
Slika 25. Mehanizam termoregulacije testisa (KDV – kompleks)

(izvor: Stančić B.)

U mehanizmu termoregulacije testisa učestvuju:

1. Venski pampiniformni pleksus, 2. M. cremaster i 3. Tunica dartos. To je tzv. Kremasteriko-Darto-Venski kompleks (KDV). 4. Temperatura ispod kože skrotuma; 5. Epididimis; 6. Temperatura tkiva testisa; 7. Koža skrotuma; 8. Skrotalni ligament; Ao – Aorta; As – Arteria spermatica; Vs – Vena spermatica;

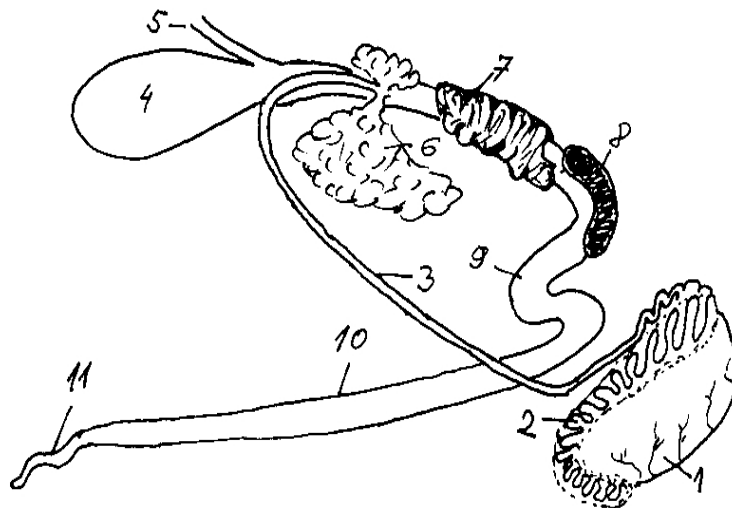
3.1. POLNI ORGANI NERASTA



Slika 26. Polni organi nerasta
(izvor: Stančić B.)

1. Testis; 2. Epididimis; 3. Semevod; 4. Ingvinalni kanal; 5. Vezikularne žlezde; 6. Prostata; 7. Bulbouretralne žlezde; 8. Musculus retractor penis; 9. Scrotum; 10. Tunica vaginalis communis; 11. Uretra; 12. Mokraćna bešika; 13. Ureter; 14. Rectum; 15. Penis; 16. Glans penis; 17. Prepucium; 18. Sinfiza pelvis; 19. Prepucialna burza; 20. Flexura sigmoidea penis.

Na donjoj slici je prikazan izgled penisa nerasta. Uočiti svrdlasti glans penisa, uvrnut u smeru suprotnom od kazaljke na satu.

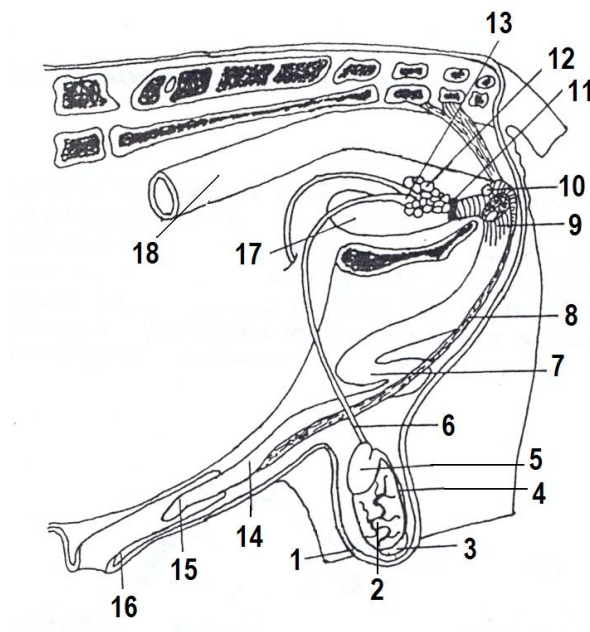


**Slika 27. Topografskog smještaja i izgled akcesornih polnih žljezda nerasta
(izvor: Stančić B.)**

1. Testis; 2. Epididimis; 3. Semevod; 4. Mokraćna bešika; 5. Mokraćni izvodnik (ureter); 6. Vezikularne žlezde; 7. Prostata; 8. Bulbouretralne (Kuperove) žlezde; 9. Fleksura sigmoidea penisa; 10. Telo penisa; 11. Glans penisa; 12. Uretra.

Važno je zapaziti da se semevodi i izvodni kanali vezikularni žljezda, imaju zajednički otvor, kojim se ulivaju u početni deo uretre.

3.2. POLNI ORGANI BIKA

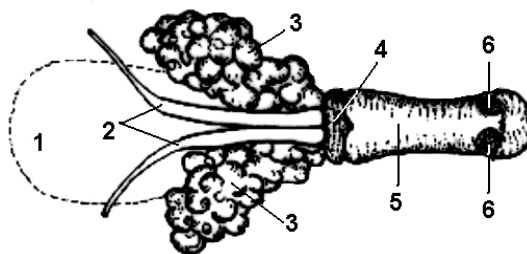


Slika 28. Polni organi bika
(izvor: Stančić B.)

1. Epididimis; 2. Testis; 3. Semevodi; 4. Ampule semevoda; 5. Vezikularne žljezde; 5a. Prostata 6. Bulbouretralne žljezde; 7. Telo penisa; 8. Sigmoidna krivina penisa; 9. Glans penisa.



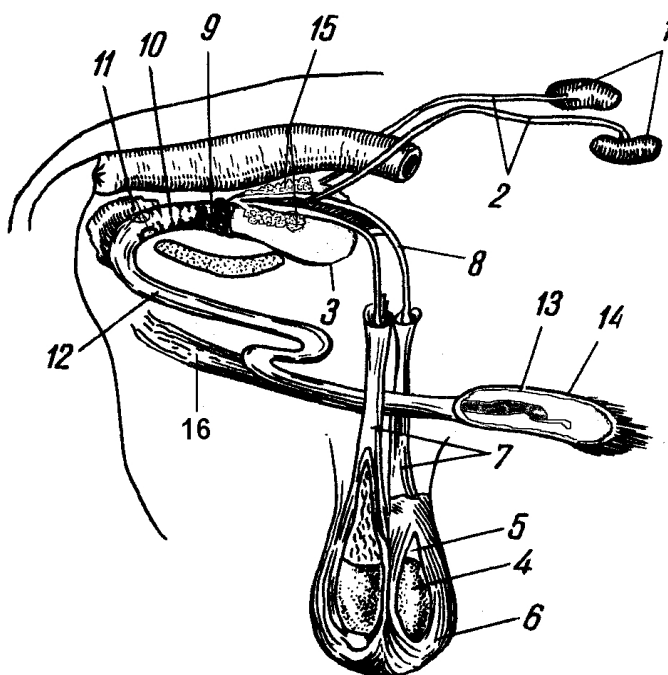
Slika 29. Glans penisa bika (strelica pokazuje processus urethralis)
(izvor: Internet)



Slika 30. Vezikularne žlezde bika
(izvor: internet)

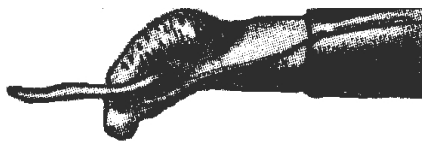
1. Mokraćna bešika; 2. Ampule semevoda; 3. Vezikularne (*glandulae vesiculares*); 4. Prostata (*glandula prostatica*); 5. M. urethralis; 6. Bulbouretralne (*glandulae bulbourethrales*), ili Cupher-ove žlezde.

POLNI ORGANI OVNA I JARCA



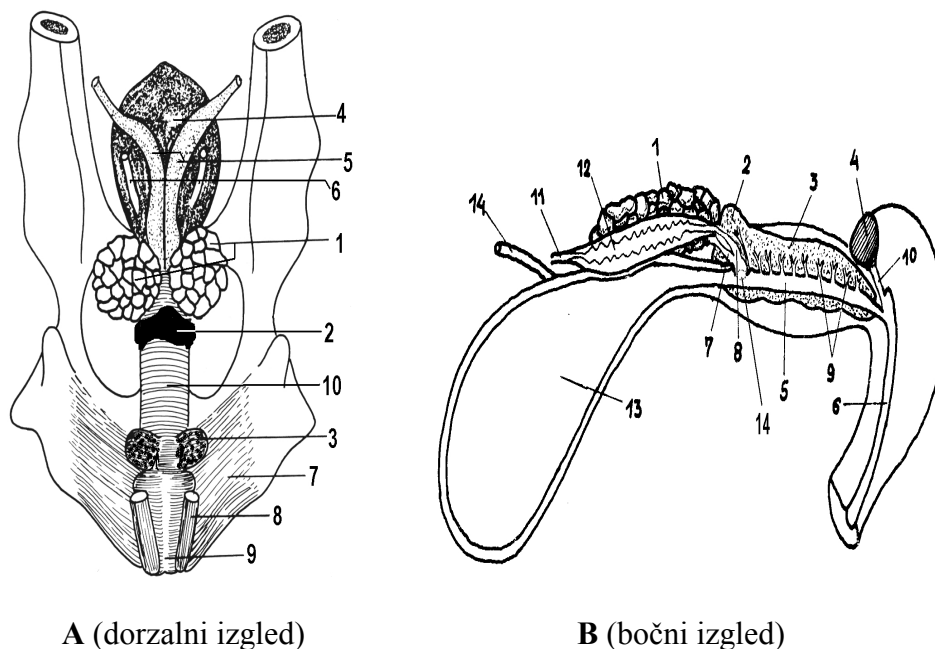
Slika 31. Polni organi ovna
(izvor: Stančić B.)

1. Bubrezi; 2. Ureteri; 3. Mokraćna bešika; 4. Testis; 5. Glava epididimisa; 6. Rep epididimisa; 7. Semeno uže; 8. Semevod; 9. Prostata; 10. Uretra maskulina; 11. Bulbouretralne žljezde; 12. Penis; 13. Glans penisa, sa uretralnim procesusom; 14. Prepućijum (otvoren, da se vidi glans penisa); 15. Vezikularne žlezde. Desno je glans penisa ovna. Uočiti produžen procesus urethralis.



Slika 32. Glans penisa ovna
(izvor: Internet)

*Zapaziti *processus urethralis*.



A (dorzalni izgled)

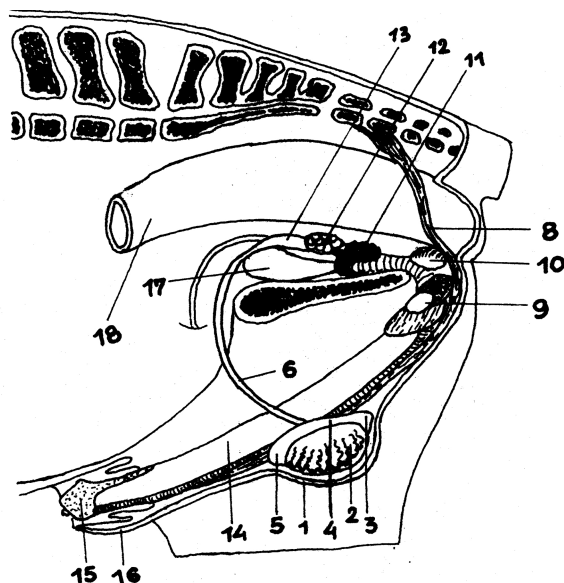
B (bočni izgled)

Slika 33. Akcesorne polne žlezde ovna
(izvor: internet)

A: 1. Vezikularne; 2. Prostata; 3. Bulbouretralne; 4. Mokraćna bešika; 5. Ampule semevoda; 6. Ureteri; 7. M. ischiocavernosus; 8. Mm. retractores penis; 9. M. bulbocavernosus; 10. Karlična uretra.

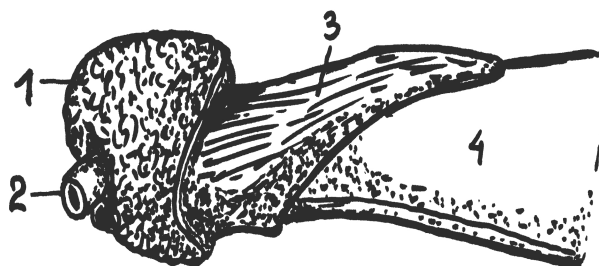
B: 1. Vezikularne; 2. i 3. Prostata; 4. Bulbouretralne žlj.; 5. Karlična uretra; 6. Uretra penisa; 7. Izvodni kanal vezikularnih žlezda; 8. Završetak semevoda; 9. Izvodni kanali prostate; 10. Izvodni kanal bulbouretralne žlj.; 11. Semevod; 12. Ampula semevoda; 13. Mokraćna bešika; 14. Ureter. Zapaziti da se semevod i izvodni kanal vezikularne žlezde, ulivaju u uretru jednim otvorom (*colliculus seminalis*) - 15.

3.4. POLNI ORGANI PASTUVA



Slika 34. Polni organi pastuva
(izvor: Stančić B.)

1. Skrotum; 2. Testis; 3. Glava, 4. Telo i 5. Rep epididimisa; 6. Semevod; 7. Sinfiza pelvis; 8. M. retractor penis; 9. Koren penisa; 10. Bulbouretralne žlezde; 11. Prostata; 12. Vezikularne žlezde; 13. Ampula semevoda; 14. Telo penisa; 15. Glans penisa; 16. Prepucium; 17. Mokraćna bešika; 18. Rectum.

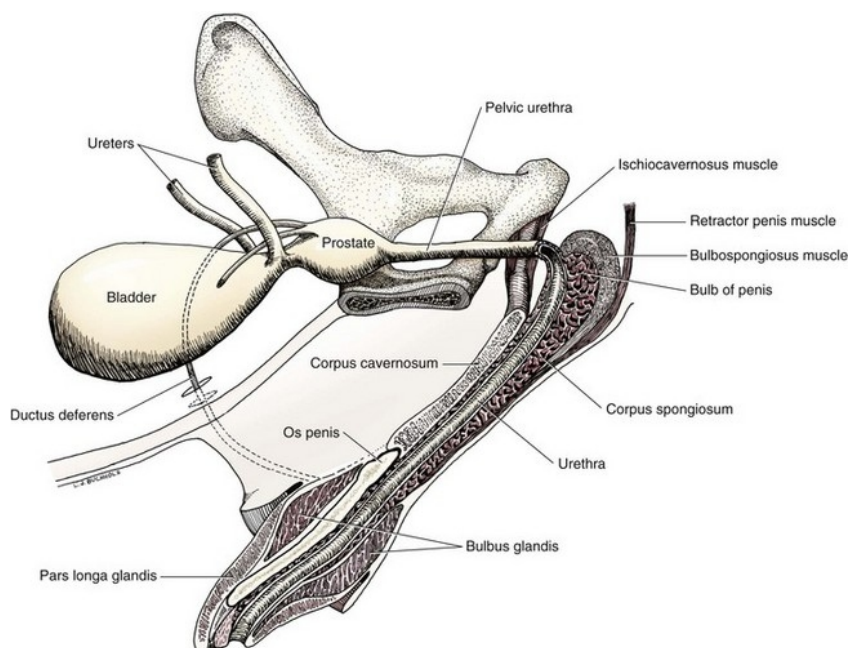


Slika 35. Penis pastuva

(izvor: Stančić B.)

1. Pečurkasti vrh glans penisa; 2. Procesus urethralis; 3. Dorzalni produžetak glans penisa; 4. Telo penisa.

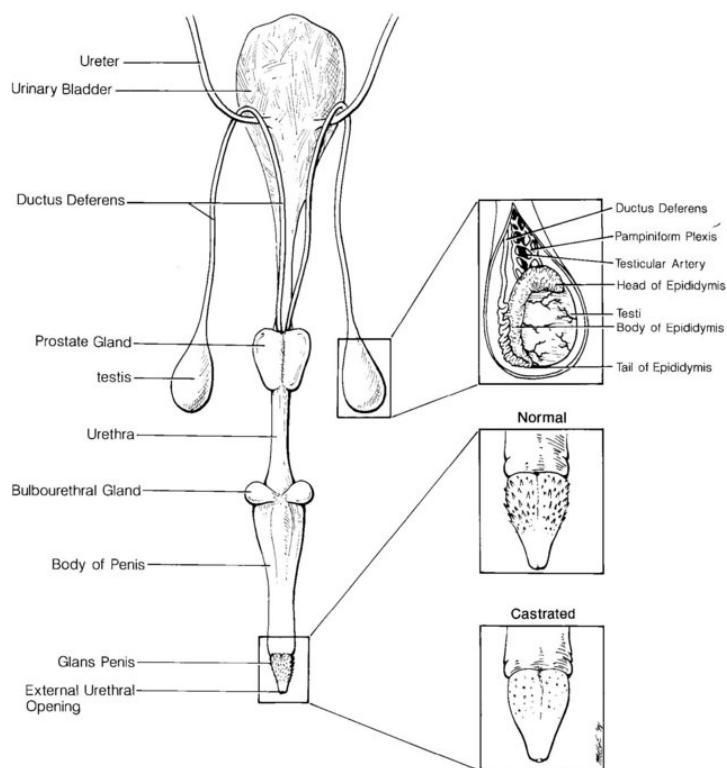
3.5. POLNI ORGANI MUŽJAKA PSA



Slika 36. Muški reproduktivni trakt kod pasa

(izvor : internet 13)

3.6. POLNI ORGANI MUŽJAKA MAČKE



Slika 37. Muški reproduktivni trakt kod pasa
(izvor : internet 14)

PROVERA ZNANJA

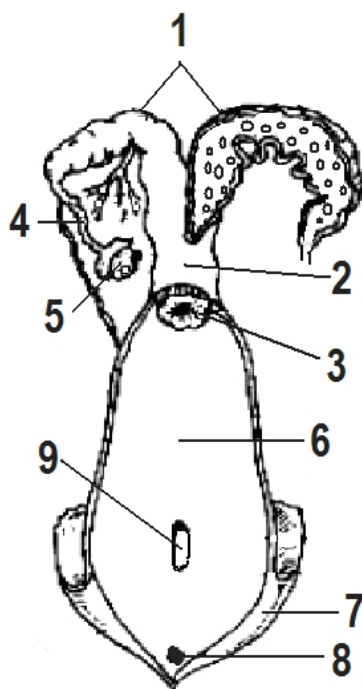
Odgovorite na sledeća pitanja:

1. Nabrojte ženske polne organe: _____

2. Nabrojte muške polne organe: _____

3. Shema je prikazuje: _____

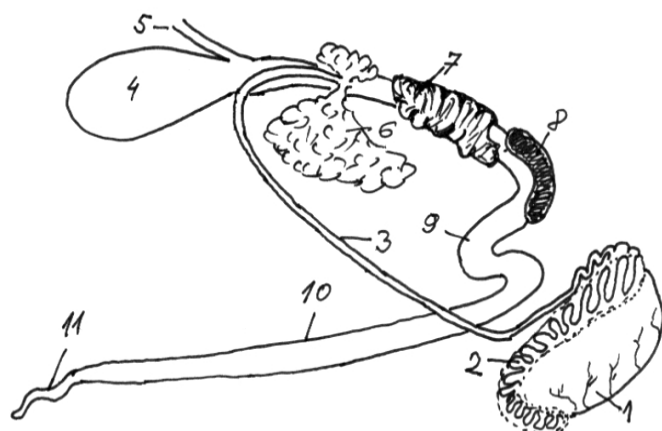
Napišite nazive obeleženih organa.



- | | |
|----|-------|
| 1. | _____ |
| 2. | _____ |
| 3. | _____ |
| 4. | _____ |
| 5. | _____ |
| 6. | _____ |
| 7. | _____ |
| 8. | _____ |
| 9. | _____ |

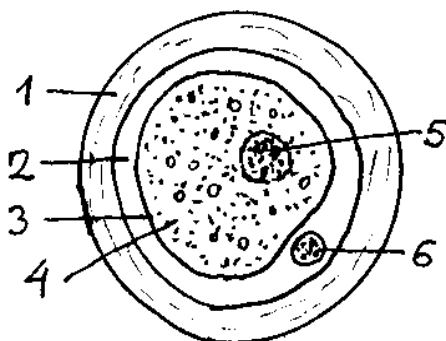
Shema prikazuje _____

Navedite nazive organa označenih brojevima.



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
9. _____
10. _____
11. _____

Shema prikazuje: _____
 Navedite nazive obeleženih struktura.



1. _____ ; 2. _____ ;
3. _____ ; 4. _____ ;
5. _____ ; 6. _____ ;

4. FIZIOLOGIJA REPRODUKCIJE ŽENKE

Reprodukcija ženke se obavlja preko odvijanja ženskih reproduktivnih funkcija. Osnovne reproduktivne funkcije su: *polno sazrevanje* (postizanje puberteta), *estrusni ciklus*, *osemenjavanje i oplodnja (fertilizacija)*, *gravidnost, partus, laktacija*.

4.1. POLNO SAZREVANJE ŽENSKIH ŽIVOTINJA

Proces polnog sazrevanja je dugotrajan proces i regulisan je delovanjem složenih neuroendokrinih mehanizama. Odvijanje ovog procesa je podvrgnut uticaju interakcije genetske predispozicije (vrsta, rasa, soj, linija, individua) i brojnih spoljašnjih (paragenetskih) faktora, kao što su ishrana, trajanje dnevnog fotoperioda (sezona), način držanja, kontakt sa polno zrelim mužjacima, stresogeni, egzogeni hormoni i td. Zbog toga, starost i telesna masa, kod polne zrelosti (pubertet), značajno variraju između pojedinih vrsta, rasa, ali i pojedinih jedinki unutar iste vrste ili rase.

Postizanje fiziološke polne zrelosti se definiše momentom pojave prve ovulacije, odnosno uspostavljanjem prvog pubertetskog estrusnog ciklusa.

Za postizanje polne zrelosti je važnije da jedinka dostigne određenu minimalnu starost, a manje telesnu masu. Ovo je posledica činjenice da se razvoj i funkcionalna aktivnost osovine CNS-hipotalamus-hipofiza-jajnik postiže sa određenom starošću, koja je, u osnovi, gentski determinisana. Naime, sa određenom starošću, neurosekretorne ćelije hipotalamičnih nukleusa postaju osetljive na negativni povratno delovanje estrogena, što izaziva izlučivanje Gn-RH. Ovo stimuliše adenohipofizu na izlučivanja FSH (rast ovarijalnih folikula do predovulatorne veličine), kao i ovulatornog talasa LH, koji izaziva konačno sazrevanje folikula i ovulaciju. Tako se uspostavlja prva ciklična ovarijalna aktivnost, odnosno uspostavlja prvi estrusni ciklus. U krvi mlade ženke se nalaze dosta visoke koncentracije estrogena, znatno pre pojave puberteta, ali to ne stimuliše hipotalamus za oslobađanje Gn-RH, zbog toga što neurosekretorne ćelije nisu stekle osetljivost za negativno delovanje estrogena. To ima za rezultat inhibiciju izlučivanja ovulatornog talasa LH i, posledično, izostanak ovulacije.

Tabela 3. Starost ženki domaćih životinja kod postizanja puberteta

Vrsta / Kategorija	Starost kod puberteta (meseci)	
	Granične vrednosti	Prosek
Govedo / Junica	8 – 17	11
Ovca / Šilježica	4,5 – 15*	8
Svinja / Nazimica	5 – 8	6,5
Konj / Omica	12 – 19	14
Kuja	6-9*	
Mačka	8-13*	

* Značajno zavisi od godišnje sezone u kojoj su rođene.

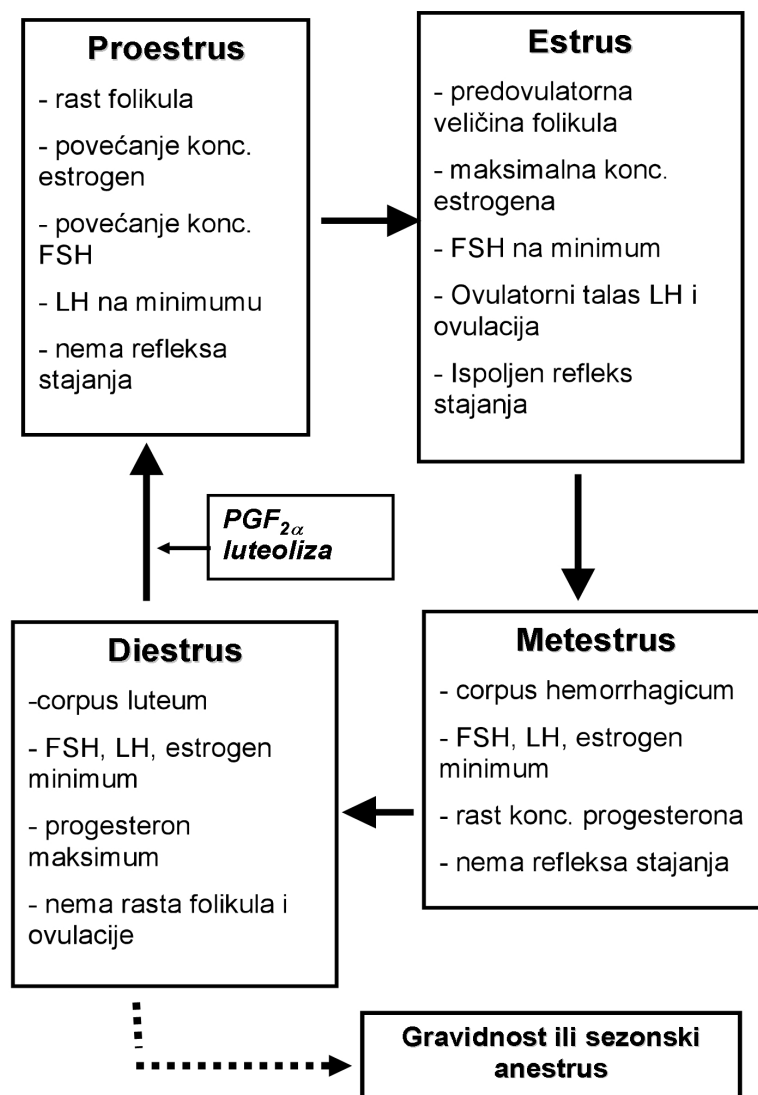
4.2. ESTRUSNI CIKLUS

Estrusni ciklus je period između pojave dva uzastopna estrusa (polni žar). Estrusni ciklus traje prosečno 21 dan (18-24 dana), kod svih domaćih životinja, sem ovce, kod koje traje 16-17 dana. U toku estrusnog ciklusa se dešavaju specifične hormonske, histološke, fiziološke i psihičke promene kod životinje, po određenom redosledu. Ove promene su posledica delovanja ženskih polnih hormona (estrogena i progestina). Prema morfološkim promenama na jajniku, estrusni ciklus se deli na dve osnovne faze: **folikularna** (5 dana) i **lutealna** (16 dana).

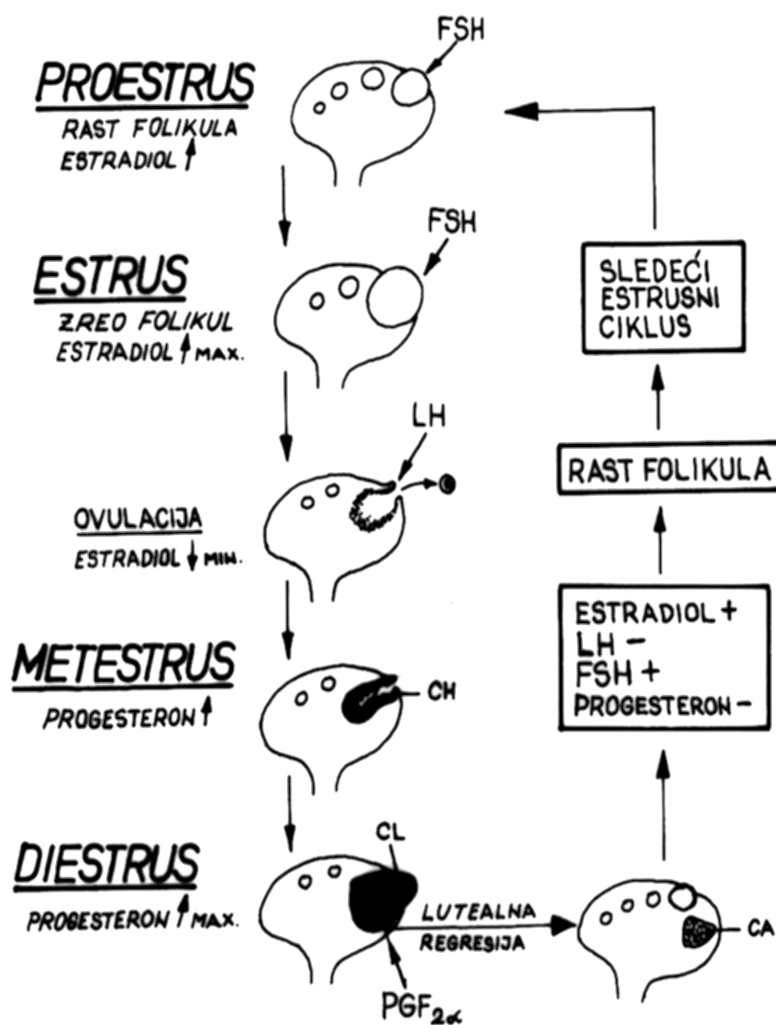
U folikularnoj fazi se, na jajniku, razvijaju folikuli, u kojima se nalazi jajna ćelija (oocit). Ćelije teke interne zida folikula sintetišu i, u krv, izlučuju estrogene. Zbog toga se ovaj period estrusnog ciklusa naziva i **estrogena faza**. Folikularna faza traje do momenta ovulacije. Posle ovulacije se, u šupljinama ovuliranih folikula, postepeno formira druga funkcionalna ovarijalna struktura – žuto telo (*corpus luteum*, CL). Naime, posle ovulacije, u telesnoj cirkulaciji, naglo opada koncentracija estrogena, što ima za posledicu naglu proliferaciju i luteinizaciju ćelija teke interne ovuliranih folikula. Ove (luteinske) ćelije počinju sintezu i izlučivanje drugog ženskog polnog hormona – progesterona. Zbog toga se ovaj deo estrusnog ciklusa naziva i **progesteronska faza**. Prvih 2-3 dana posle ovulacije, u šupljinama ovuliranih folikula sa nalazi krvni ugrušak, pa ova tela izgledaju crveno tj. krvavo, pa se nazivaju *corpora hemorrhagica*. Konačno se krvni ugrušak resorbuje, a šupljina ovuliranog folikula se potpuno ispuni lutealnim ćelijama. Tako nastaje potpuno aktivno ciklično žuto telo (*corpus luteum ciclicum*). Lutealna (progesteronska) faza traje 15-16 dana. Progesteron inhibira izlučivanje gonadotropina iz adenohipofize. Na kraju lutealne faze, dolazi do rapidne morfološke i funkcionalne regresije žutog tela (luteoliza), pod uticajem **prostaglandina F_{2a}**, koga sintetiše i, u krv, izlučuje endometrijum negravidnog uterusu. Regresijom CL, dolazi do naglog pada koncentracije progesterona u krvi, prestaje inhibicija oslobađanja gonadotropina i, posledično, životinja uspostavlja folikularnu fazu novog estrusnog ciklusa.

Tabela 4. Trajanje estrusnog ciklusa, estrusa i moment ovulacije

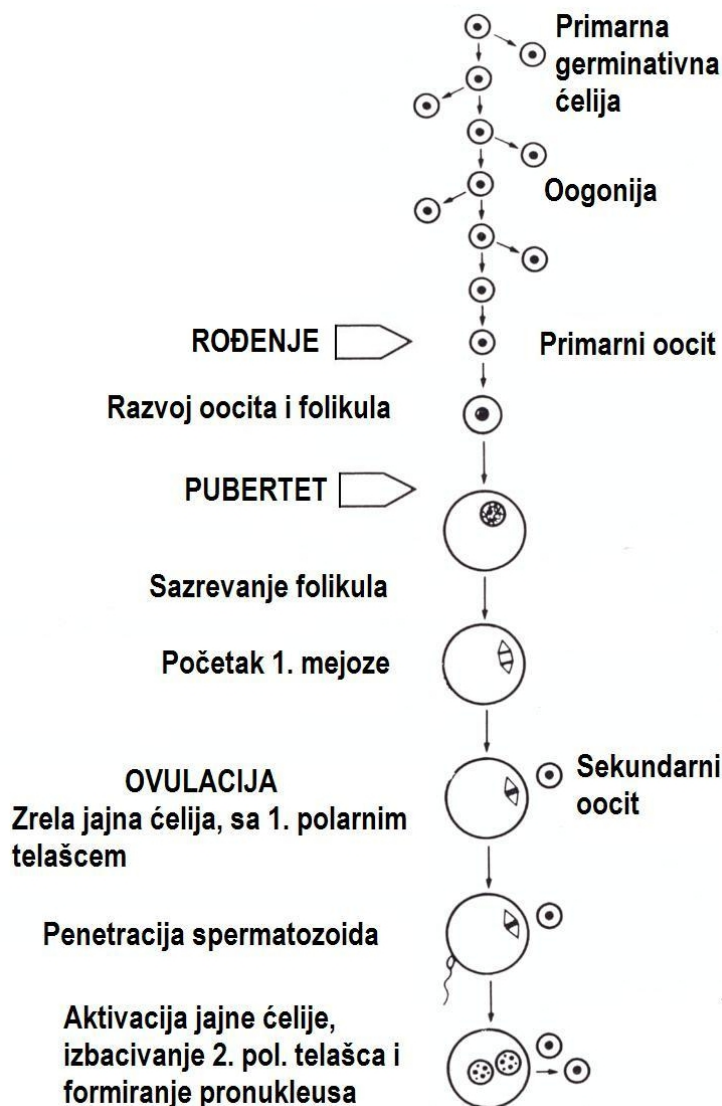
Vrsta	Estrusni ciklus (dani)	Estrus (h)	Moment ovulacije
KRAVA	21 (18 – 24)	18 (12 – 26)	Oko 10h posle prestanka spoljašnjih znakova estrusa
KRMAČA	21 (18 – 24)	36 (24 – 72)	Na početku zadnje trećine estrusa
KOBILA	21 (18 – 24)	6 dana (3 – 14 dana)	Oko 24h pre kraja estrusa
KOZA	21 (18 – 24)	28 (24 – 36)	U drugoj polovini estrusa
OVCA	16 (15 – 19)	28 (24 – 36)	U drugoj polovini estrusa
KUJA	Interestrusni period varira od 5-8 meseci	9 dana	5 dana posle početka estrusa ili 48h posle postizanja pika LH
MAČKA		7 dana	Provocirana ovulacija



Slika 38. Faze estrusnog ciklusa



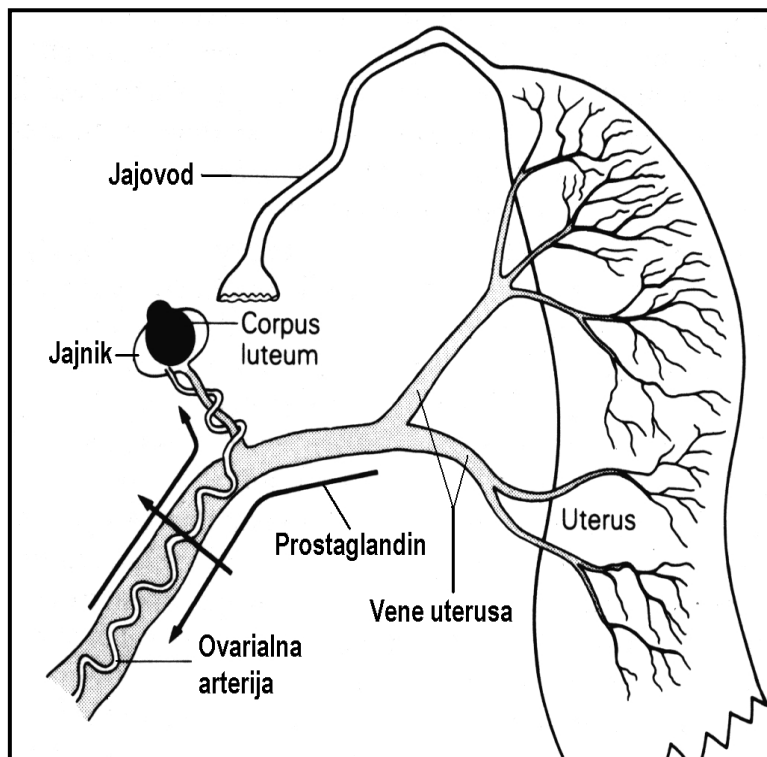
Slika 39. Promene na jajnicima tokom estrusnog ciklusa
 (izvor: Stančić B.)



Slika 40. Proces oogeneze, ovulacije i oplodnje

Oogonije se formiraju mitotičkim deobama u jajniku, tokom ranog perioda embrionalnog razvoja. Ženka se rađa sa oko 300.000 primarnih oocita u oba jajnika. Svi oociti se nalaze u diplotenu prve mejotičke deobe (tzv. germinativni vezikul), sve do momenta kada, na predovulatorni folikul počne delovati ovulatorni talas LH. Tada se nastavlja i završava prva mejoza, kada se diploidan broj hromozoma ($2n$) redukuje na haploidan (n). Kao rezultat završene prve mejoze, u perivitelusni prostor oocita, se izbacuje prvo polarno telašće. Nastavlja se druga mejoza i zaustavlja se u metafazi (Mf2). Takva, zrela, jajna ćelija biva ovulirana u jajovod. Druga mejoza se nastavlja kada spermatozoid penetrira i, tako, aktivira jajnu ćeliju. Kao rezultat završene druge mejoze, u perivitelusni prostor se izbacuje drugo polarno telašće, a u vitelusu jajne ćelije se formiraju muški (od nukleusa spermatozoida) i ženski (od nukleusa jajne ćelije) pronukleus.

Na desnoj strani sheme su, detaljnije, prikazane osnovne faze sazrevanja jajne ćelije u predovulatornom folikulu. **1** – Jajna ćelija sa jedrom u diplotenu prve mejoze (tzv. germinativni vezikul, jedrova opna je kompaktna, a hromozomi su difuzni); **2, 3 i 4** – Proces druge mejoze; **5** – Zrela jajna ćelija: **a** – kumulusne ćelije, **b** – jedro u metafazi II (deobno vreteno) i **c** – prvo polarno telašće.



Slika 41. Mehanizam luteolize

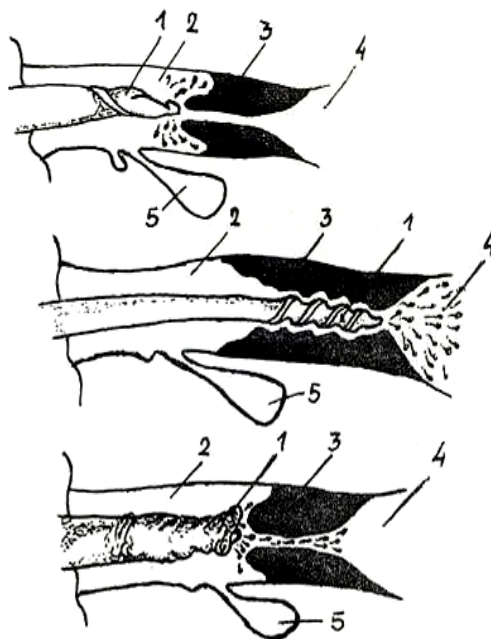
(Izvor : internet, modifikacija Stančić)

Pred kraj estrusnog ciklusa, oko 14. dana posle ovulacije ili 18.-19. dana ciklusa, ako nije došlo do oplodnje, endometrijum izlučuje prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$). Ovaj luteolitik se izvodi iz uterusa venom (1), iz koje se ubacuje u arteriju ovariku (2), kojom stiže do jajnika, odnosno korpusa luteuma (CL) i izvrši njegovu morfološku i funkcionalnu regresiju (luteoliza). Kao posledica, dolazi do pada koncentracije progesterona u krvi, i prestaje negativno (inhibirajuće) dejstvo progesterona na izlučivanje Gn-RH iz hipotalamusa. Tada hipotalamus izlučuje Gn-RH za FSH, a hipofiza izlučuje FSH. To ima za posledicu novi folikularni rast, tj. životinja ulazi u proestrus novog estrusnog ciklusa.

4.3. FERTILIZACIJA, GRAVIDNOST I PARTUS

Fertilizacija (oplodnja) se odvija u zadnjoj (kaudalnoj) trećini ampule jajovoda, gde se susreću kapacitirani (sposobni za oplodnju) spermatozoidi i zrela jajna ćelija. Transport spermatozoida, kroz ženske polne organe, od mesta ejakulacije do mesta oplodnje, vrši se antiperistaltičkim kontrakcijama miometriuma, pod uticajem oksitocina. Tokom transporta

spermatozoida i oplodnje, u telesnoj cirkulaciji dominira visoka koncentracija estrogena, jer se životinja nalazi u estrusu.

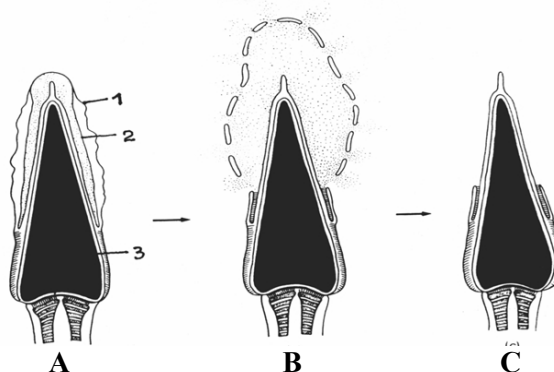


Slika 42. Mesto ejakulacije, kod pojedinih vrsta domaćih životinja
(izvor : Stančić B.)

1 – Glans penisa; 2 – Vagina; 3 – Cerviks – 4 – Telo materice; 5 – Mokraćna bežika.

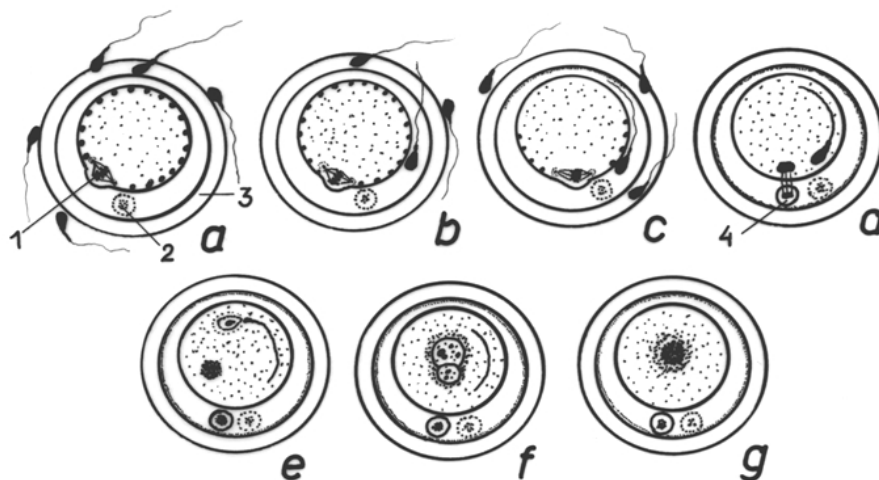
Bik, ovan i jarac ubacuju spermu u okolinu kaudalnog otvora cerviksa. Nerast uvodi penis u cervikalnikanal, a spermu ubacuje u kraj cervikalnog kanala. Pastuv dovodi pečurkasti glans penisa do cerviksa, a spermu ubacuje u cervikalni kanal.

U procesu kapacitacije, koji se odvija u jajovodu, spermatozoidi stiču sposobnost za oplodnju. Kapacitacija se odvija u dva dela: (1) *denudacija*, tj. skidanje mukopolisaharidne membrane sa spermatozoida i (2) *akrozomalna reakcija*.



Slika 43. Akrozomalna reakcija
(izvor: Internet)

A: Početak spajanja membrane spermatozoida, sa spoljašnjom membranom akrozoma; **B:** Perforacije na akrozomu, nastale spajanjem ovih membrana; **C:** Spermatozoid bez akrozoma (posle penetracija zone pelucide jajne ćelije). 1- Membrana spermatozoida; 2- Spoljašnja membrana akrozoma; 3- Nukleus.



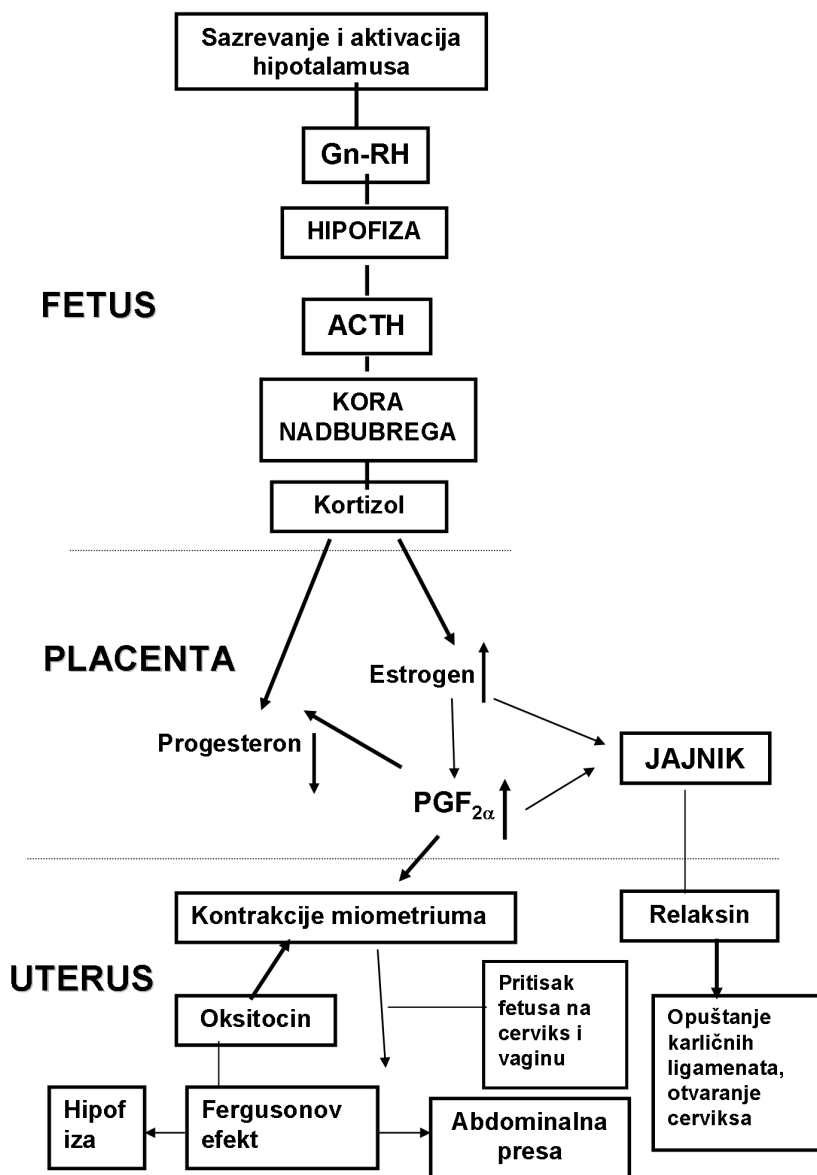
Slika 44. Osnovne faze procesa oplodnje kod sisara

(izvor: Stančić B.)

a – penetracija zone pelucide; **b** – pripajanje glave spermatozoida za perivitelusnu membranu oocita; **c** – raspad kortikalnih granula; **d** – nastavak druge mejotičke deobe neukleusa oocita i izbacivanje 2. polarnog tela u perivitelusi prostor (c i d = aktivacija oocita spermatozoidom); **e** – ulaz spermatozoida u vitelus oocita i formiranje muškog i ženskog pronukleusa, sa haploidnim (n) brojem hromozoma; **f** – singamija; **g** – oplodena jajna ćelija (zigot), u stadijumu prvog jedra, sa diploidnim (2n) brojem hromozoma.

Gravidnost. Posle ovulacije i oplodnje, na jajniku se formira i funkcioniše žuto telo, koje proizvodi progesteron, dok nivo estrogena u cirkulaciji pada na bazalni nivo. Ako, u materici, postoji(e) živ(i) embrion(i) 12. do 15. dana posle ovulacije (oplodnje), do regresije cikličnog žutog tela ne dolazi (kao što bi se desilo da životinja nije uspešno oplodena), nego se nastavlja njegova sekretorna aktivnost (sekrecija i izlučivanje progesterona). Progesteron je hormon održavanja gravidnosti! Ovo je posledica *izostanka luteolitičkog delovanja PGF_{2α}*. Naime, *trofoblast* embriona *preživara*, starih 12 do 15 dana, sintetiše i izlučuje jedan proteinski antiluteolitički faktor - *trofoblastin*, koji sprečava sekreciju PGF_{2α} u endometriumu, odnosno njegovu luteolitičku aktivnost. Tako, ciklično žuto telo nastavlja sa svojom funkcijom, kao graviditeno žuto telo (*corpus luteum graviditatis*). *Trofoblast svinje* i *konja* ne izlučuju trofoblastin, nego velike količine *estradiola*. Estradiol pokreće fiziološke mehanizme, koji sprečavaju da se PGF_{2α}, iz endometriuma, ubaci u uterusnu venu, nego se preusmerava u lumen uterusa. Tako, ovaj luteolitik ne dospeva do jajnika, odnosno ne izvrši luteolizu, pa ciklična žuta tela dalje nastavljaju svoju funkciju. Ovaj fenomen sprečavanja luteolize, antiluteolitičkom aktivnošću ranih (preimplantacionih) embriona, naziva se “*materinsko prepoznavanje*”.

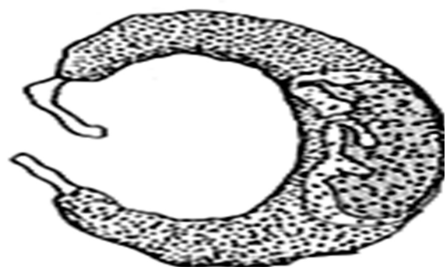
gravidnosti”. Na taj način su embrioni sprečili lutealnu regresiju i obezbedili visok nivo progesterona, za dalje održavanje gravidnosti.



Slika 45. Endokrina kontrola partusa

Sazreli hipotalamus fetusa (genetski određeno), na određene stimuluse (?) iz ploda i materice, izlučuje Gn-RH, koji stimuliše oslobađanje ACTH iz hipofize fetusa, koji stimuliše oslobađanje kortizola iz nadbubrega fetusa. Kortizol inhibira sintezu progesterona, odnosno stimuliše njegovo pretvaranje u estrogen. Estrogen stimuliše sintezu PGF_{2α} u placenti, što izaziva početak kontrakcija miometriuma. Tako se vrši pritisak ploda na cerviks i vaginu, čime se stimuliše oslobađanje oksitocina iz hipofize, pa se pojačavaju

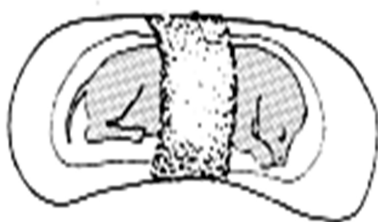
kontrakcije materice (fergusonov efekt). Ovaj efekt pokreće i kontrakcije abdominalne muskulature. Tako počinje utiskivanje fetusa u porođajni kanal.



Placenta diffusa (krmača, kobila)



Placenta cotyledonaria (preživari)

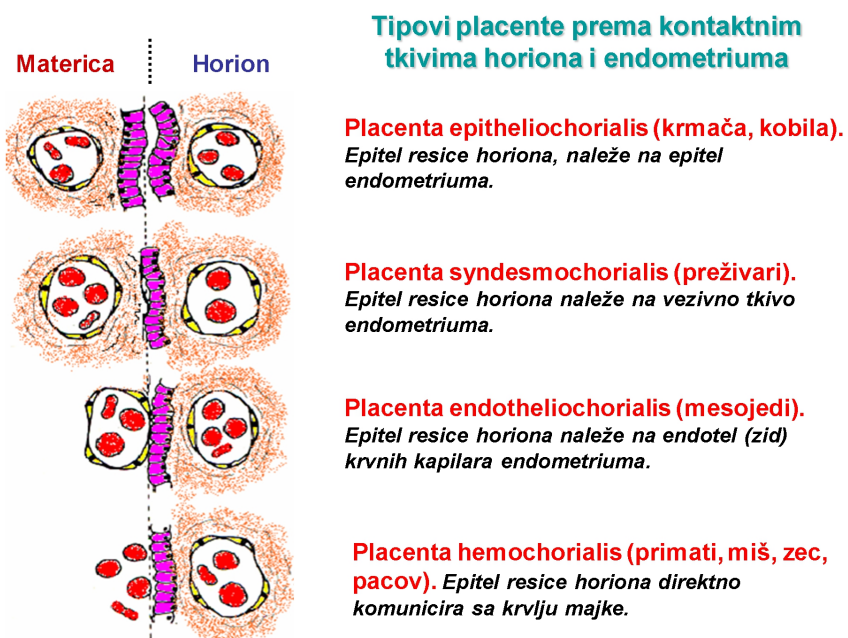


Placenta zonaria (mesojedi)

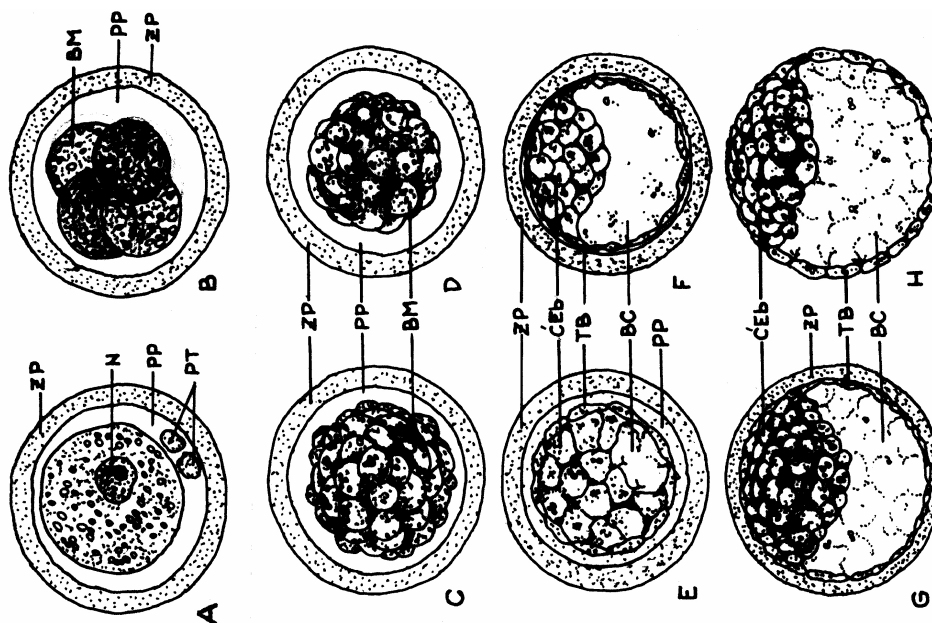


Placenta discoidalis (primati, čovek)

Slika 46. Tipovi placente prema rasporedu resica na horionu
(Izvor : Internet)



Slika 47. Tipovi placente prema kontaktnim tkivima horiona i endometriuma



Slika 48. Razvojni stadijumi ranih embriona

(*izvor: Stančić B.*)

A – oplođen oocit; B – 4 blastomere; C – rana i D – kasna morula; E – rani, F – kasni, G – ekspanovan i H – izvaljen blastocist. ZP – zona pelucida; N – nukleus; PP – perivitelusni prostor; PT – polarna telašca; Čeb – ćelije blastocista (unutrašnja ćelijska masa); TB – trofoblast; BC – blastocel.

Tabela 5. Trajanje gravidnosti kod pojedinih vrsta domaćih sisara

Vrsta	Prosek (normalne granice)
Govedo (mlečne rase)	279 (262 – 359)
Govedo (tovne rase)	285 (243 – 316)
Ovca i Koza	148 (140 – 159)
Svinja (domaće rase)	114 (102 – 128)
Svinja (divlje rase)	(124 – 140)
Konj (toplokrvne rase)	337 (301 – 371)
Konj (hladnokrvne rase)	344 (316 – 363)
Kuja	64 (56-68)
Mačka	66 (62-70)

4.4. USPOSTAVLJANJE ESTRUSNOG CIKLUSA *POST PARTUM*

Kao posledica delovanja negativne povratne sprege visoke koncentracije progesterona na hipotalamus, ne izlučuju se hipofizarni gonadotropini, pa gravidna životinja ne manifestuje cikličnu ovarijalnu aktivnost, tj. nema folikularnog rasta, ovulacije i estrusa. Posle partusa, nivo progesterona pada na minimum, što ima za posledicu stimulaciju izlučivanja Gn-RH iz hipotalamusa i gonadotropina (FSH i LH) iz adenohipofize. To dovodi do početka folikularnog rasta, manifestacije estrusa i ovulacije. Tako životinja, u principu, uspostavlja prvi estrusni ciklus *post partum*.

Krava, u normalnim slučajevima, ovulira unutar prvih 2 do 4 nedelje post partum. Obično ovaj interval, kod normalanih krava, prosečno traje oko 15-16 dana. Međutim, prva ovulacija, kod oko 70% krava, nije praćena spoljašnjim znacima estrusa, pa prolazi nezapaženo (jedino se može ustanoviti rektalnim pregledom). Interval između prve i druge ovulacije (prvi estrusni ciklus post partum), traje nešto kraće (oko 16 –17 dana, umesto normalnih 21 dan). I druga

ovulacije je, kod oko 50% krava tiha (bez spoljašnjih znakova estrusa), a estrusni ciklus je, takođe, nešto kraći. Tek je treća ovulacija praćena spoljašnjim znacima estrusa, kod većine (70-80%) krava, a estrusni ciklus je normalnog trajanja (21 dan).

Ovca i koza, obično ne uspostavljaju estrusni ciklus 2-3 meseca posle partusa, zato što se ovo događa, u prirodnim uslovim, tokom anestrusne sezone. Osim toga, i stimulus sisanja ima snažan inhibični efekat na izlučivanje hipofizarnih gonadotropina, pa ne dolazi do folikularnog rasta, ovulacije i manifestacije estrusa.

Krmača ne uspostavlja cikličnu ovarijalnu aktivnost (ne manifestuje estrus) tokom prvih 4-5 nedelja laktacije (laktacioni anestrus). Ovo je posledica snažnog inhibičnog delovanja stimulusa sisanja na hipotalamus i hipofizu, pa ne dolazi do folikularnog rasta, ovulacije i manifestacije estrusa. Kod nekih krmača (2-3%) se zapažaju spoljašnji znaci estrusa, 2-5 dana posle prašenja, ali ovaj estrus nikad nije praćen ovulacijom (anovulatorni estrus post partum). Posle zalučenja legla (prestanak laktacije), krmače manifestuju estrus unutar prvih 7 dana.

Kobila, obično, manifestuje estrus i ovulaciju oko 9 dana post partum (ždrebeći estrus). Osemenjavanje u ovom estrusu je fertilno.

4.5. LAKTACIJA

Kako je mleko (kolostrum) potrebno novorođenčetu neposredno posle rođenja, logično je da su razvoj vimena (mamogeneza) i sekrecija mleka (laktogeneza) kontrolisani istim hormonima koji kontrolišu gravidnost i partus. Važno je znati da se razvoj sekretornog aparata vimena događa pre partusa, tako da samo dobro razvijeno vime može obezbediti dovoljnu sekreciju mleka. Vime je modifikovana znojna žlezda, po građi *tubuloalveolarna*, a po tipu sekrecije *apokrina*.

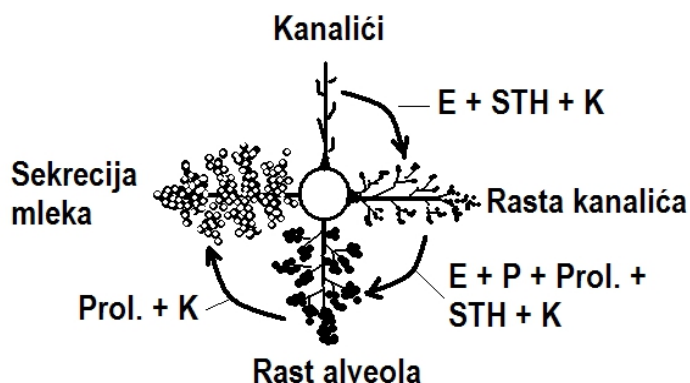
Kontrola razvoja vimena. Razvoj vimena ili mlečne žlezde (*gl. mammae*, *gl. lactifera*) se može podeliti na nekoliko perioda: intrauterini, od rođenja do puberteta, posle puberteta i tokom gravidnosti. Već kod vrlo *ranog embriona*, ventralnoj strani abdomena, formira se nakupina ćelije (Malpighi-eva nakupina), koja se brzo formira u dve uzdužne nakupine (mamarna linija). Do tada su ove ćelije nediferencirane, ali se, u embrionalnoj i fetalnoj fazi, formira sisa, sisni kanal i sisna cisterna. Zatim se formira cisterna vimena (krmača je nema), od koje počinje razgranjavanje kanalića, na čijim krajevima su začeci mlečnih alveola. Hormoni placente regulišu intrauterini razvoj vimena.

Od rođenja do puberteta, vime se povećava i dobija definitivni izgled. U ovom periodu se razgranava kanalikularni sistem sekretornog dela žlezde (*Estrogen, STH i kortikoidi*). Uvećanje vimena je, međutim, posledica nagomilavanja masnog tkiva. U ovom periodu, sekretorni sistem nije potpuno razvijen, pa nije moguća sekrecija mleka.

Posle postizanja puberteta, tj. uspostavljanjem prvog estrusnog ciklusa, pod uticajem *estrogena, progesterona, STH, prolaktina i kortikoida*, dalje se nastavlja razgranjavanje kanalića, na čijim se vrhovima formiraju mlečne alveole. Time sekretorni deo vimena dobija svoju konačnu građu. Ipak, ni ovako (potpuno) izgrađeno vime nije sposobno za početak sekrecije i izlučivanja mleka, sve dok životinja ne uspostavi gravidnost, koja se završava partusom.

Tokom gravidnosti se potpuno razgranava kanalikularni sistem vimena, na čijim krajevima se formiraju nakupine mlečnih alveola (acinusi). Na unutrašnjoj strani mlečnih alveola se formira sekretorni epitel. Od polovine gravidnosti, sekretorni epitel alveola postepeno počinje sa funkcijom, pa se mlečne alveole, postepeno, pune sekretom.

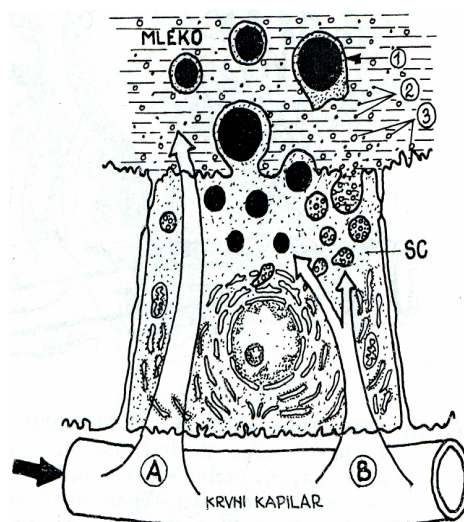
Posle porođaja, pod uticajem većih koncentracija *kortisola i prolaktina*, dolazi do sve jače sekrecije mleka, koje se, pod uticajem oksitocina, istiskuje iz alveola i potiskuje kroz sprovodni kanalikularni sistem u cisternu vimen (ili cisternu sise, kod krmače). To je fenomen spuštanja (ejekcije) mleka.



Slika 49. Endokrina regulacija razvoja sekretornog aparata vimena

U prepubertetskom periodu, na primarne (nerazvijene) kanaliće vimena, deluju estrogen (E), somatotropni hormon (STH) i kortikoidi (K), što ima za rezultat dalji razvoj kanalića, na čijim se krajevima počinju razvijati mlečne alveole. Posle polne zrelosti, uspostavljanjem estrusnih ciklusa, konačno se razvijaju kanalići i mlečne alveole (tubulo-alveolarna žlezda) i sekretorni epitel alveole, pod uticajem

estrogena, progesterona (P), prolaktina (Prol.) i kortikoida. Pri kraju gravidnosti, pod uticajem kortikoida i prolaktina, dalje se razvija (raste) sekretorni aparat (uvećanje vimena) i dolazi do sekrecije mleka (kolostruma).

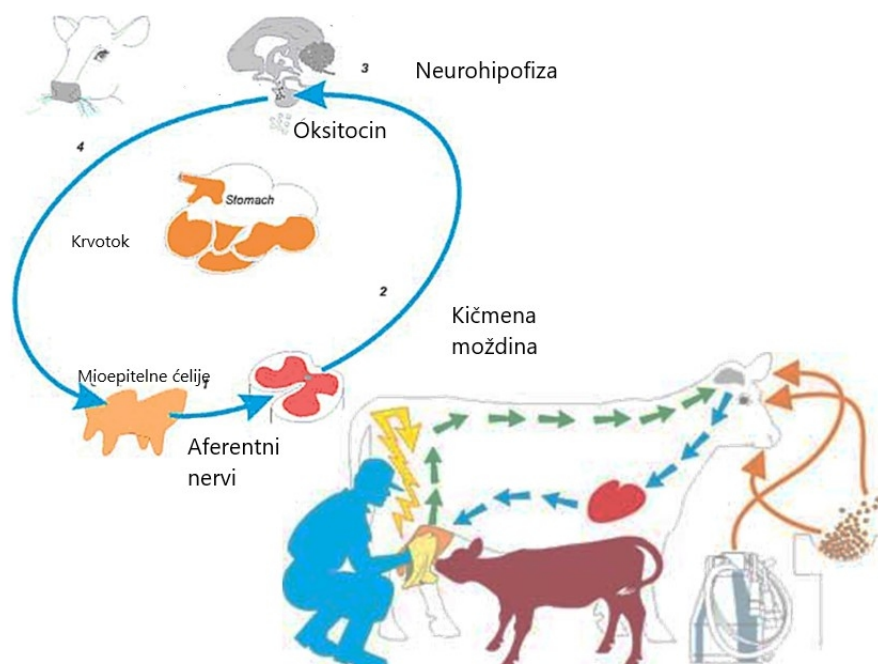


Slika 50. Sinteza mleka u sekretornoj ćeliji alveole

1-kapljice mlečne masti; 2-laktoza; 3-kazein; SC-sekretorna ćelija.

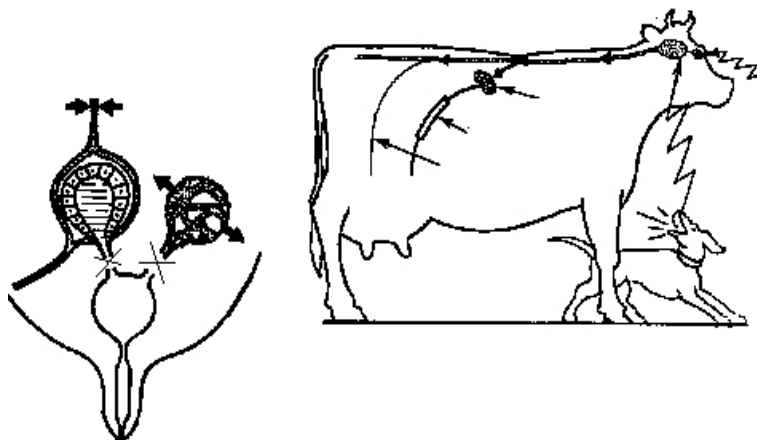
A – Neki sastojci dospevaju u mleko direktno iz krvi, prostom filtracijom ili koncentracijom (voda, minerali, vitamini i imunoglobulini).

B – Ostali sastojci se sintetišu “*de novo*” u sekretornoj ćeliji, od osnovnih hemijskih supstanci, koje dospevaju iz krvi (laktoza iz glukoze, kazein iz aminokiselina, mlečne masti iz masnih kiselina). U sintezi mleka učestvuju: Goldžijev aparat, endomplazmatski retikulum i mitohondrije.



**Slika 51. Neuroendokrini refleks oslobađanja (ejekcije) alveolarnog mleka
(izvor: internet 3, modifikacija Stančić)**

Stimulacijom završetaka aferentnih nerava u koži vimena, sisanjem, mužom, masažom (1), kao i drugim stimulusima iz spoljašnje sredine, vid, njuh, sluh (2), stimuliše se neurohipofiza (3) da izluči oksitocin u telesnu cirkulaciju (4). Putem krvi, oksitocin dospeva do alveola vimena, gde izaziva kontrakciju mioepitelnih (korpastih) ćelija zida alveole (5). Kao posledica, alveola se kontrahuje i istiskuje mleko u kanalikularni (sprovodni) sistem vimena do cisterne vimena ili sise (kod krmače) (6), to je spuštanje – ejakcija mleka.



Slika 52. Stresogeni faktori mogu inhibirati ejakciju mleka

Stres izaziva izlučivanje adrenalina iz kore nadbubrega (1), koji putem krvi (2) dospeva do mlečne žlezde. Adrenalin nadražuje adrenergične nerve (3). Ovo ima za posledicu sužavanje krvnih sudova (vasokonstrikcija) mlečne alveole (4), zbog čega nema dotoka oksitocina i kontrakcija alveolarnog zida (5), odnosno spuštanja mleka u sprovodni sistem i cisternu vimena (6).

PROVERA ZNANJA

Odgovorite na sledeća pitanja:

1. Faze estrusnog ciklusa su: _____

2. Estrus je: _____

3. Osnovni znaci estrusa su: _____

4. Osnovne faze procesa oplodnje su: _____
5. Prosečno trajanje gravidnosti (meseci): Krmače _____, Krave _____, Ovce _____, Kobile _____.
6. Koji hormon je neophodan za održavanje gravidnosti? _____
7. Tip placente kod krave je: _____
8. Navedite osnovne funkcije estrogena: _____
9. Plodove ovojnice su: _____.
10. Partus je: _____
11. Stadijumi partusa su: _____
12. Sintezu mleka kontroliše hormon: _____.
13. Oslobađanje (ejekciju) mleka kontroliše hormon: _____.

5. ENDOKRINA KONTROLA MUŠKIH POLNIH FUNKCIJA

Osnovne muške polne funkcije su: produkcija sperme (spermatogeneza) i muško polno ponašanje (skok, erekcija, penisa, ejakulacija).
Funkcije testisa. Testis je parna muška polna žlezda, smeštena izvan abdomena, u skrotalnoj šupljini. Ima dve osnovne uloge: (1) *gametogenu*, jer proizvodi muške gamete (polne ćelije – spermatozoide) i (2) *endokrinu*, jer sintetise i izlučuje u krv muške polne hormone (androgene).

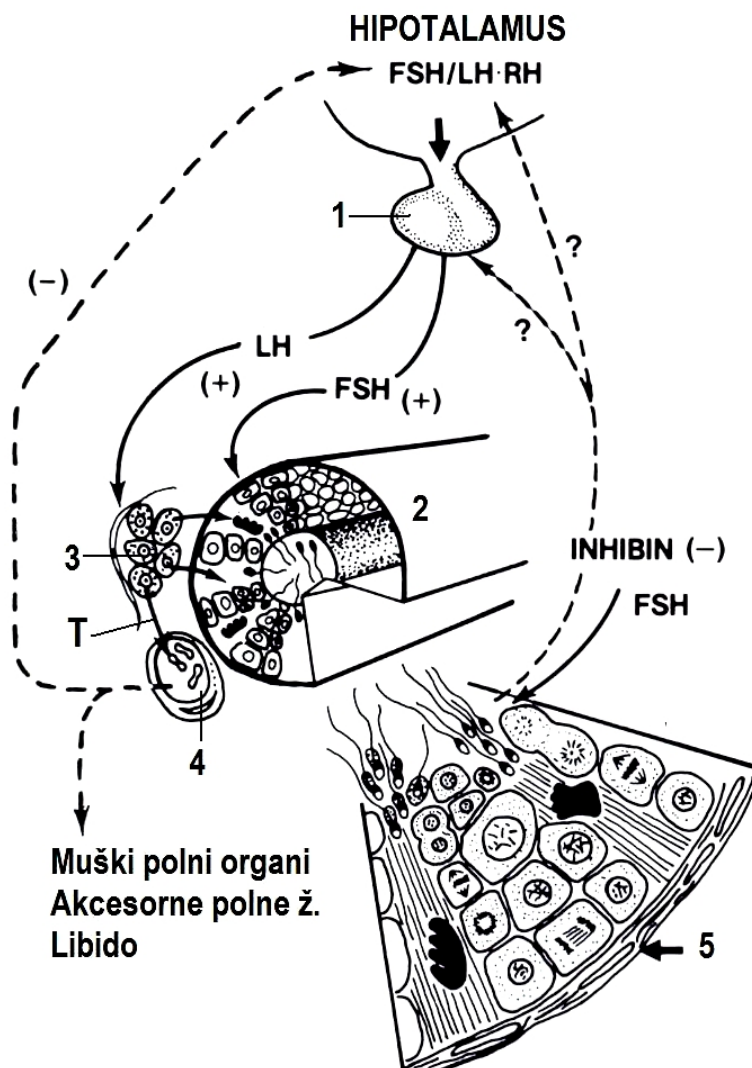
Gametogena funkcija (*spermatogeneza*) se odvija u semenim kanalićima (*tubuli seminiferi*), koji su smešteni (po dva) u režnjićima testisa (*lobuli testis*). Unutrašnji zid semenog kanalića je obložen jednim slojem germinativnih ćelija (spermatogonije), čijom mitotičkom i mejotičkom deobom, kao i procesom uobličavanja (*metamorfoza*), nastaju spermatozoidi. Lumen semenog kanalića je ispunjen Sertoli-evim ćelijama, koje nemaju ćelijsku membranu. Proces spermatogeneze, u semenim kanalićima, traje oko 45 dana. Zatim se transportuju iz testisa u epididimis, kroz koji prolaze (do repa epididimisa) oko 15 dana. U toku prolaska kroz epididimis, spermatozoidi sazrevaju. Tako, period od početka spermatogeneze, do ejakulacije zrelih spermatozoida, iznosi minimalno oko 60 dana!

Endokrinu funkciju testisa obavljaju *Laidig-ove* ćelije, smeštene između semenih kanalića. Ove ćelije sintetišu i izlučuju u krv muške polne hormone *androgene* (testosteron, androsteron).

Polno ponašanje mužjaka obuhvata polno sazrevanje i akt kopulacije.

Polno sazrevanje (*pubertet*) mužjaka, kao i ženke, je kontrolisano neuroendokrinim mehanizmima i uticajem faktora spoljašnje sredine. Moment postizanja puberteta, kod mužjaka, nije moguće tako precizno odrediti kao kod ženke. Naime, produkcija testosterona započinje u testisima embriona, dok se pojava prvih spermatocita (početak spermatogeneze) zapaža znatno ranije od momenta polne zrelosti (kod bičića starih 104-120 dana, ovnića oko 60 dana, a nerastića 85 do 135 dana). Prvi spermatozoidi, potpuno formirani i sposobni za oplodnju, nalaze se u epididimisu bičića starih oko 7 meseci, ovnića starih 5 meseci, a nerastića starih 4-5 meseci. Ipak, ovako mlade životinje još nisu sposobne za uspešno polno iskorištavanje. Zbog toga se smatra da su mladi mužjaci postigli fiziološku polnu zrelost kad dostignu oko 75% telesne mase odraslih mužjaka svoje rase i kada parametri njihovog ejakulata (volumen, broj spermatozoida, progresivna pokretljivost stepen- % oplodne sposobnosti) dostignu barem 75% vrednosti koje imaju ejakulati potpuno polno zrelih (odraslih) mužjaka iste rase. Period polnog sazrevanja je povezan sa rapidnim rastom (uvećanjem) testisa, promenom u načinu izlučivanja LH, povećanjem koncentracije testosterona u krvnoj plazmi i pokretanjem kompletnog procesa spermatogeneze. Funkciju Laidig-ovih ćelija kontroliše hipofizarni LH, a funkciju semenih kanalića hipofizarni FSH.

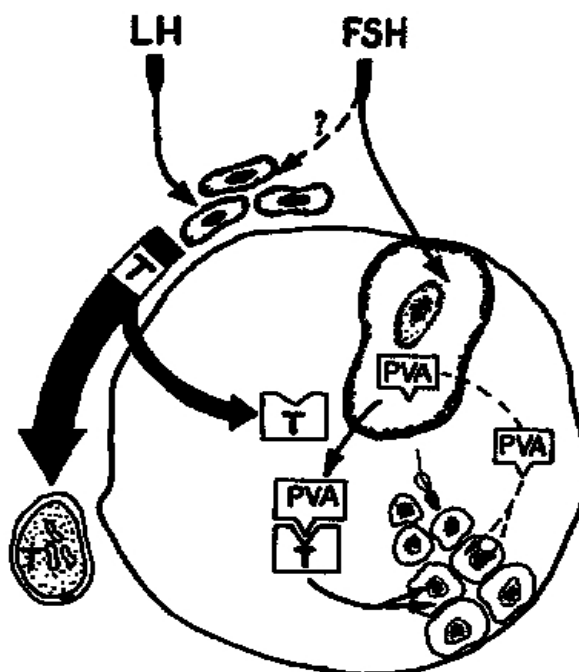
Razvoj testisa se odvija u četiri faze: (1) neonatalni – razvoj i stvaranje šupljine u semenim kanalićima, pojava spermatocita, (2) prepubertetski – pojava sekundarnih spermatocita i spermatida, (3) pubertetski – pojava spermatozoida u testisu i epididimisu i (4) postpubertetski – hiperplazija testikularnog tkiva.



Slika 53. Endokrina regulacija funkcije testisa

(izvor: internet)

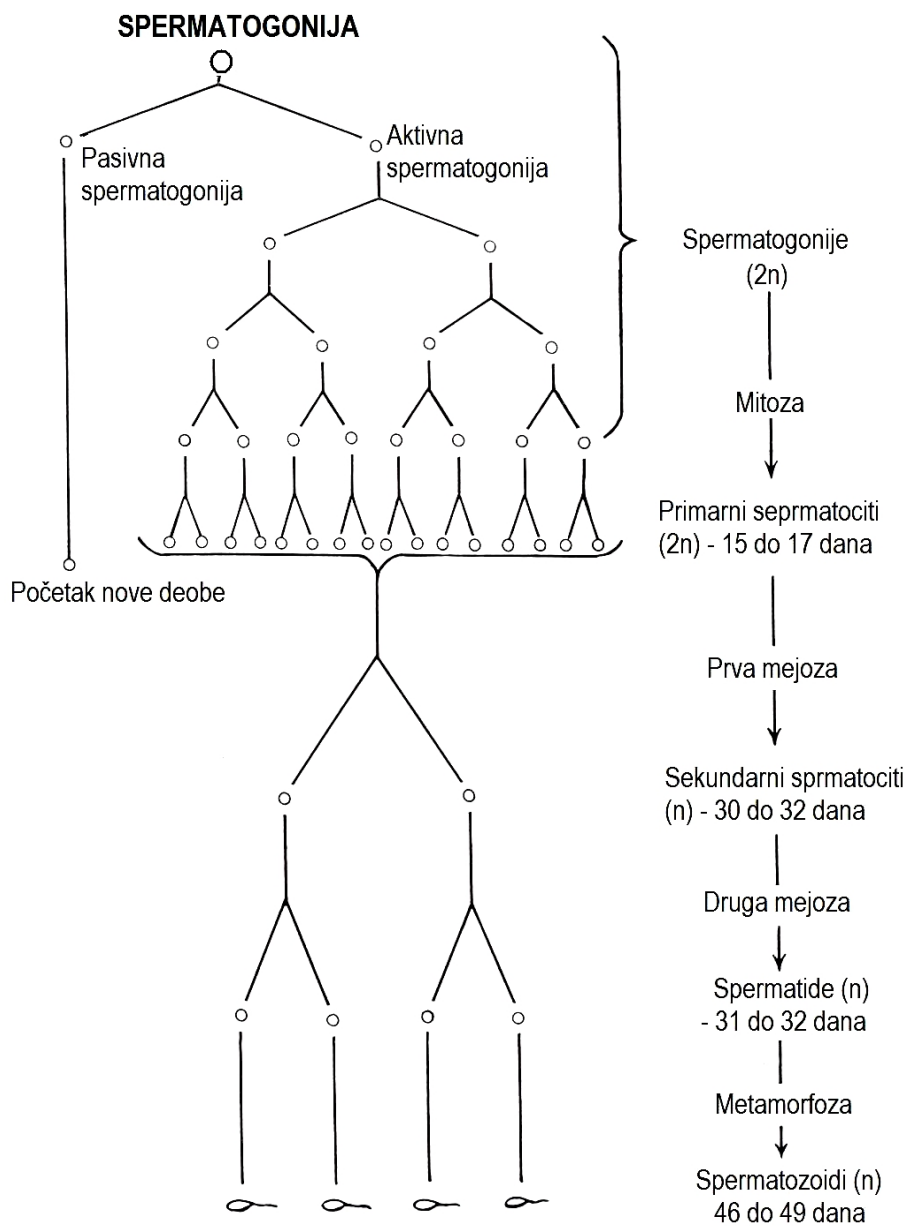
Produkciju testosterona (T), u Laidig-ovim ćelijama (3), kontroliše LH iz hipofize. Testosteron se ubacuje direktno u semeni kanalić (2) i u krvotok (4). U semenom kanaliću, FSH stimuliše sintezu proteina u Sertolijevim ćelijama semenog kanalića, za koje se vezuje testosteron. Takav kompleks se uvodi u spermatogonije. Testosteron stimuliše i kontroliše deobu spermatogonija, odnosno odvijanje procesa spermatogeneze u semenom kanaliću (5). Putem krvi, određena količina testosterona, dospeva do organa muškog polnog trakta, akcesornih polnih žlezda i kontroliše njihove funkcije. Negativnom povratnom spregom (-), testosteron inhibira oslobađanje GnRh iz hipotalamusa. Takođe, testosteron iz krvi stimuliše ispoljavanje muškog polnog libida. Inhibin se, verovatno, sintetiše u semenom kanaliću, a negativnom povratnom spregom na hipotalamus i/ili hipofizu, kontroliše izlučivanje FSH.



Slika 54. Verovlatni model endokrine kontrole spermatogeneze

(izvor: Internet)

LH kontroliše sekreciju i izlučivanje testosterona (T) iz Laidig-ovih ćelija. Veći deo testosterona se ubacuje u telesni krvotok, a manji u lumen semenog kanalića (Sk). Pod uticajem FSH, Sertoli-eve ćelije sintetišu protein za vezivanje androgena (PVA), koji se, takođe, izlučuje u lumen semenog kanalića. U lumenu se androgeni (testosteron) vezuje za ovaj protein, pa se stvara kompleks PVA-T, koji se unosi u germinativne ćelije (spermatogonije) semenog kanalića. U ovim ćelijama, razgrađuje se PVA-T kompleks, a testosteron stimuliše deobu spermatogonije, odnosno kontroliše odvijanje procesa spermatogeneze.



Slika 55. Proces spermatogeneze

Spermatogonija u semenom epitelu semenog kanalića testisa se deli na aktivnu i pasivnu spermatogoniju ($2n$). Posle 4 uzastopne mitotičke deobe, koje traju oko 15 dana, aktivna spermatogonija formira 16 primarnih spermocita, sa $2n$ (diploidnim) brojem hromozoma. U tom momentu počinje deoba pasivne spermatogonije, na aktivnu i pasivnu, koja nastavlja sa deobom. Tako se obezbeđuje kontinuiran proces spermatogeneze. Primarni spermociti podležu mejotičkoj (redukcionoj) deobi, pa se formira 32 sekundarna spermocita, sa haploidnim (n) brojem hromozoma. Zatim dolazi do druge mejoze, pa se formira 64 spermatide (n). Spermatide se procesom metamorfoze (uobličavanja), formiraju u 64 spermatozoida. Tako se, od jedne primarne spermatogonije, dobije 128 spermatozoida. Jedan celokupan ciklus formiranja spermatozoida traje oko 45 do 50 dana.

6. REPRODUKCIJA SVINJA

Domaće rase svinja su polno aktivne tokom cele godine. Polnu zrelost postižu sa 6 do 7 meseci. Estrusni ciklus traje prosečno 21 dan, a estrus 1 do 3 dana. Ovulaciona vrednost se kreće između 10 i 20 jajnih ćelija. Gravidnost traje prosečno 114 dana. Broj rođene prasadi u leglu se, obično, kreće između 8 i 12. Normalna težina novorođenog praseta je oko 1 kg. Laktacija, obično, traje 4 do 5 nedelja. Posle zalučenja legla, krmača bi, normalno, trebalo da uspostavi novi estrus za 7 dana.

6.1. ESTRUSNI CIKLUS

- ✓ Traje prosečno **21 dan**; normalne granice 18 do 24 dana.
- ✓ Dve osnovne faze: **folikularna** (estrogena) i **lutealna** (progesteronska).

Proestrus: folikularni rast; početak crvenila i otoka vulve; ne ispoljava refleks stajanja; Koncentracija FSH i estrogena u krvi se povećava, progesteron i LH na bazalnom nivou. Proestrus traje **2 - 3 dana**.

Estrus: Folikuli predovulatorne veličine (8-11mm); u zadnjoj trećini estrusnog perioda ovulacija; koncentracija FSH i estrogena maksimalna, posle ovulacije naglo opada; oko 24h pred ovulaciju naglo (tonično) oslobađanje LH iz hipofize (ovulatorni talas LH); Pik LH oko 8h pre ovulacije, a zatim naglo opada. Estrus traje **1 do 3 dana**.

Metestrus: FSH, LH i estrogen na bazalnom nivou, koncentracija progesterona se povećava; na mestima ovulacije crvena tela (corpora hemorrhagica); Metestrus traje **2 dana**.

Diestrus: Funkcionalna žuta tela (corpora lutea) proizvode progesteron; u krvi maksimalna konc. progesterona i minimalne konc. FSH, LH i estrogena. Na kraju ove faze, regresija žutih tela, pod uticajem PGF2a, iz endometriuma. Tako se uspostavlja novi estrusni ciklus, ako životinja nije koncipirala. Diestrus traje **15 dana**.

6.2. PROCES OPLODNJE

Glans penisa se uvodi u zadnju trećinu cervikalnog kanala; depozicija sperme je intrauterina (u telo materice).

Spermatozoidi stižu u utero-tubalne spojeve i u kaudalni istmus jajovoda, za 1 do 1,5h od inseminacije. Mali broj spermatozoida se nalazi u jajovodu već oko 15 minuta posle inseminacije.

Kapacitacija spermatozoida se vrši u kaudalnom istmusu (denudacija-skidanje mukopolisaharidne membrane) i tokom penetracije spermatozoida kroz kumulusne ćelije oocita (akrozomalna reakcija).

Penetracija spermatozoida kroz omotače oocita, kao i aktivacija oocita, vrši se delovanjem fermenta akrozoma (hijalouronidaza, CPE, akrozin i neuroamidaza).

6.3. GRAVIDNOST I PARTUS

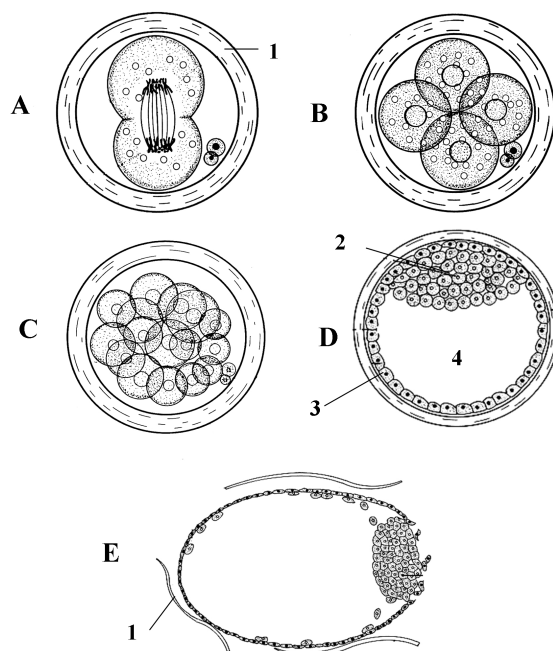
- ✓ **Gravidnost (suprasnost)** svinje prosečno traje 114 dana; normalne granice 109 do 119 dana.
- ✓ Prepoznavanje gravidnosti 14. do 15. dana posle oplodnje.
- ✓ Gravidnost može biti uspostavljena, ako se u materici nalazi minimalno 5 živih embriona, do 14. dana po oplodnji.
- ✓ Embrionalna faza do 30. dana, a dalje fetalna.

Karakteristike normalnog toka partusa (prašenja):

- rađanje prvog praseta
- krmača ispoljava lake trudove
- interval između istiskivanja prasadi 15 minuta (maksimalno 45 minuta)
- oko polovine prasadi se rađa u prednjem, a polovina u zadnjem položaju.
- ukupno trajanje istiskivanja prasadi je oko 2,5 sata, ali zavisi od broja plodova
- placentе se istiskuju 2 do 4 sata posle istiskivanja zadnjeg praseta, ali se neke mogu istisnuti i tokom istiskivanja prasadi
- nema istiskivanja prevelike količine tečnosti, krmača ne ispoljava bolove.

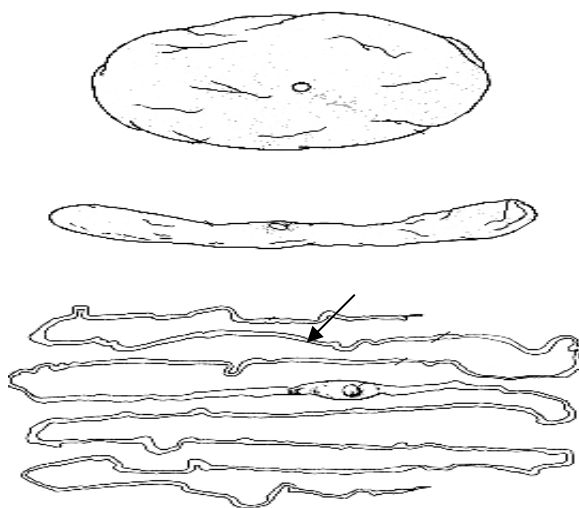
Znaci poremećaja procesa prašenja:

- ✓ Gravidnost traje duže od 116 dana.
- ✓ Izostanak apetita (krmača ne uzima hranu).
- ✓ Isticanje veće količine sukrvičave, sluzave tečnosti i mekonijuma iz vulve, bez znakova trudova.
- ✓ Jaki trudovi, bez istiskivanja prasadi.
- ✓ Interval između istiskivanja prasadi traje duže od 60 minuta, a očigledno je da, u materici, ima još prasadi.
- ✓ Obilan, sivo-braon, iscedak iz vulve, neprijatnog mirisa.
- ✓ Hiperemija (crvenilo) očnih beonjača krmače.
- ✓ Jaka iznurenost krmače, zbog prolongiranog prašenja.
- ✓ Krmača ispoljava bolove, ubrzano diše, slaba je i ne može da se dignе.



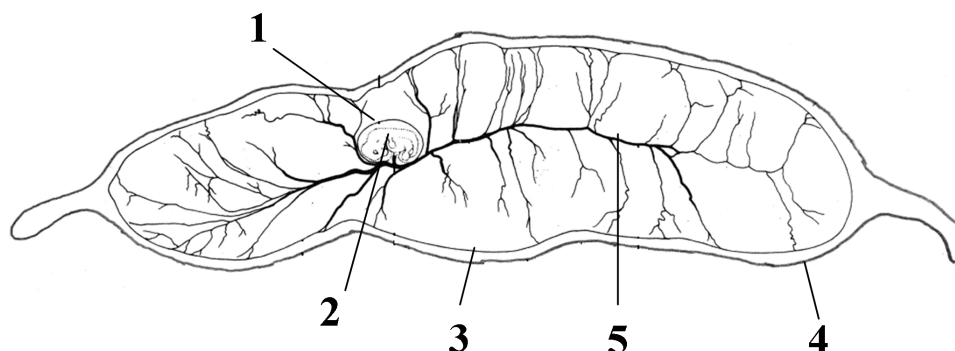
Slika 56. Osnovni razvojni stadijumi ranih (preimplantacionih) embriona svinje
(izvor: Internet)

A – Deoba prvog jedra i nastanak dve blastomere; B – Stadijum 4 blastomere; C – Rana morula (5 do 6 dana posle oplodnje); D – Razvijen blastocist (vidi se unutrašnja ćelijska masa, trofektoderm i primarna šupljina-blastocel); E – Kasni blastocist, izvaljen iz zone pelucide. 1-Zona pelucida; 2-Unutrašnja ćelijska masa; 3-Trofektoderm; 4-Blastocel.



Slika 57. Stadijumi elongacije trofoblasta, kasnih preimplantacionih embriona
(izvor: Internet)

Ovalni (gore) 8. dana, tubularni (sredina) 9. dana i filamentozni (dole), 10. dana posle oplodnje. Strelica pokazuje embrion



Slika 58. Plod i plodove ovojnice (konceptus), star 29 dana.

(izvor: Internet)

1- amnion; 2- embrion; 3- alantois; 4- horion; 5- placentalni krvni sudovi. Prema rasporedu resica po horionu, placenta svinje je difuzna (*placenta difusa*), a prema kontaktnim tkivima horionske resice i kripte endometriuma je epiteliohorialna (*placenta epitheliochorialis*).

6.4. LAKTACIJA

- ✓ Sekrecija mleka u alveole vimena započinje oko 75. dana gestacije.
- ✓ Oko 90. dana gestacije, značajno uvećanje vimena.
- ✓ Dnevna produkcija mleka dostiže maksimum između 3. i 4. nedelje laktacije.
- ✓ Prosečna dnevna produkcija mleka, tokom 8 nedelja laktacije, iznosi 5 do 8 litara.
- ✓ Laktacija krmače traje, obično 4 do 8 nedelja. U intenzivnim farmama, laktacija traje 4 do 5 nedelja. Laktacija prestaje sa odbijanjem (zalučivanjem) prasadi.

Tabela 6. Osnovni sastojci mleka krmače

Sastojak (%)	Kolostrum	Normalno mleko
<i>Suva materija</i>	30,0	20,0
<i>Proteini</i>	17,0	5,4
<i>Mast</i>	7,5	8,3
<i>Laktoza</i>	3,0	5,0
<i>Pepeo</i>	0,6	0,8

6.5. USPOSTAVLJANJE ESTRUSNOG CIKLUSA POSLE PRAŠENJA

Tokom prvih 4 do 5 nedelja laktacije, krmača ne manifestuje estrus i ovulaciju, kao posledica inhibitornog delovanja sisanja na oslobađanje hipofizarnih gonadotropina;

Unutar prvih 3 dana po prašenju, mogu se javiti spoljašnji znaci estrusa, ali ovaj estrus nikad nije praćen ovulacijom (anovulatorni estrus).

Većina krmača uspostavlja estrus i ovulaciju unutar prvih 7 dana po zalučenju legla.

Duže trajanje intervala zalučenje - estrus (IZE) se smatra prolongiranim.

U dobrim zapažanjima, preko 85% plotkinja treba da uspostave estrus do 7 dana po zalučenju.

Faktori koji utiču na trajanje IZE:

- Paritet prašenja (nazimice imaju znatno duži IZE)
- Trajanje laktacije je obrnuto proporcionalno trajanju IZE
- Ishrana tokom laktacije i posle zalučenja
- Trajanje dnevnog fotoperioda (produženi svetlosni dan produžava trajanje IZE)
- Ambijentalna temperatura (povišene temperature produžavaju trajanje IZE)
- Stimulacija prisustvom polno zrelog nerasta, skraćuje IZE
- Tretman sa gonadotropinima (PMSG, HCG, FSH, LH) sinhronizuje pojavu estrusa i skraćuje IZE.

6.6. FIZIOLOGIJA PRODUKCIJE SPERME

- Proizvodnja fertilizaciono sposobnih spermatozoida započinje u pubertetu.
- Mlad nerast postiže fiziološku polnu zrelost sa 5 do 6 meseci.
- Sperma se sastoji iz dve frakcije: **(a)** spermatozoida i **(b)** spermalne tečnosti.
- Spermatozoidi se proizvode u semenim kanalićima testisa, u toku procesa spermatogeneze. Spermatogeneza zahteva da temperatura testisa bude niža za 5 do 7°C od abdominalne. Termoregulaciju testisa vrši kremasteriko-darto-venski kompleks (KDV).
- U toku spermatogeneze, primarna spermatogonija (2n -diploidan broj hromozoma) se deli mitozom, na aktivnu i pasivnu spermatogoniju. Aktivna ulazi u 4 uzastopne mitotičke deobe, pri čemu nastaje 16 spermatocita prvog reda (2n). Za to vreme, pasivna spermatogonija miruje. Spermatocite I-reda se dele mejozom (prva mejoza), pri čemu se redukuje broj hromozoma na pola (n - haploidan broj). Tako nastaju 32 spermatocite II-reda. One se još jednom dele i nastaju 64 spermatide. Spermatide se ne dele, nego se procesom metamorfoze uobličavaju u spermatozoid.

- Spermatozoidi izlaze iz semenog kanalića, ulaze u rete testis, iz koga se, putem 10-12 izvodnih kanalića (tubuli eferentes testis) uvode u glavu epididimisa. Transport spermatozoida kroz telo epididimisa traje 14 dana. Tokom tog procesa se vrši njihovo sazrevanje. U repu epididimisa se spermatozoidi lageruju, do momenta ejakulacije (kroz semevode, i mušku uretru, koja ulazi u sastav penisa, u spoljašnju sredinu).
- **Spermalna tečnost (plazma)** je specifični sekret muškog reproduktivnog trakta. Najveću zapreminu ove tečnosti izlučuju akcesorne polne žlezde (oko 95%), od čega oko 85% čini sekret vezikularnih žlezda. Ostatak čini sekret iz semenih kanalića, epididimisa i semevoda.
- **Ejakulat** je količina sperme, koja se izbacila u jednom aktu kopulacije. Ejakulat nerasta je velike zapremine, a relativno male koncentracije spermatozoida u 1 ml sperme.
- **Funkcije spermalne tečnosti:**
 - tečna sredina za spermatozoide
 - hranljivi sastojci, minerali i vitamini, za život spermatozoida
 - puferni sistemi, za održavanje pH
 - održavanje osmotskog pritiska
 - zaštitne i stimulativne materije, za održavanje funkcije spermatozoida
- **Ejakulacija.** Nerast ejakulira u četiri odvojene frakcije: **(1)** prespermalna (malo spermatozoida, vodenasta, oko 20-30ml), **(2)** spermalna (puno spermatozoida, gusta, mlečno-bela, oko 70ml), **(3)** postspermalna (retka, vodenasto-bela, malo spermatozoida, oko 95ml) i **(4)** želatinozni (gel) sekret bulbouretralnih žlezda (oko 30g).
- **Proces ejakulacije** traje 3 do 10 minuta. Tokom prvih minuta ejakulacije, dobija se sperma najbogatija spermatozoidima.
- Nerast uvodi glans penisa u zadnju trećinu cervikalnog kanala, a ejakulira u telo materice.

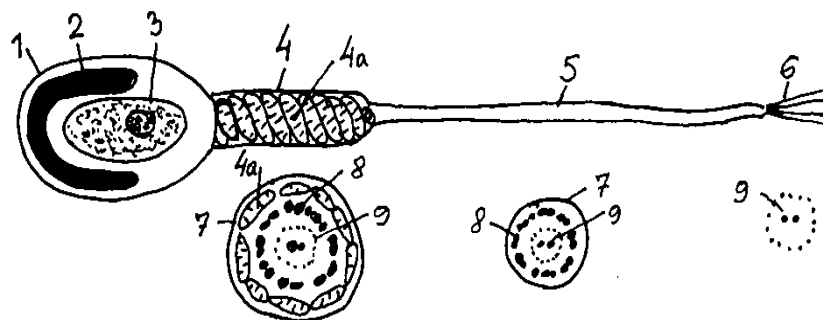
VAŽNIJE OSOBINE SPERME NERASTA

PARAMETRI EJAKULATA

<i>Volumen (ml)</i>	250 (120-1000)
<i>Koncentracija spermatozoida (x10⁶)</i>	250 (200-700)
<i>Ukupan br. spermatozoida u ejakulatu (x10⁹)</i>	50 (20-150)
<i>Dnevna produkcija spermatozoida (x10⁹)</i>	8 - 20
<i>Progresivna pokretljivost (%)</i>	70
<i>Abnormalnih spermatozoida (%)</i>	20
<i>Mrtvih spermatozoida (%)</i>	10

HEMIJSKI SASTAV (mg/100ml sperme)

<i>Suva materija</i>	4,6
<i>Fruktoza</i>	12,0
<i>Ukupni azot</i>	613
<i>Natrijum</i>	646
<i>Kalijum</i>	243
<i>Limunska kiselina</i>	141
<i>Glicerilfosforil holin (GPC)</i>	193
<i>pH</i>	6,8 - 7,9



Slika 59. Građa spermatozoida
(izvor: Stančić B.)

1. Glava: dužina 8,5 mm, širina 4,2 mm, debljina 2 mm; 2. Akrozom; 3. Nukleus; 4. Prednji deo repa; 4a. Mitohondrije; 5. Glavni deo repa; 6. Zadnji deo repa (ukupna dužina repa iznosi 40 do 50 mm); 7. Čelijska membrana; 8. Debeli kontraktilni filament; 9. Tanki kontraktilni filament.

7. REPRODUKCIJA OVACA I KOZA

Ovce su sezonski poliestrične životinje. U našim geografskim širinama, sezona parenja započinje početkom septembra i završava se krajem decembra.

7.1. ESTRUSNI CIKLUS

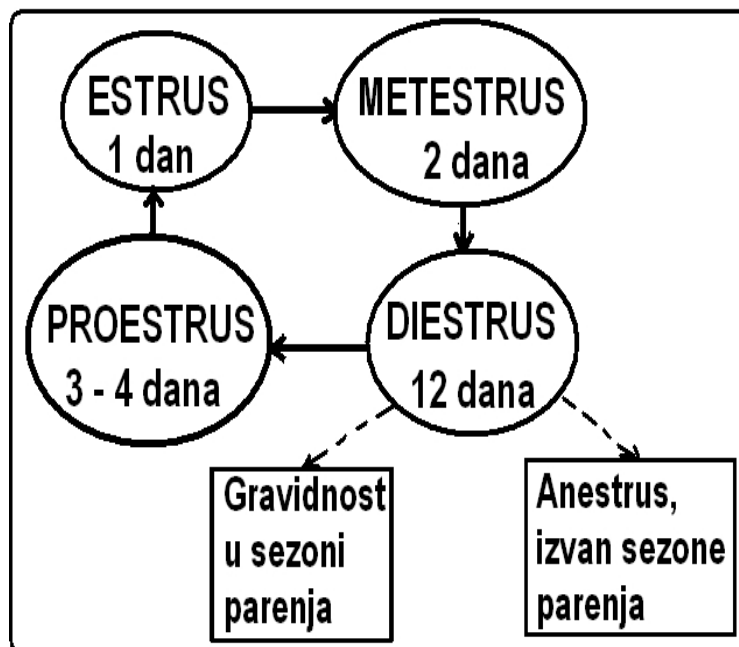
Estrusni ciklus je period od početka jednog do početka narednog estrusa (polnog žara). **Kod ovce** traje prosečno **17 dana** (16-18d), a **kod koze 21 dan** (18-24d). Kraće trajanje E-ciklusa ovce, u odnosu na kozu i druge domaće životinje, posledica je kraćeg trajanja lutealne faze (11-12 dana).

Ovce i koze su sezonski poliestrične životinje, što znači da ispoljavaju više estrusnih ciklusa u sezoni parenja. U severnim geografskim širinama, sezona parenja započinje u kasno leto i traje do rane zime. Ovo je posledica stimulativnog delovanja skraćenog dnevnog fotoperioda, na uspostavljanje neuro-endokrine funkcije, na osovini CNS-hipotalamus-hipofiza-ovarium i obrnuto. Estrusni ciklusi traju kraće na početku i na kraju sezone parenja.

Estrus (polni žar) traje oko **24h** (18-36h) **kod ovce** i oko **28h** (24-72h) **kod koze**.

Faze estrusnog ciklusa su: **proestrus, estrus, metestrus i diestrus**. Spoljašnji znaci estrusa, posebno promena ponašanja, nisu dobro izraženi kod ovce. Tako da čovek nije u mogućnosti da uoči ovcu u estrusu, bez prisustva ovna. Kod koze su spoljašnji znaci estrusa znatno bolje izraženi.

Ovulacija se, kod obe vrste životinja, događa pri kraju estrusa. Broj ovulacija (*ovulaciona vrednost*) znatno varira u zavisnosti od vrste, rase, starosti, kondicije, ishrane, prisustva mužjaka, sezone, egzogenih gonadotropina i td.



Slika 60. Faze estrusnog ciklusa ovce

Tokom sezone parenja, sve dok se ne uspostavi gravidnost; životinja manifestuje uzastopne estrusne cikluse. Naime, diestrus se završava lutealnom regresijom i uspostavlja se novi ciklus. U slučaju gravidnosti, ciklično žuto telo nastavlja sa funkcijom, pa životinja, iz diestrusa, nastavlja gravidnost. Na kraju sezone parenja, kada se dan znatno produži, životinja, iz zadnjeg diestrusa, ulazi u sezonski anestrus. To je posledica inhibitornog delovanja produženog fotoperioda na oslobađanje hipofizarnog LH. Kao posledica, ne dolazi do ovulacije, odnosno uspostavljanja sledećeg estrusnog ciklusa.

7.2. OPLODNJA I GRAVIDNOST

- **Osemenjavanje** se može izvesti prirodnim putem (koitus, skok) ili veštačkim putem. Ovan i jarac uvode glans penisa u vaginu, do otvora cervikalnog kanala. Brzim obrtanjem crvolikog uretralnog nastavka, sperma se rasprskava u okolinu cervikalnog otvora. Antiperistaltičkim kontrakcijama materice, sperma se usisava u cerviklani kanal, odakle se transportuje do utero-tubalnih spojeva i, dalje, u jajovod. Kod veštačke inseminacije, vrh katetera se uvodi oko 1cm u kanal cerviksa, gde se izvrši deponovanje doze sperme.
- **Oplođnja** se događa u kaudalnoj trećini ampule jajovoda. Osnovni preduslovi uspešne oplodnje su: **1.** inseminacija sa dovoljnim brojem spermatozoida visoke oplodne sposobnosti, izvršena oko 12h pre ovulacije, **2.** uspešna kapacitacija spermatozoida u kaudalnom istmusu jajovoda (kod ovna i jarca traje 1-1,5h) i **3.** prisustvo zrelog(ih) oocita (MfII) na mestu oplodnje, maksimalno 8h posle ovulacije.

- **Gravidnost** prosečno traje 148 dana (144-153d). Oko 16-18h posle oplodnje, embrion ima 2 blastomere, a posle 72-84h 8-16 blastomera. U tom stadijumu razvoja, embrion(i) prelazi iz jajovoda u vrh roga materice. Blastocist gubi zonu pelucidu (tzv. izvaljivanje blastocista) 7-8 dana po oplodnji, a implantacija započinje 15. dana gestacije.
- **Materinsko prepoznavanje gravidnosti** se događa 12.-13. dana.
- **Placenta:** (a) prema rasporedu resica na horionu (*pl. cotiledonaria*) i (b) prema histološkom kontaktu resice horiona i kripe endometriuma (*pl. syndesmochorialis*). Karunkul + Kotiledon = Placentom. Osnovni hormon održavanja gravidnosti je progesteron. Do prve polovine gestacije, pretežno iz c. luteum graviditatis, a kasnije iz placentae.

Razvojni stadijumi ploda i određivanje njegove starosti

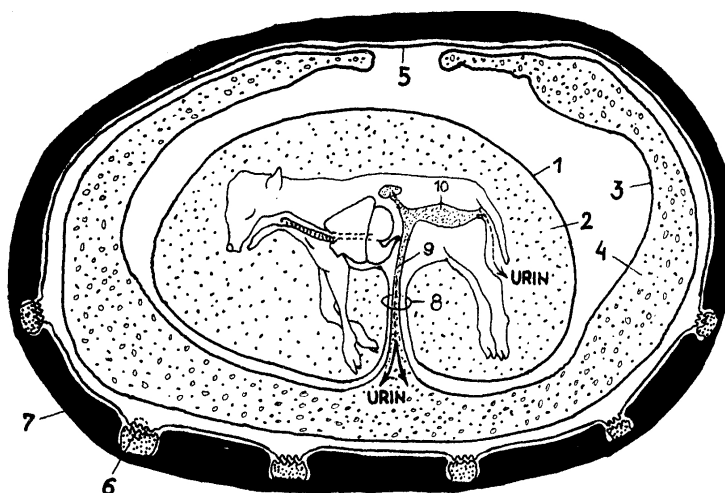
Osnovni razvojni stadijumi ploda su: 1. Rani (preimplantacioni) embrion (do 15. dana gestacije), 2. Kasni embrion (od 16- 35. dana gestacije), i 3. Fetus (od 36. dana do kraja gestacije). Fetus je plod, kod kojeg su razvijeni svi organi i tkiva i može se tačno ustanoviti kojoj životinjskoj vrsti pripada.

Razvojni stadijumi ranog embriona su: a. Embrion sa 1-8 blastomera, b. Morula, c. Rani blastocist, d. Ekspandovan blastocist (oba su unutar zone pelucide), e. Izvaljen blastocist (bez zone pelucide), f. Ovalni i elongiran blastocist (razvijen trofoblast). Svi navedeni stadijumi su preimplantacioni.

Tabela 7. Dužina i težina ploda ovce u raznim fazama gestacije

Starost ploda	Dužina ploda* (cm)	Težina ploda (kg)
Kraj 3. Nedelje	0,8 – 1,0	-
Kraj 5. Nedelje	2,0	0,02 – 0,04
Kraj 2. Meseca	8,0	0,2 – 0,5
Kraj 3. Meseca	16,0	0,7 – 0,8
Kraj 4. Meseca	25 – 35	1,0 – 2,0
Kraj gestacije	40 – 50	1,5 – 3,5

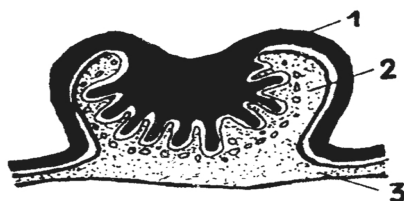
* Od temena do korena repa.



Slika 61. Fetus i fetalne ovojnice

(izvor: Stančić B.)

1. Amnion; 2. Amnionska tečnost; 3. Alantois; 4. Alantoisna tečnost; 5. Horion; 6. Placentom; 7. Endometrium; 8. Umbilikus; 9. Urahus; 10. Crevo.



Slika 62. Placentom ovce:

(izvor: Stančić B.)

1. kotiledon
2. karunkul
3. zid materice

7.3. POROĐAJ (*partus*)

Porođaj je fiziološki završetak gravidnosti, prilikom kojeg se, kroz porođajni kanal, iz materice, istiskuju plod, plodove ovojnice i plodove tečnosti.

Početak i tok porođaja su regulisani složenim neurohormonalnim mehanizmima. Prvi signal za početak procesa porođaja potiče od ploda. Naime, adenohipofiza zrelog ploda izlučuje ACTH (adrenokortikotropni hormon). Ovaj hormon stimuliše oslobađanje kortizola iz kore nadbubrega ploda. Kortizol dospeva u placentu, gde inhibira izlučivanje progesterona, a stimuliše izlučivanje estrogena. Estrogen stimuliše: (*a*) seroznu infiltraciju mekih delova porođajnog kanala, otapanje sluzavog čepa u cervikalnom kanalu i proširivanje cerviksa i (*b*) sintezu prostaglandina F_{2a} , koji stimuliše oslobađanje oksitocina iz neurohipofize. Oksitocin izaziva kontrakcije (trudove) materice. Time započinje istiskivanje ploda.

Proces porođaja se deli u tri stadijuma: 1. stadijum otvaranja porođajnog kanala, (prosečno traje 2-6h), 2. stadijum istiskivanja ploda (prosečno traje 0,5-1h) i 3. stadijum posle porođaja (istiskivanje plodovih ovojnica i tečnosti, prosečno traje 4-5h).

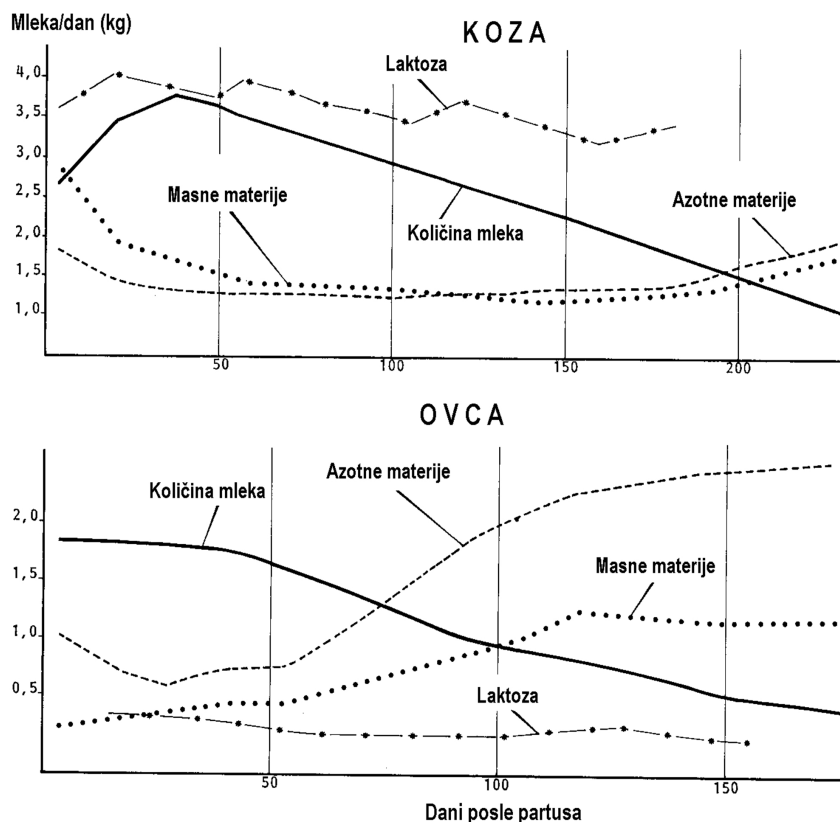
Puerperium je period oporavka životinje posle porođaja. Involucija materice i ostalih polnih organa je proces tokom koga se njihova morfologija, fiziologija i položaj u abdomenu i karlici, vraćaju u stanje pre uspostavljanja gravidnosti. Normalna involucija traje oko 30 dana.

7.4. LAKTACIJA

Laktacija je proces proizvodnje (sinteze) i izlučivanja (sekrecije) mleka u mlečnoj žlezdi. Započinje neposredno posle porođaja. Tačnije, sekrecija mleka započinje znatno pre porođaja, ali se ono izlučuje u cisternu vimena neposredno pre porođaja, delovanjem prolaktina i kortikoidnih hormona.

Mleko se sintetiše u tzv. mlečnim alveolama vimena. Delovanjem oksitocina, dolazi do kontrakcija mioepitelnih ćelija u zidu alveola, tako da se mleko potiskuje u kanalikularni sprovodni sistem, sve do cisterne vimena. Naime, nadražaj sisanjem ili mužom, prenosi se aferentnim nervnim vlaknima do centra u kori velikog mozga, zatim, preko hipotalamusa, do neurohipofize, koja izlučuje oksitein u telesnu cirkulaciju. Tako se, putem krvi, oksitocin dovodi do mioepitelnih ćelija u zidu alveole vimena. Ovo je tzv. neurohumoralni refleks spuštanja (ejekcije) mleka u cisternu vimena.

Samo mleko iz cisterne vimena može biti oslobođeno u cisternu sise i, dalje, u spoljašnju sredinu, putem sisanja ili muže! Mleko, proizvedeno tokom prvih nekoliko dana laktacije je specifično po svom sadržaju (posebno imunoglobulini) i naziva se kolostrum. Trajanje laktacije i nivo dnevne produkcije mleka zavisi od većeg broja faktora, kao što su: vrsta, rasa, soj, individua, ishrana, godišnja sezona i td.



*Slika 63. Laktaciona kriva i sadržaj hranljivih materija u mleku***7.5. PRODUKCIJA I OSOBINE SPERME**

Sperma je specifična telesna tečnost i sastoji se iz dve komponente: (a) spermalna tečnost (plazma) i (b) spermatozoidi (muške polne ćelije).

Spermatozoidi se proizvode u semenim kanalićima testisa, u toku procesa spermatogeneze, koji traje oko 45 dana. Najveći deo spermalne tečnosti proizvode akcesorne polne žlezde (oko 85% ukupne zapremine), dok ostatak potiče iz testisa, epididimisa i semevoda. Uloga spermalne tečnosti je održavanje života i oplodne sposobnosti spermatozoida u ženskom polnom traktu. Zbog toga, sperma ima specifičan hemijski sastav i fizičke karakteristike.

Ovan i jarac proizvode spermu sa oplodno sposobnim spermatozoidima tokom cele godine, ali svi parametri (volumen ejakulata, ukupan broj spermatozoida, koncentracija spermatozoida, progresivna pokretljivost, fertilizacioni potencijal i td.) imaju znatno veće vrednosti u toku sezone parenja, u odnosu na sezonski anestrus.

Volumen ejakulata ovna i jarca se kreće od 0,5 do 2 ml. Koncentracija spermatozoida u 1 ml ejakulata se kreće između 1,5 i 4 x 10⁹. Dobri ejakulati treba da imaju 75% i više progresivno pokretnih spermatozoida.

8. REPRODUKCIJA GOVEDA

8.1. ESTRUSNI CIKLUS KRAVE

- * **Estrusni ciklus traje** prosečno **21 dan**, u normalnim granicama 18 do 24 d.
- * **Dve osnovne faze:** *folikularna* (estrogena) i *lutealna* (progesteronska).

Proestrus: Folikularni rast; početak crvenila i otoka vulve; ne ispoljava refleks stajanja; koncentracije FSH i estrogena u krvi se povećava, dok su LH i progesteron na bazalnom nivou. **Traje 2-3 dana.**

Estrus: Folikul predovulatorne veličine (12 do 19 mm); *ovulacija oko 10-12h posle prestanka spoljašnjih znakova estrusa; koncentracija FSH i estrogena u krvi maksimalna, posle ovulacije naglo opada; oko 24h pre ovulacije, naglo povećanje konc. LH (predovulatorni talas LH); ovulacija oko 8h posle postizanja pika LH; Znaci:* uznemirenost, skače na druge krave, refleks stajanja, providna viskozna sluz se cedi iz vulve, otapanja cervikalne sluzi, smanjen apetit. **Traje 1-2 dana.**

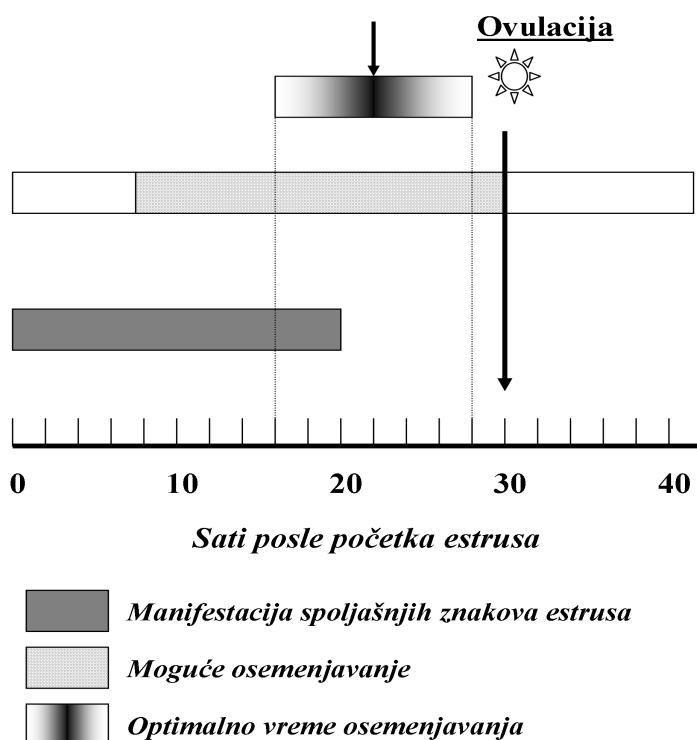
Metestrus: FSH, LH i estrogen na bazalnom nivou; povećanje konc. progesterona u krvi; na mestu ovulacije krvavo telo (corpus hemorrhagicum). **Traje 2-3 dana.**

Diestrus: Funkcionalno (ciklično) žuto telo (corpus luteum ciclicum); maksimalna konc. progesterona; nema folikularnog rasta i ovulacije; regresiju žutog tela vrši PGF2a iz endometriuma. **Traje 12 dana.**

8.2. OPLODNJA I GRAVIDNOST

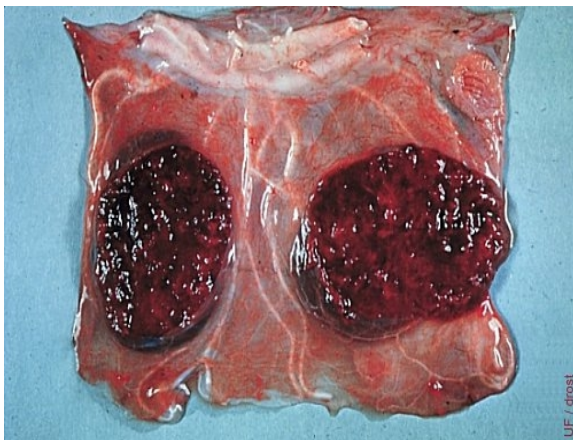
- **Inseminacija** se može izvesti prirodnim putem (koitus) ili veštački.
- Bik uvodi glans penisa do ulaza u cerviks, ejakulacija oko cervikalnog otvora; sperma se usisava u cervikalni kanal; kod veštačke inseminacije, kateter se uvodi u cervikalni kanal, gde se istiskuje doza sperme.
- **Oplođnja** se događa u zadnjoj trećini ampule jajovoda.
- **Rani embrion** prelazi iz jajovoda u vrh roga materice oko 2,5 do 3 dana posle oplođnje, u stadijumu 4 do 8 (16) blastomera.

- **Gravidnost** krave traje 278 do 284 dana, a varira u zavisnosti od: rase, starosti grla, godišnje sezone, broja plodova, pola ploda i td. Embrionalna faza razvoja ploda traje do 45. dana gestacije, a dalje se nastavlja fetalna faza. Na površini horiona se nalaze ovalna mesta, obrasla resicama. To su kotiledoni (placenta cotyledonaria). Kotiledoni naležu na karunkule endometriuma. Resice horiona ulaze u kripte karunkula. Spoj kotiledona sa karunkulom se naziva placentom.
- Osnovni hormon održavanja gravidnosti je progesteron. Do prve polovine gestacije, izvor progesterona je pretežno c. luteum, a kasnije placenta.



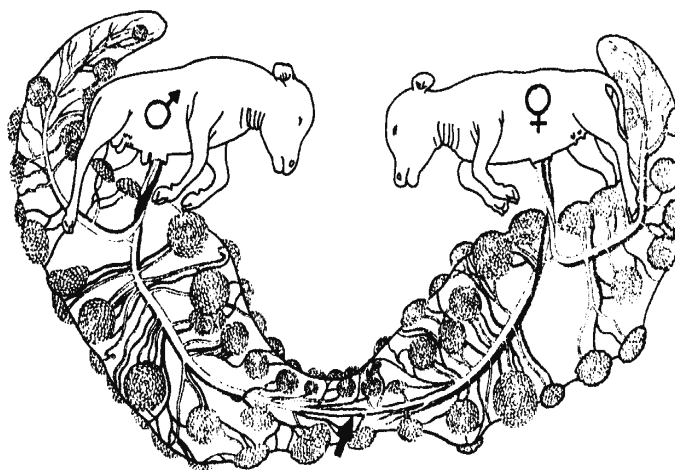
Slika 64. Optimalno vreme osemenjavanja krave

Ovulacija se događa 10-12h posle prestanka znakova estrusa. Zbog toga se maksimalan fertilitet postiže kada se krava osemi u ovom periodu (*mala strelica*)



Slika 65. Izgled gravidne materice
(izvor: Internet 4.)

Uočiti placentome (P). Levo je prikazan **presek placentoma krave: 1. Kotiledon sa resicama, koje ulaze u kripte karunkula (2); 3. Zid materice.** Desno placenta krave, prema rasporedu resica po horionu kotiledonarna (pl. cotyledonaria), a prema kontaktnim tkivima resice i kripte materice sindezmochorijalna (pl. syndesmochorialis).



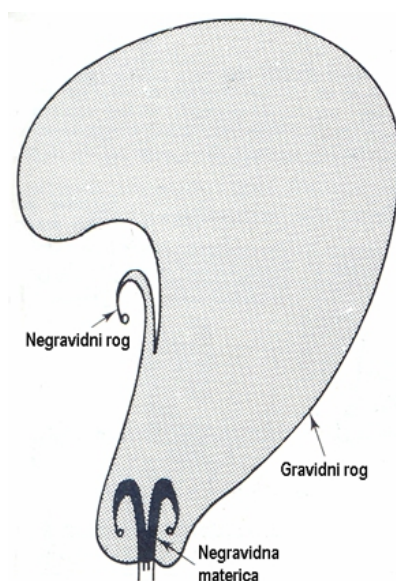
Slika 66. Frimartinizam
(izvor: Internet)

Pojava spajanja (anastomoze) krvnih sudova fetalnih ovojnica kod blizanačke gravidnosti. U slučaju dvopolnih blizanaca, testosteron iz krvi muškog, prelazi u krv ženskog ploda, što izaziva poremećaj razvoja ženskih polnih organa, u pravcu njihove maskulinizacije. Tako se, umesto jajnika, na jednoj ili obe strane, može razviti testis, ili se na jednoj strani može razviti ovotestis (tkivo testisa i ovariuma), izostaje pravilan razvoj kanalikularnih ženskih polnih organa. Vulva je znatno manja, a klitoris znatno uvećan, u čijem sastavu može biti i uretra. Ova pojava je vrlo česta kod goveda, ređe kod koza, a vrlo retko kod ovaca. Ženske jedinke, iz blizanačkog para su sterilne.

OPŠTI ZNACI GRAVIDNOSTI

Tokom gravidnsoti dolazi do zanačajnih morfoloških i funkcionalnih promena u organizmu krave, posebno na reproduktivnim organima. Ove promene se svrstavaju u opšte znake gravidnosti, podeljene u tri grupe:

- A. Promena ponašanja:** Ne manifestuje se estrusni ciklus (nema estrusa i ovulacije; životinja je mirnija, obazrivija, sporije se kreće i brže se umara).
- B. Neposredni znaci gravidnosti:** Uzrokovani su rastom i razvojem ploda. Materica menja svoj oblik, veličinu i položaj; cerviks je zatvoren jako viskoznim sluzavim čepom; kako gravidnost odmiče, uvećava se obim abdomena, sve se više ističu paralumbalne jame, nastavci lumbalnih pršljenova, kukovi i koren repa; spolja se mogu uočiti pokreti ploda.
- C. Posredni znaci gravidnosti** su brojni, a posledica su fizioloških promena, do kojih dolazi u organizmu majke: kondicija se poboljšava, ubrzano i otežano disanje, uvećava se vime, a pred sam porođaj započinje sekrecija mleka.



Slika 67. Odnos veličine negravidne i materice na kraju gravidnosti

DIJAGNOZA GRAVIDNOSTI

Dijagnoza gravidnosti se može izvršiti primenom većeg broja direktnih ili indirektnih metoda. Sve ove metode se dele na kliničke i laboratorijske.

Kliničke metode mogu biti unutrašnje (pregled unutrašnjih polnih organa) i spoljašnje (pregled spoljašnjih polnih organa i spoljašnjih znakova gravidnosti). Ove metode spadaju u direktne metode.

Spoljašnji pregled se sastoji u posmatranju, opipavanju i slušanju specifičnih znakova gravidnosti.

Unutrašnji pregled obuhvata vaginalni i rektalni. Vaginalnim pregledom se ocenjuje izgled sluzokože vagine i spoljašnjeg cervikalnog kanala. Rektalnim pregledom se određuje prisustvo ploda, plodovih ovojnica, promene veličine i položaja materice, prisustvo graviditetnog žutog tela (c. luteum graviditatis), placentoma i treperenje arterije uterine medie.

Ultrazvučna dijagnostika gravidnosti se sve više primenjuje u praksi. Moguće je dijagnostikovati vrlo ranu gravidnost (od 3 nedelje pa nadalje).

Laboratorijske metode su indirektna, jer se, na osnovu bioloških, hemijskih i fizičkih testova, postavlja dijagnoza gravidnosti. Na primer određivanje koncentracije progesterona u krvi ili mleku.

8.3. POROĐAJ (*partus*)

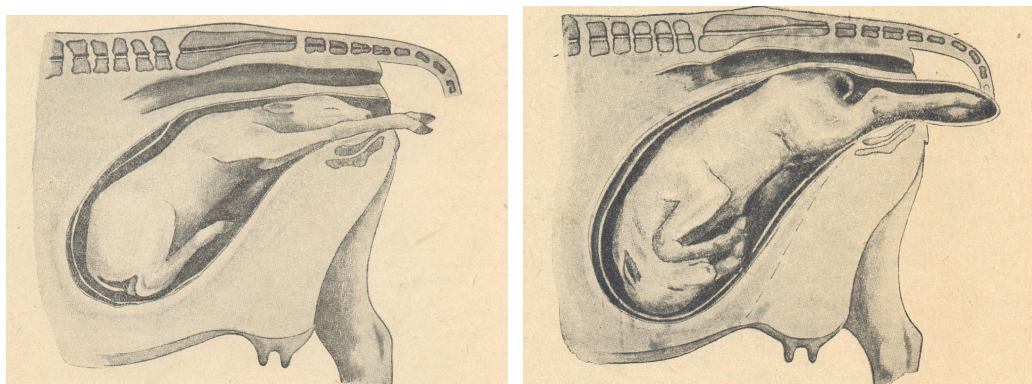
Porodaj je fiziološki završetak gravidnosti, prilikom kojeg se, kroz porođajni kanal, iz materice, istiskuju plod, plodove ovojnice i plodove tečnosti.

Početak i tok porođaja su regulisani složenim neurohormonalnim mehanizmima. Prvi signal za početak procesa porođaja potiče od ploda. Naime, adenohipofiza zrelog ploda izlučuje ACTH (adrenokortikotropni hormon). Ovaj hormon stimuliše oslobađanje kortizola iz kore nadbubrega ploda. Kortizol dospeva u placentu, gde inhibira izlučivanje progesterona, a stimuliše izlučivanje estrogena. Estrogen stimuliše (a) seroznu infiltraciju mekih delova porođajnog kanala, otapanje sluzavog čepa u cervikalnom kanalu i proširivanje cerviksa i (b) sintezu prostaglandina F2a, koji stimuliše oslobađanje oksitocina iz neurohipofize. Oksitocin izaziva kontrakcije (trudove) materice. Time započinje istiskivanje ploda.

Proces porođaja se deli u tri stadijuma: **1.** stadijum otvaranja porođajnog kanala, (prosečno traje 2-6h), **2.** stadijum istiskivanja ploda (prosečno traje 0,5-1h) i **3.** stadijum posle porođaja (istiskivanje plodovih ovojnica i tečnosti, prosečno traje 4-5h).

Period oporavka životinje posle porođaja, naziva se **puerperium**.

Involucija materice i ostalih polnih organa je proces tokom koga se njihova morfologija, fiziologija i položaj u abdomenu i karlici, vraćaju u stanje pre uspostavljanja gravidnosti. Normalna involucija traje oko 4 nedelje.



Slika 68. Normalan položaj ploda kod telenja
(izvor: 15.)

8.4. LAKTACIJA

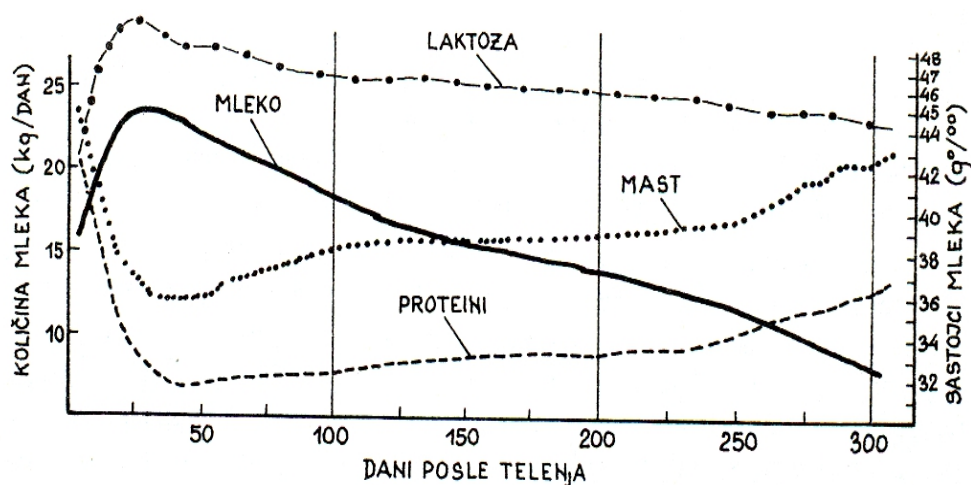
Laktacija je proces proizvodnje (sinteze) i izlučivanja (sekrecije) mleka u mlečnoj žlezdi. Započinje neposredno posle porođaja. Tačnije, sekrecija mleka započinje znatno pre porođaja, ali se ono izlučuje u cisternu vimena neposredno pre porođaja, delovanjem prolaktina i kortikoidnih hormona.

Mleko se sintetiše u tzv. mlečnim alveolama vimena. Delovanjem oksitocina, dolazi do kontrakcija mioepitelnih ćelija u zidu alveola, tako da se mleko potiskuje u kanalikularni sprovodni sistem, sve do cisterne vimena. Naime, nadražaj sisanjem ili mužom, prenosi se aferentnim nervnim vlaknima do centra u kori velikog mozga, zatim, preko hipotalamusa, do neurohipofize, koja izlučuje oksitocin u telesnu cirkulaciju. Tako se, putem krvi, oksitocin dovodi do mioepitelnih ćelija u zidu alveole vimena. Ovo je tzv. neurohumoralni refleks spuštanja (ejekcije) mleka u cisternu vimena.

Samo mleko iz cisterne vimena može biti oslobođeno u cisternu sise i, dalje, u spoljašnju sredinu, putem sisanja ili muže!

Mleko, proizvedeno tokom prvih nekoliko dana laktacije je specifično po svom sadržaju (posebno imunoglobulini) i naziva se *kolostrum*.

Produkcija mleka se povećava tokom prva 2 meseca laktacije, zatim, jedno vreme, zadržava postignut maksimalani nivo, a onda postepeno opada.



Slika 69. Laktaciona kriva i sadržaj hranljivih materija u mleku krave

8.5. USPOSTAVLJANJE ESTRUSNOG CIKLUSA POSLE TELENJA

Tokom gravidnosti, krava ne uspostavlja estrusnu cikličnost, što je posledica inhibitornog delovanja progesterona, u pogledu oslobađanja gonadotropina (FSH i LH) iz adenohipofize. Posle porođaja, dolazi do pada koncentracije progesterona u krvnoj plazmi, jer je izbačena placenta i dolazi do regresije graviditetnog žutog tela. Kao rezultat, dolazi do oslobađanja hipofizarnih gonadotropina, folikularnog rasta i ovulacije. Tako se uspostavlja prvi estrusni ciklis posle porođaja (*post partum*). Kod normalnih krava, koje su imale normalan puerperium, prvi estrus i ovulacija se događa unutar prvih 2 do 4 nedelje post partum. Prva ovulacija je, kod većine krava tiha, tj. nije praćena manifestacijom spoljašnjih znakova estrusa. Osim toga, intervali između prvog i drugog i drugog i trećeg estrusa su kraći (oko 16 dana).



Slika 70. Distribucija pojave tihih estrusa post partum**8.6. OTKRIVANJE ESTRUSA**

Za uspešno osemenjavanje je vrlo značajno odrediti optimalno vreme inseminacije (oko 10-12h pre ovulacije). Zbog toga je vrlo važno odrediti tačan moment početka i završetka manifestacije spoljašnjih znakova estrusa (refleks stajanja i sluzavi iscedak iz vagine). Kako ovi znaci, kod krave, traju i kraće od 24h, neophodno je da se otkrivanje estrusa vrši više puta na dan (bar 3 do 4 puta, u jednakim vremenskim intervalima), primenom svih raspoloživih metoda, kojima se ovi i drugi znaci estrusa mogu ustanoviti.

U praksi se pokazalo da samo opažanjem spoljašnjih znakova estrusa, 2 puta dnevno, od strane radnika, estrus može biti otkriven u svega oko 50% krava i junica, koje su u estrusu. Zbog toga se metoda opažanja, mora kombinovati rektalnim pregledom, prisustvom bika, TV-monitoringom i drugim metodama (detekcija progesterona u krvi ili mleku i td.).

Uspeh otkrivanja estrusa:

- Samo opažanjem spoljašnjih znakova 50%
- Opažanjem + rektalni pregled 85 – 90%
- Opažanjem + rektalni pregled + bik 98 – 100%

8.7. PRODUKCIJA SPERME BIKA

Ejakulat bika je male zapremine (nekoliko ml), ali velike koncentracije spermatozoida u 1ml sperme (1-2 milijarde).

Bik proizvodi fertilizaciono sposobnu spermu tokom cele godine.

Dnevna produkcija spermatozoida iznosi $3,1 \times 10^9$ (kod mladih bikova, 15-17 meseci) i $7,2 \times 10^9$ (kod starijih bikova, 2 do 12 godina). U repu epididimisa se nalaze rezerve spermatozoida ($8-38 \times 10^9$).

Dimenzije spermatozoida bika: glava $9,1 \times 4,2$ mm, rep 60-65 mm.

Poželjne osobine ejakulata bika:

- Volumen = 6ml;
- Koncentracija spermatozoida = $1,2 \times 10^9$ /ml;
- Progresivna pokretljivost >80%; pH = 6,5 – 7,0;
- Abnormalnih spermatozoida >20%;
- Preživljavanje >48h;
- Patogenih mikroorganizama = 0,0;
- Nepatogenih = 5000.

9. REPRODUKCIJA KONJA

9.1. OSNOVNI REPRODUKTIVNI PARAMETRI KONJA

- Sezonski poliestrične životinje (februar – avgust, *maksimum od maja do juna*). Kobile su, izvan sezone, potpuno polno neaktivne, a pastuvi proizvode spermu slabijeg kvaliteta.
- Polna zrelost: 12 do 18 meseci. Pastuvi imaju spermatozoide u ejakulatu sa 12 do 13 meseci. Potpuna polna zrelost pastuva sa oko 2 godine, a polno iskorištavanje počinje sa 3 do 4 godine starosti. Ženke se počinju polno iskorištavati posle 2 godine starosti.
- Estrusni ciklus traje prosečno 21 dan (18 do 24 dana).
- Estrus traje prosečno 6 dana (1 do 13 dana, nekada i duže).
- Ždrebeći estrus: 6 do 11 dana posle ždrebljenja (prosečno 9. dana).
- Ovulacija se događa pri kraju estrusa (oko 24h).
- Kobila ovulira jednu jajnu ćeliju (dve i više ovulacija se javlja kod 3 do 30% kobila, zavisno od rase i sezone). Dvojke se rađaju u 2 do 5% slučajeva.
- Predovulaciona veličina folikula je oko 4 cm.
- Gravidnost traje 11 meseci (*abortus je prekid gravidnosti između 40. i 300. dana gestacije; prevremenim rođenjem se smatra živo rođeno ždrebe između 300. i 320. dana gestacije*).
- Između 60. i 180. dana gestacije, endometrijalne kupe izlučuju PMSG (EcG).

9.2. ESTRUSNI CIKLUS KOBILE

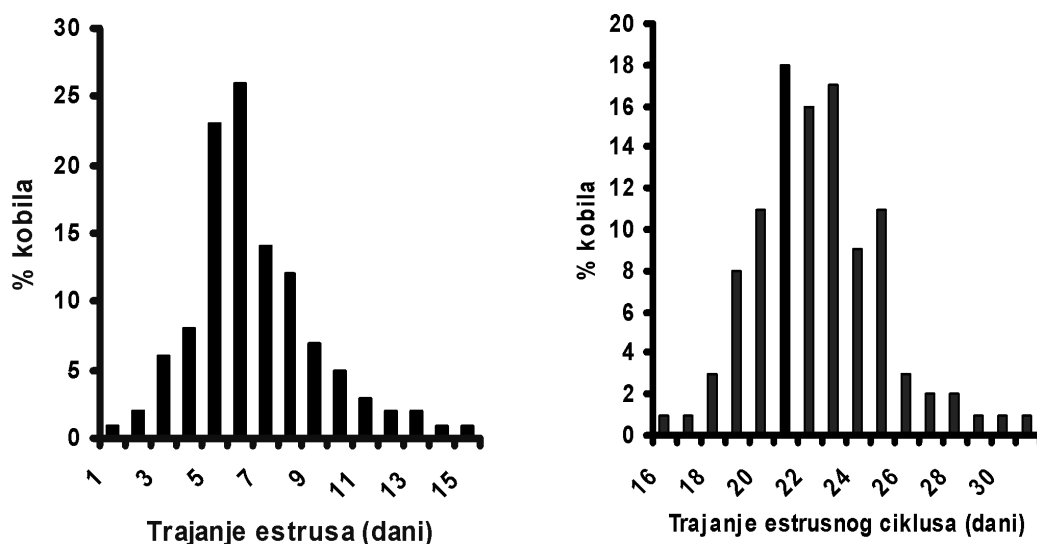
Sezona parenja. Kobila je sezonski poliestrična, tj. manifestuje estrusnu cikličnost u sezoni parenja, koja započinje u rano proleće i traje do leta. Tokom jeseni i zime, kobila je anestrična (sezonski anestrus). U periodu sezonskog anestrusa, kobila ne ispoljava estrus, ne reaguje na pastuva, na jajnicima se ne razvijaju funkcionalne strukture, a sekrecija ovarijalnih hormona je minimalna. Sa produžavanjem svetlosnog dela dana (fotoperioda), povećava se sekrecija ovarijalnih hormona.

Estrusni ciklus. Od početka sezone parenja, kobila ispoljava estrusne cikluse, koji traju 21 do 23 dana, sve dok se ne uspostavi gravidnost ili prestane sezona parenja.

Estrus traje prosečno 5-7 dana, sa znatnim variranjem. Spoljašnji znaci estrusa su: refleks stajanja, sa raširenim zadnjim nogama i podignutim repom; frekventno uriniranje manjih količina urina, pri čemu se otvara vulva i pokazuje se klitoris (tzv. bliskanje).

Ovulacija. Luteinizirajući hormon (LH) izaziva ovulaciju i stimuliše početnu fazu razvoja žutog tela. Sekrecija LH započinje početkom estrusa, pik dostiže oko 2 sata posle ovulacije, a opada tokom ranog diestrusa. Kobila, obično, ovulira jednu jajnu ćeliju. Ovulacija se događa pri

kraju estrusa. Posle ovulacije, kobila manifestuje znake estrusa još 24-48h. Predovulatorni folikul je prečnika oko 4cm.



Slika 71. Trajanje eastrusa i estrusnog ciklusa kobile

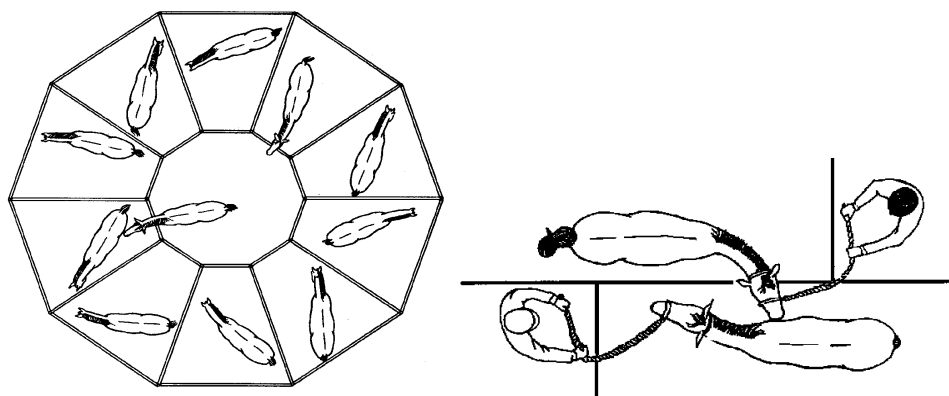
Ponašanje kobile u estrusu

• *Pro-estrus*

- Kontakt nos – nos, ugrizanje, zaigravanje, vijanje, oglašavanje
- Frekventna urinacija i bliskanje vulve
- Povremeno zaskakivanje drugih kobila

• *Estrus*

- Zauzima karakterističan stav, bliskanje
- Povremeno zaskakivanje drugih kobila
- Dozvoljava skok (opasivanje) pastuvu
- Pari se 1 do 12 puta u toku estrusnog perioda



Slika 72. Otkrivanje estrusa kod kobila

Važno je obezbediti da ne dođe do povrede životinja ili ljudi.

9.3. OPLODNJA I GRAVIDNOST

Oplodnji prethodi osemenjavanje, koje može biti prirodno (parenje) ili veštačko.

Parenje (opasivanje) se vrši više puta u toku estrusa, zbog toga što estrus kobile može da traje dosta dugo. U praksi se parenje izvodi svaki drugi dan, od početka estrusa, sve dok kobilica manifestuje refleks stajanja. Sam akt parenja traje 1 -3 minuta.

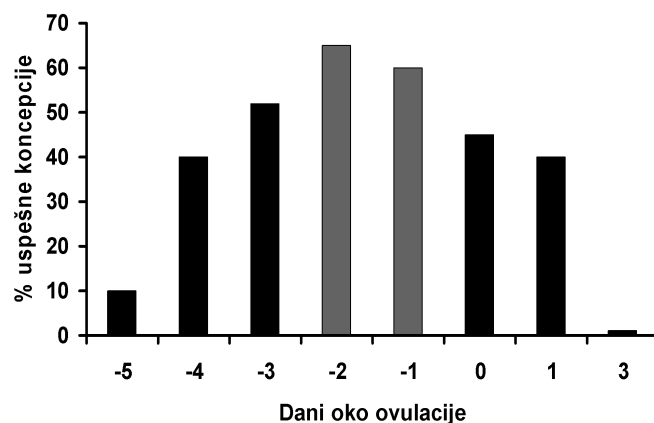
Oplodnja se događa u zadnjoj trećini ampule jajovoda. Maksimalan stepen koncepcije se postiže kada se osemenjavanje izvede oko 24h pre ovulacije. Osemenjavanje posle ovulacije rezultuje znatnim padom % uspešne koncepcije.

Gravidnost kobile traje 11 meseci (330-340 dana). Placentacija se završava 40. do 60. dana gestacije. Placenta kobile je, po rasporedu resica na horionu, difuzna (*placenta difusa*), a prema kontaktu horiona i endometriuma epiteliohorialna (*placenta epitheliochorialis*).

Endometrijalne kupe gravidne materice kobile sintetišu gonadotropin *PMSG* (serum ždrebni kobila). Ovaj hormon se nalazi u krvi kobile između 40. i 130. dana gestacije. *PMSG* deluje slično kao FSH, tj. izaziva rast folikula, koji luteiniziraju. Tako se stvaraju tzv. akcesorna žuta tela.

Tabela 8. Procena estrusnog reagovanja kobile

Ocena stepena reagovanja	Ponašanje kobile
Nije u estrusu	Agresivna i ne dozvoljava pristup pastuvu
Pasivna	Slab interes i odlazi od pastuva
Slabo aktivna	Slab interes i povremeno pokazuje znake estrusa
Izražena aktivnost	Interes i pokazuje znake estrusa, brzo posle kontakta sa pastuvom
Potpuno u estrusu	Pokazuje znake estrusa i bez kontakta sa pastuvom



Slika 73. Uspeh koncepcije, u zavisnosti od momenta osemenjavanja

Plodnost kobilja je najniža u odnosu na druge vrste domaćih životinja. Tako, na primer, od ukupnog broja prvi put osemenjenih (pripuštenih) kobilja, svega 40-50% ostaje ždrebnno. Dve ili više jajnih ćelija ovulira 3-30% kobilja. Dvojke rađa 1-5% kobilja, ali jedno od ždrebadi vrlo često uginu.

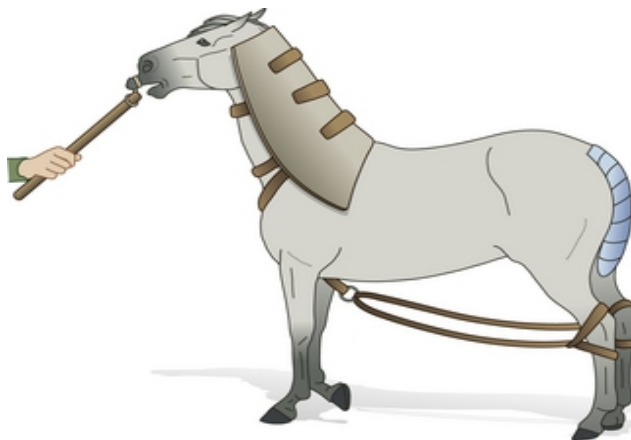
Postoji više razloga, zbog kojih je plodnost kobilja niža od plodnosti ostalih vrsta domaćih životinja.

Značajniji od ovih razloga su:

1. Sezonski karakter polne aktivnosti.
2. Vrlo dug estrusni period.
3. Povećana intrauterina smrtnost plodova.
4. Osetljivost na infekcije i td.

Trajanje ždrebnosti u danima:

- | | |
|--------------------|---------|
| – Punokrvne rase | 336-341 |
| – Toplokrvne rase | 337-340 |
| – Hladnokrvne rase | 330-339 |
| – Shetland pony | 333 |
| – Magarica | 374 |
| – Mula | 342 |



Slika 74. Kobilica pripremljena za pripust (opasivanje)
(izvor: internet 5.)

9.4. POROĐAJ (*partus*)

Znaci skorog porođaja su lako uočljivi: kobilica oprezno korača, javlja se lak otok (edem) vulve, vimena i potkožja donjeg trbušnog zida i između nogu. Tačkasto znojenje na sapima. Pojava lepljive kapljice mleka na vrhu sisa je siguran znak da će porođaj započeti za nekoliko časova. Većina kobilica se ždrebi noću (između 18 i 06h). Za kobilu je specifično da može da odloži početak porođaja, ali ne i da prekine već započet porođaj.

Ždrebljenje počinje nemirom kobile i ispoljenim lakim kolikama. Stadijum otvaranja cerviksa traje 2-3 sata, a stadijum izbacivanja ploda je kratak (5-15 minuta). Tako da ceo porođaj traje vrlo kratko. Ovo, zahvaljujući kratkom i širokom porođajnom kanalu, kao i snažnim kontrakcijama materice i trbušnih mišića. Tokom ždrebljenja, kobilica, obično, leži na jednom boku. Normalan položaj ploda kod rađanja je: podužni situs, gornja pozicija, sa glavom napred, položenom na ispružene prednje noge. Svi ostali položaji nisu normalni. Plodove ovojnice, sa malo crvenkastih lohija, izbacuju se oko 30 minuta do 1h posle ždrebljenja.

Involucija materice se, normalno, kompletira za oko 11 dana *post partum*. Kobilica manifestuje estrus 7-11 (prosečno 9) dana po ždrebljenju. To je tzv. *ždrebeći estrus*.

9.5. LAKTACIJA

Sinteza mleka započinje 2-3 nedelje pre ždrebljenja, ali izlučivanje mleka počinje neposredno pre početka porođaja.

Dnevna produkcija mleka iznosi 6 – 20 litara, tako da kobilu daje 2.000 do 3.000 litara mleka, tokom 8 meseci laktacije. Tokom prva tri meseca laktacije, kobilu može dati dnevno i 25 litara mleka. To iznosi 2-3% njene telesne mase.

Frekvencija sisanja. Tokom prve nedelje po rođenju, ždrebe sisa 3-4 puta na sat. Zatim se frekvencija sisanja stalno smanjuje, pa iznosi 2 sisanja dnevno kod ždrebeta starog 5 meseci.

Sastav kobiljeg mleka (u 100g mleka)

– Suva materija	10,3 g
– Ukupni proteini	2,2 g
– Mlečna mast	1,9 g
– Laktoza	5,8 g
– Mineralne materije	0,4 g

9.6. POLNE FUNKCIJE PASTUVA

Polna zrelost se postiže sa prosečno 18 meseci (12-24 meseca, zavisno od rase, tipa, ishrane, ambijentalnih faktora i td.). Spermatozoidi, sposobni za oplodnju, se nalaze u spermi krajem druge godine života. Pastuvi su potpuno sposobni za reproduktivno iskorištavanje sa oko 4 godine starosti.

Polno iskorištavanje. Kod prirodnog osemenjavanja (parenja), na jednog pastuva dolazi 30-40 kobila. Može se izvršiti 1-3 pripusta (opasivanja) dnevno. Svakih 7-10 dana, treba napraviti pauzu od 24 sata. Za veštačko osemenjavanje, sperma se uzima 1-3 puta nedeljno. Za priplod se pastuv počinje koristiti sa 4 godine starosti. Mladi pastuvi (3-4 godine) se koriste za pripust najviše 1-2 puta nedeljno. Pastuvi se u priplodu koriste 15-18 godina, ređe 20 i više godina. Najbolji kvalitet sperme se postiže u sezoni parenja (proleće-leto).

Ejakulacija je, kod pastuva, višefazna. Prva faza je vodenasta i u njoj nema spermatozoida. Druga faza je bogata spermatozoidima i mlečno-bele je boje. Treća faza je sluzava i bez spermatozoida. Polni akt (kopulacija) traje 30-60 sekundi. Od uvođenja penisa u vaginu do ejakulacije prođe 7-26 sec. Sperma (ejakulat) se ubacuje u cerviks, odnosno telo materice.

Osobine sperme pastuva

Izgled	sličan mleku ili surutki
Volumen (ukupni)	70 (20 – 300) ml
Volumen gela	27 (0-200) ml
Koncentracija spz. (u 1 ml)	120 (30-800)x10 ⁶
Progresivna pokretljivost	60% (50-80%)
Morfološki promenjenih spz.	maks. 20-30%
pH	6,8 – 7,5

10. REPRODUKCIJA PASA

10.1. OSNOVNI REPRODUKTIVNI PARAMETRI PSA

Reproduktivne funkcije pasa se značajno razlikuju od onih kod farmskih vrsta domaćih sisara (krava, ovca, koza, svinja, konj) i to:

- Kuja je sezonski monoestrična
- Tokom jednog estrusnog ciklusa, kuja ima prolongiranu folikularnu i lutealnu fazu. Između dva diestrusa je dugotrajan anestrus.
- Uterus nema značajnu ulogu u regresiji (luteolizi) žutih tela.
- Kuja ovulira na početku estrusa, i to primarne (nezrele) oocite. Završetak prve mejoze i izbacivanje prvog polarnog tela se događa tokom prvih dana boravka oocita u jajovodu.
- Fertilizacija se događa tek 3 do 5 dana posle ovulacije.
- Pas ima relativno velik volumen ejakulata, ali male koncentracije spermatozoida. Preko 95% volumena semene tečnosti ejakulata, predstavlja sekret prostate, koja je i jedina akcesorna polna žlezda psa.
- Intramisijska kopulacija se vrši pri nepotpunoj erekciji (postoji *os penis*). Potpuna erekcija se postiže tek u momentu početka ejakulacije.

10.2. ESTRUSNI CIKLUS KUJE

Proestrus ili folikularna faza, traje prosečno **9 dana (3-17dana)**. Otok vulve i krvavi vaginalni iscedak. Povećava se koncentracija estrogena od 7 - 25pg/ml do momenta ovulacije nakon čega padne i ispod bazalnog minimuma, a koncentracija progesterona počinje sa rastom od bazalnog minimuma ispod 1ng/ml u krvi. Čelije vaginalnog epitela su jasnog oblika i podležu procesu kornifikacije.

Estrus traje prosečno **9 dana (3-21dana)**. Ženka je receptivna za mužjaka. U vaginalnom brisu dominiraju kornifikovane čelije epitela. Povećava se konc. Progesterona koja u vreme ovulacije postiže vrednosti od 8-10 ng/ml krvnog seruma, a po ovulaciji narednih dana postiže vrednosti i do 25-30 ng/ml. Ovulacija se događa 2 dana posle momenta kada progesteron dostigne ovu koncentraciju.

Disterus traje oko **2 meseca**. Oko 6 dana posle ovulacije, čelije vaginalnog epitela prelaze u ne-kornificirano stanje. Ova faza se završava kada konc. progesterona padne na ispod 1ng/ml seruma, što se događa oko 2 meseca posle ovulacije, ako kuja nije parena, odnosno ako nije gravidna, ili neposredno pre partusa.

Anestrus traje **4-4,5 meseci**. Njegovo trahanje značajno varira između pojedinih kuja, a uslovljeno je genteskim i paragenetskim faktorima. Anestrus započinje kada koncentracija progesterona padne ispod 1ng/ml, a prestaje momentom pojave krvavog vaginalnog iscetka.

Parenje pasa

- Pas uvodi penis u vaginu, sa nekoliko brzih trzaja karlicom. U vagini dolazi do jakog bubrenja bulbasa glans penisa (6 x 4 cm), oko koga se steže mišićni sfinkter vulve. Na taj način se formira tzv. "kopulatorna veza" penisa i vagine.
- Spermalna frakcija se ejakulira za oko 80 sec. Posle intromisije penisa.
- Kopulatorna veza traje 5 do 30 minuta.
- Bistra frakcija (iz uretralnih žl.): 0,1 do 3,0ml.
- Spermalna frakc.: 0,5 do 4,0ml.
- Bistra frakcija (iz prostate): 1,0 do 30ml.

10.3. GRAVIDITET

Gravidnost traje prosečno 63 dana (58 do 68 dana). Razlika između intervala je posledica koja uzrokovana datumom parenja i datuma kada je došlo do oplodnje (spermatozoidi mogu biti fertilno sposobni do 5 dana posle inseminacije!)

Implantacija embriona događa se posle 17. dana od ovulacije;

Dijagnoza gravidnosti se može izvršiti: palpacijom abdomena, ultrazvukom, radiografski i određivanjem hormonskog statusa.

Rast fetusa nije moguće uočiti spolja, pre početka druge polovine gestacije.

Ultrazvučna dijagnostika gravidnosti je moguća posle 18. dana, kada se razviju plodove ovojnice i plodova tečnost.

Fertilitet pasa se kreće oko 85%, u optimalnim uslovima.

10.4. PORODAJ

Porodaj kuje počinje 1 do 2 dana posle naglog pada koncentracije progesterona u krvnom serumu. Pad telesne temperature za 1-2 °C, jedan do dva dana pre početka partusa, posledica je izostanka termogenog efekta progesterona.

Prvi stadijum započinje relaksacijom i dilatacijom cerviksa, kao i prvim kontrakcijama uterusa. Neke kuje su uznemirene, javlja se izraženo dahtanje sa drhtavicom, prave gnezdo i odbijaju hranu. Neke kuje mogu povraćati i imati dijareju. Ovaj stadijum traje oko 12h.

Drugi stadijum uključuje pojačane kontrakcije uterusa i istiskivanje plodova. Tokom ovog stadijuma, većina kuja leži. Novorođeno štene kuja liže, jede plodove ovojnice šteneta i pregriza pupčanu vrpцу. Period između rađanja pojedinih plodova varira i može biti duži od 2- 3h.

Treći stadijum se karakteriše istiskivanjem placenti. Iako se placenta istiskuje sa plodom, može se desiti da prođe oko 15 minuta od istiskivanja placentе.

10.5. LAKTACIJA

Laktacija traje 6 do 9 nedelja. Tokom laktacije, koncentracija progesterona se povećava. Laktacija ne utiče na trajanje perioda anestrusa, kao ni na trajanje perioda između dva estrusa.

Tokom laktacije, menja se sadžaj pojedinih sastojaka mleka. S tim u vezi, treba podesiti ishranu kuje tokom laktacije, naročito ako doji veće leglo. Zavisno od veličine legla, neke kuje zahtevaju i do 300% više hrane u maksimalnoj laktaciji, u odnosu na period pre početka laktacije.

10.6. POLNE FUNKCIJE PASA

Pubertet se definiše kao momenat kada mužjak daje ejakulat sa dovoljnim brojem fertilizaciono sposobnih spermatozoida (obično sa 6 do 9 meseci starosti).

Posle puberteta, pas je sposoban za produkciju fertilne sperme i parenje, tokom cele godine. Za parenje pasa je karakteristično zaptivanje glans penisa putem oteklih bulbusa u vagini kuje. Ovo omogućava da se pas okrene za 180 i zauzme položaj okrenut karličnim delom, prema karličnom delu kuje.

Pas ejakulira relativno veliki volumen sperme.

Osobine sperme pasa

Boja	mlečna
Volumen (ukupni)	10 (2 – 21) ml
Koncentracija sptz. (u 1 ml)	300 x10 ⁶
Ukupan broj sptz. U ejakulatu	3x10 ⁹
Progresivna pokretljivost	85%
Morfološki promenjenih sptz.	maks. 20-30%
pH	6,3 – 6,7

11. REPRODUKCIJA MAČAKA

11.1. OSNOVNI REPRODUKTIVNI PARAMETRI MAČKE

Fiziologija reprodukcije mačaka nije dovoljno izučena. Poznato je da mačka manifestuje seriju neovulatornih estrusa u svakoj sezoni parenja. Iako folikuli rastu i dolazi do sekrecije estrogena u svakom od ovih estrusa, do ovulacije ne dolazi sve dok mačka ne bude parena. Glans penisa mačka je prekriven kornifikovanim resicama. Stimulacija sluzokože vagine, ovim resicama, je odlučujući stimulus za oslobađanje ovulatornog talasa LH.

Ženka postiže polnu zrelost sa 8 do 13 meseci starosti, ali postoji značajna varijacija između pojedinih rasa (manje od 5 do više od 18 meseci). Smatra se da mužjaci sazrevaju u sličnoj satarosti kao i ženke. Reproductivni život traje 15 i više godina.

Mačke su sezonski poliestrične. Mačke koje se drže u zatvorenom prostoru, sa dodatnim dnevnim osvetljenjem, imaju produženu sezonu parenja. Posle postizanja puberteta, mužjaci proizvode fertilnu spermu tokom cele godine, bez značajnijeg sezonskog uticaja na broj i fertilizaciju sposobnost spermatozoida.

11.2. ESTRUSNI CIKLUS MAČKE

- Estrusni ciklus traje 15 do 28 dana.
- **Proestrus** ili folikularna faza, traje 1 do 3 dana. Klinički je teško odrediti ovaj period.
- **Estrus** traje 4-10 dana, kada je mačka receptivna za mužjaka. Ovulacija je provocirana aktom parenja. Obroj ovulacija iznosi 2 do 11, a zavisi od broja i, posebno, frekvencije parenja (3 puta, svaka 3 do 4 sata). Ovulacija se događa 24 do 30h posle parenja.
- **Metestrus** traje 30 do 40 dana, u slučaju da nije došlo do parenja, odnosno uspostavljanja gravidnosti.
- **Diestrus** je faza polnog mirovanja. Različitog je trajanja, zavisno od rase i spoljašnjih faktora (trajanje fotoperioda, dužine izolacije od mužjaka i td.).

11.3. FERTILIZACIJA, GRAVIDITET I PARTUS

Fertilizacija se događa u ampuloistmusnom delu jajovoda. Rani embrioni migriraju kroz jajovod 4-5 dana, i dospevaju u vrhove rogova uterusa 6. dana posle ovulacije.

Graviditet prosečno traje 66 dana (62 do 70 dana), računajući od prvog parenja u estrusu. Placenta je, po rasporedu resica po horionu zonaria (*placenta zonaria*), a prema kontaktnim tkivima između horionske resice i zida kripte endometrijuma endoteliohorialna (*placenta endothelichorialis*). Placentacija se najverovatnije događa 13. do 14. dana posle prvog fertilnog parenja.

Partus traje oko 6h, sa intervalom između rađanja pojedinih plodova od 10 do 60 minuta. Prvi znak skorog porođaja je postepeni pad telesne temperature, ženka je nervozna i priprema gnezdo, a sekrecija mleka započinje nekoliko dana pre partusa.

Prosečna veličina legla kod partusa je 4,3 mačeta, od kojih se do zalučenja, odgoji oko 84%. Mačka može da ostvari prosečno 2,2 legla godišnje, sa prosečnim intervalom između dva

uzastopna partusa od 5,2 meseca. Interestrusni interval, kod mačaka u laktaciji, obično traje 120 dana (66 dana graviditet+54 dana laktacije). Estrus se javlja oko 18. dana posle zalučenja legla.

11.4. REPRODUKCIJA MUŽJAKA

Muški mačići se rađaju sa testisima spuštenim u ingvinalnom kanalu ili skrotumu. Ejakulacija je vrlo brza i traje nekoliko sekundi, a događa se skoro isto sa intromisijom penisa u vaginu mačke. Tokom akta kopulacije, mačak vrši nekoliko intromisija penisa u vaginu. Veći broj kopulacija stimuliše oslobađanje hipotalamičnog GnRH, čime se obezbeđuje pojava adekvatnog ovulatornog talasa LH iz hipofize, što dovodi do provocirane ovulacije, sinhronizovane sa aktom parenja, odnosno dolaskom spermatozoida u jajovode.

Osobine sperme mačora

Boja	mlečna
Volumen (ukupni)	0,26 (0,11 – 0,49) ml
Ukupan broj sptz. u ejakulatu	43 (11– 66) x10 ⁶
Progresivna pokretljivost	65 (44– 85) %
pH	8,6 (8,4 – 8,7)

10. REPRODUKCIJA ŽIVINE

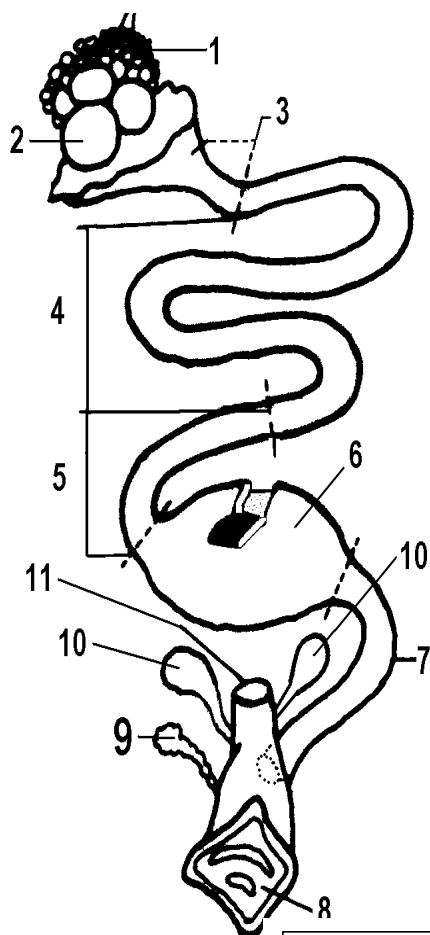
10.1. ANATOMIJA POLNIH ORGANA ŽENKE

Ženski polni trakt se sastoji iz: jednog (levog) jajnika i jednog (levog) jajovoda, koji se završava u kloaki. Materica ne postoji, jer se embrion razvija izvan organizma majke, u jajetu, tokom procesa inkubacije.

Jajnik (*ovarium*). Kod ptica je razvijen samo levi jajnik, dok je desni rudimentiran, tokom embriogeneze. Na jajniku se formiraju folikuli, žute okruglaste strukture, u kojima se razvija jajna ćelija. Žuta boja dolazi od velike količine vitelusa (žumance) jajne ćelije. Veličina folikula pred ovulaciju je različita u zavisnosti od vrste ptica i odgovara veličini žumanceta jajeta.

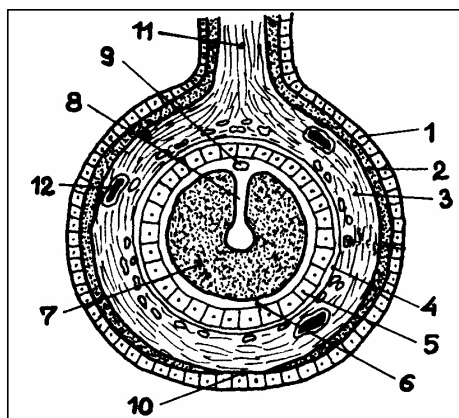
Jajovod (*oviductus*). Takođe je razvijen samo jedan (levi) dok je drugi rudimentiran. To je dugačak (20-30 cm) kanalikularni organ, dosta debelog mišićnog zida. Unutra je presvučen sluzokožom, sa visoko prizmatičnim, trepljastim epitelom. Morfohistološki, a posebno funkcionalno, jajovod je podeljen na sledeće delove: *infundibulum* (levkast otvor prema jajniku),

magnum, *istmus*, *uterus* i *vagina*, koja se otvara u *kloaku*. Kloaka predstavlja zajednički otvor digestivnog i urogenitalnog trakta.



Slika 73. Polni organi kokoške (izvor: Stančić B)

1. Jajnik
2. Zreo folikul
3. Infundibulum jajovoda
4. Magnum
5. Istmus
6. Uterus (otvoren deo zida, vidi se ljuska jajeta)
7. Vagina
8. Kloaka
9. Rudimentiran desni jajovod
10. Slepa creva
11. Zadnji deo creva



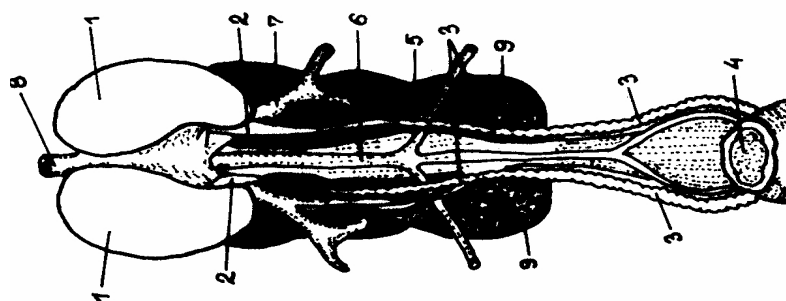
**Slika 76. Zreo folikul jajnika kokoške
(izvor: Stančić B.)**

1. Epitel; 2. Vezivna opna; 3. Teka eksterna; 4. Teka interna; 5. Granuloza ćelije; 6. Perivitelusni prostor oocita; 7. Žumance (vitellus) oocita; 8. Latebra; 9. Jedro oocita; 10. Stigma; 11. Držak folikula; 12. Krvni sudovi zida folikula. Jajna ćelija (oocit) ima svoju

ovojnicu, perivitelusni prostor, u kome je smešteno jetro, vitelus je najveća masa oocita i predstavlja, u stvari, žumance budućeg jajeta.

10.2. ANATOMIJA MUŠKIH POLNIH ORGANA

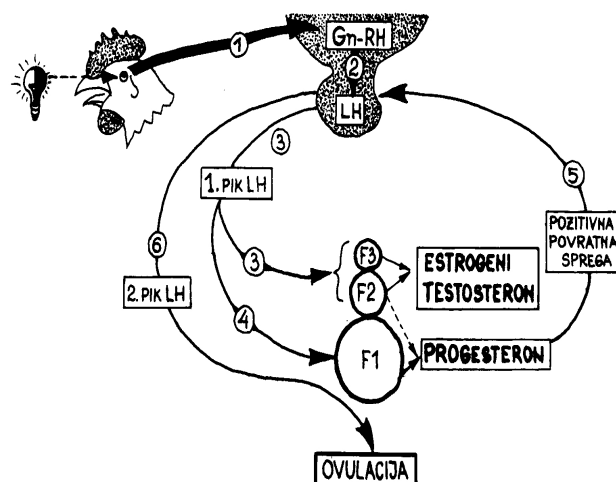
Svi organi muškog polnog trakta su, kod ptica, smešteni u trbušnoj i karličnoj šupljini. Razvijena su oba testesa, a epididimi su slabije razvijeni, u odnosu na sisare. Termoregulacija testesa se vrši strujanjem kroz abdominalne vazdušne kese, koje naležu na testese. Sem vrsta iz reda plovuša, ptice nemaju penis. Semevodi se, kod svih ptica, izlivaju na vrhovima ejakulatornih papila, u zidu kloake. Ovaj deo kloake se naziva proktodeum.



Slika 77. Polni organi petla

1. Testesi; 2. Epididimisi; 3. Semevodi; 4. Kloaka; 5. Ureteri; 6. Aorta; 7. Femoralne vene; 8. Zadnja šuplja vena; 9. Bubrezi.

10.3. OVULACIJA

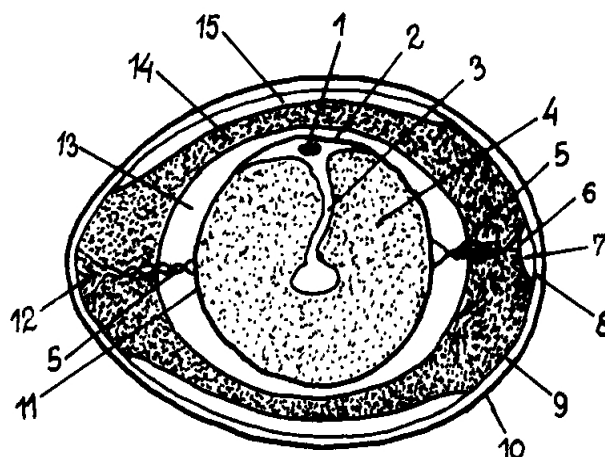


Slika 78. Neuro-endokrina kontrola ovulacije
(*izvor: Stančić B.*)

Skraćivanje svetlosti, u toku dana (1), izaziva sekreciju GnRH iz hipotalamusa (2), što rezultuje oslobađanjem primarnog pika LH iz adenohipofize. Ovo stimuliše sekreciju estrogena i testosterona iz nezrelih folikula jajnika (3) i progesterona iz rastućeg, skoro zrelog folikula (4). Progesteron deluje, pozitivnom povratnom spregom na adenohipofizu (5), što izaziva oslobađanje drugog pika LH (6), oko 8h posle prvog pika LH. Ovo dovodi do ovulacije, za oko 2h posle oslobađanja sekundarnog pika LH.

ANTOMSKI NAZIV		FUNKCIJA		VREME	
OVARIJUM	CM	FOLIKULI	 FORMIRANJE OVOCITA SINTEZA ŽUMANCETA	150 D	
	7			10 D	
	3,5	OVOCIT	OVULACIJA		
OVIDUKT	9	INFUNDIBULUM	OPLODNJA	20min	24 - 26 h
	33	MAGNUM	FORMIRANJE BELANCA	3h30	
	10	ISTMUS	FORMIRANJE LUSKINIH MEMBRAHA	1h15	
	10	UTERUS	FORMIRANJE LUSKE	21h	
	10	VAGINA	KONZERVACIJA SPERMATOZOIDA		
		KLOAKA	IZBACIVANJE JAJETA (OVIPOZICIJA)	90min	
			SNEŠENO JAJE		

Slika 79. Formiranje jajeta u jajovodu

Slika 80. Građa jajeta kokoške
(izvor: Stančić B.)

1. Embrionalni disk (animalni pol); 2. Vitelusna membrana; 3. Latebra; 4. Žumance (vitelus); 5. Halaze; 6. Unutrašnja ljuskina membrana; 7. Vazдушna komora; 8. Spoljašnja ljuskina membrana; 9. Tvrdna ljuska; 10. Kutikula; 11. Veza halaze sa vitelusnom membranom; 12. Ligament halaze; 13. Unutrašnje tečno belance; 14. Gusti deo belanca; 15. Spoljašnje tečno belance.

Tabela 9. Težina jajeta i procentualni odnos nekih njegovih delova

Vrsta	Ukupna masa jajeta (g)	% od ukupne mase jajeta		
		žumance	belance	ljuska i membrane
GUSKA	155	30 - 33	55 - 58	11 - 13
PATKA	92	33	57,5	9,5
DIVLJA PATKA	75 - 85	33 - 37	50 - 53	11 - 13
KOKOŠKA	50 - 70	25 - 35	57 - 65	8,5 - 10,5
MORKA	35 - 45	25 - 35	50 - 60	15
FAZAN	29 - 32	30 - 32	52 - 55	9,5 - 10,5

10.4. LEŽENJE JAJA (ovipozicija)

Ovulacija se događa pod uticajem drugog pika LH, kada se on izluči u tamnom delu dana. Ako moment izlučivanja ovog talasa padne u toku svetlog dela dana, do ovulacije neće doći, pa će toga dana izostati leženje jaja (ovipozicija).

Ovipozicija se događa svakih 25 do 27 časova. Kontrolisana je neurohormonalnim mehanizmima, delovanjem *vasotocina* i *prostaglandina*.

Klačing je period nošenja jaja, svakog dana za redom. Direktno je povezan sa momentom ovulacije. Kad izostane ovulacija, sledećeg dana nema ni ovipozicije. Tako se završava jedna klač-faza. Broj snesenih jaja u jednoj klač-fazi zavisi od vrste i rase i opada sa starošću nosilje: od 10-20 jaja u jednoj klač-fazi, do 4-5 jaja.

Mitarenje je proces gubljenja i obnove perja, tokom koga izostaje nošenje jaja. Prestanka nošenja jaja je posledica neosetljivosti hipotalamusa na pozitivno povratno delovanje progesterona, u smislu oslobađanja GnRh i, posledično, oslobađanja LH iz adenohipofize. Zbog toga izostaje folikularni rast i ovulacija. Mitarenje traje 4 do 6 nedelja, jednom godišnje. Posle toga se nastavlja proces nošenja jaja, ali sa smanjenim intenzitetom.

10.5. OPLODNJA I INKUBACIJA

Sperma se ubacuje u vaginu, odakle se brzo (za 15 minuta) transportuju do infundibuluma. Oplođnja se može dogoditi nekoliko minuta, nakon dolaska spermatozoida u infundibulum. Spermatozoidi ostaju živi i sposobni za oplodnju u jajovodu ptica 30 dana (kokoš) do 70 dana (ćurka). Oni se čuvaju u tubularnim žlezdama, koje se nalaze na prelazu između vagine i uterusa i između magnuma i infundibuluma.

Oplođnja se događa neposredno posle ovulacije, na samom početku infundibuluma jajovoda. Polispermija se događa, ali se formira samo jedan muški pronukleus, u normalnim slučajevima. Vrednost oplodnje, broj oplodnenih od broja snesenih jaja, varira u zavisnosti od većeg broja faktora: odnos broja kokošaka i petlova u jatu (optimalno je 4-5 kokošaka na jednog petla),

starost ženki i mužjaka, godišnja sezona (najveći broj oplodjenih jaja se nalazi tokom kasne zime i ranog proleća, a tokom leta znatno opada).

Inkubacija je period prirodnog ili veštačkog zagrevanja jaja posle nošenja, u toku koga se razvija embrion, sve do potpuno formiranog pileta, sposobnog za samostalan život. Broj izleženih od broja inkubiranih jaja (% izvaljivanja) zavisi od raznih uslova čuvanja jaja pre inkubacija, kao i od uslova inkubacije.

10.6. SPERMA PTICA

Ejakulat ptica je znatno manje zapremine i veće koncentracije spermatozoida, od ejakulata sisara.

Najveći deo spermalne tečnosti potiče iz testisa i epididimisa, a manji iz semevoda.

Ptice nemaju akcesorne polne žlezde, što je glavni razlog malog volumena spermalne plazme.

Morfološki se spermatozoidi ptica znatno razlikuju od spermatozoida sisara. Kod ptica je spermatozoid duži, glava je znatno duža i uža, sa izduženim i šiljatim akrozomom. Na maloj slici je spermatozoid nerasta.

Tabela 10. Osnovne karakteristike sperme ptica

<i>Vrsta</i>	<i>Rasa</i>	<i>Volumen ejakulata (ml)</i>	<i>Ukupan br. spermatoz. (x 109/ml)</i>	<i>Boja sperme</i>	<i>Dužina spermatoz. (mm)</i>
PETAO	<i>teške</i>	0,2- 0,8	1 - 4	belo-mlečna	glava: 12 rep: 95 ceo: 107
	<i>lake</i>	0,3 – 1,5	3 - 10	belo-mlečna	-
ĆURAN	-	0,2 – 1,0	6 - 12	belo-mlečna	-
PATAK	<i>domaće</i>	0,2 – 1,2	1 - 4	žuta i bistra	-
	<i>divlje</i>	0,05 – 1,5	1 – 4,5	-	-
GUSAN	-	0,1 – 0,5	0,2 – 1,0	žuta i bistra	-

Tabela 11. Važnije reproduktivne osobine ptica

<i>Vrsta</i>	<i>Inkubacija (dani)</i>	<i>Starost kod puberteta (meseci)</i>	<i>Broj jaja godišnje</i>	<i>Fertilitet (%)</i>	<i>Izvaljivosti (% od broja oplodjenih)</i>
KOKOŠKA	21	5 – 6	230-270	90	90
ĆURKA	28	7 – 8	90	80 - 85	80
PATKA	27 - 28	6 – 7	180	95	70
GUSKA (laki tip)	30	9 – 10	60	70	80
GUSKA	33	10 – 12	50	65	75

<i>(teški tip)</i>					
FAZAN	24 - 26	10 – 12	60	95	85

11. BIOTEHNOLOGIJA U REPRODUKCIJI

U intenzivnom farmskom uzgoju, na životinje, vrlo često, deluje veći broj faktora, koji sprečavaju životinju da, fenotipski ispolji maksimalne vrednosti svojih genetskih potencijala za reproduktivne osobine. Zbog toga je potrebno da se primene razne biotehnoške metode, kojima je moguće kontrolisati i stimulisati pojedine reproduktivne funkcije.

A. BIOTEHNOLOŠKE METODE:

- * Hormonska
- * Kontrola fotoperioda
- * Kontrolisana ishrana
- * Efekt mužjaka

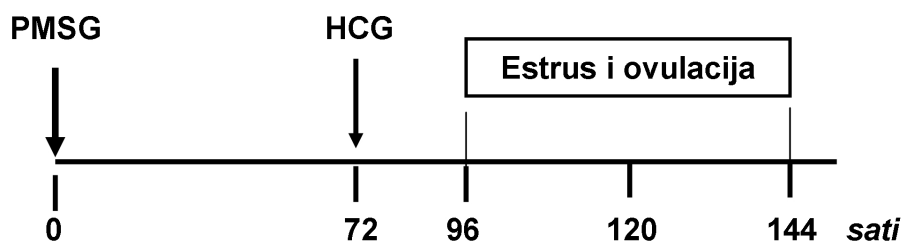
B. KONTROLA REPRODUKTIVNIH FUNKCIJA:

- * Indukcija sinhronizovane pojave puberteta
- * Indukcija sinhronizovane pojave estrusa i ovulacije kod polno zrelih (cikličnih) ženki
- * Indukcija superovulacije
- * Dijagnoza gravidnosti
- * Indukcija sinhronizovanog partusa
- * Veštačko osemenjavanje
- * Transplantacija ranih embriona
- * Sexing (određivanje pola)
- * *In vitro* maturacija (*IVM*) i fertilizacija (*IVF*) oocita
- * Kloniranje, Transgeneza i Formiranje himera

11.1. IZAZIVANJE SINHRONIZOVANE POJAVE PUBERTETSKOG ESTRUSA I OVULACIJE

11.1.1. HORMONSKA METODA

Koriste se placentalni (*PMSG i HCG*) ili hipofizarni (*FSH i LH*) gonadotropini.



Slika 81. Sinhronizacija estrusa i ovulacije kod prepubertetskih nazimica

11.1.2. EFEKT MUŽJAKA

Ako se grupa polno nezrelih (cikličnih) ženki, u kasnoj prepubertetskoj fazi, stimuliše punim kontaktom sa polno zrelim (odraslim) mužjacima, dobrog polnog libida, unutar 7-10 dana posle početka stimulacije, većina ženki će manifestovati sinhronizovanu pojavu prvog pubertetskog estrusa sa ovulacijom.

11.1.3. KONTROLA FOTOPERIODA

Kontrolisanim trajanjem dnevnog fotoperioda je moguće znatno ubrzati i sinhronizovati pojavu prvog pubertetskog estrusa. Ova metoda je efikasna kod vrsta koje ispoljavaju sezinsku polnu aktivnost. Konjima treba produžavati, a ovcama skraćivati dnevni fotoperiod. Ova stimulacija traje duži vremenski period (50 do 60 dana).

11.2. SINHRONIZACIJA ESTRUSA I OVULACIJE KOD POLNO ZRELIH (CIKLIČNIH) ŽENKI

Sinhronizovana pojava estrusa i ovulacije, kod asinhrono spontano cikličnih ženki, može se izazvati primenom adekvatnih hormonskih supstanci, kojima se *kontrolise trajanje lutealne faze* spontanog estrusnog ciklusa. Lutealna faza spontanog ciklusa se može *skratiti (primenom*

luteolitičkih preparata) ili *produžiti* (primenom *progestagenih preparata*). U oba slučaja se tretirane životinje, posle prestanka tretmana, dovode istovremeno (sinhronizovano) na početak folikularne faze (proestrus) novog estrusnog ciklusa. Na taj način, životinje sinhronizovano manifestuju estrus i ovulaciju, unutar 2 do 5 dana posle prestanka tretmana.

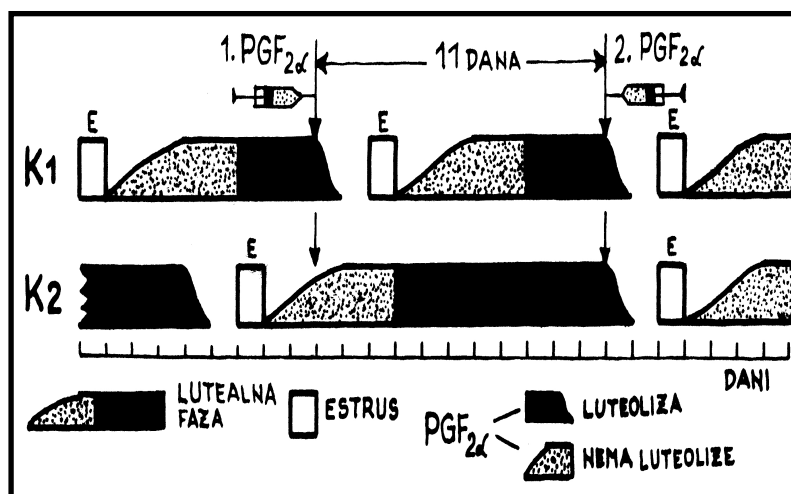
Kao *luteolitičke supstance* se koriste preparati prostaglandina F2a (*PGF2a*) ili njegovi visokopotentni sintetički analozi (*Cloprostenol-D*). Luteolitici se aplikuju injekcionim putem (obično intramuskularno, i/m).

Kao *progestagene supstance* se koriste preparati nativnog *progesterona* ili progestagene sintetičke supstance (*Altrenogest*). Progestageni preparati se mogu aplikovati: (a) *per os* (u hrani), kod svinja, (b) natopljeni u intravaginalne sundere, kod ovaca ili (c) u vidu subkutanih implantata, obično kod goveda.

Na dan prestanka tretmana luteoliticima ili progestagenima, životinje se mogu tretirati i jednokratnom i/m injekcijom PMSG, a 56-72h kasnije i/m injekcijom HCG, kako bi se: (a) bolje sinhronizovala ovulacija, (b) povećala ovulaciona vrednost, radi dobijanja većeg broja potomaka u leglu ili (c) izazvala superovulacija.

A. Skraćivanje lutealne faze

U slučaju kada nije poznato u kojoj fazi spontanog estrusnog ciklusa se nalazi svaka pojedinačna ženka, tretman luteoliticima se izvodi sa dva injekcije, u razmaku od 11 dana (kod goveda) ili 9 dana (kod ovaca). Estrus i ovulacija se javljaju 2 do 4 dana posle zadnje injekcije luteolitika.



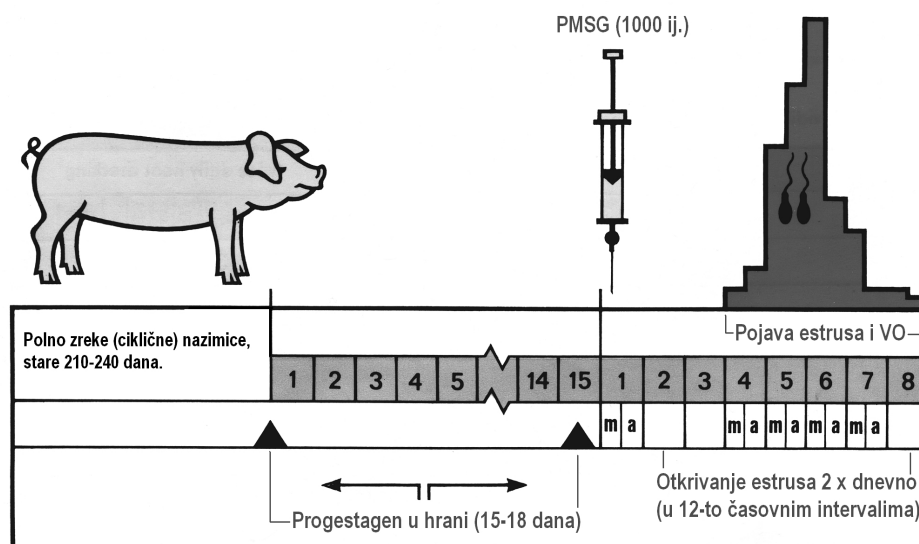
Slika 82. Skraćivanje lutealne faze kod krave
(shema: Stančić B.)

Posmatramo dve krave (K1 i K2), koje se nalaze u različitim fazama spontanog estrusnog ciklusa. Prva krava (K1) je, u momentu davanja prve injekcije PGF2a, bila na kraju lutealne faze spontanog E-ciklusa, a druga na početku lutealne faze spontanog E-ciklusa. Zbog toga je, kod K1, došlo do luteolize i ona je manifestovala estrus (E) za 2 dana posle prve injekcije prostaglandina, dok je druga nastavila svoj spontani ciklus, jer rani corpus luteum ne reaguje luteolizom. Kada je, nakon 11 dana, izvršen ponovni tretman injekcijom prostaglandina, obe krave su bile pri kraju lutealne faze, pa je, kod obe, izazvana

luteoliza. Tako su obe krave sinhronizovano dovedene u proestrus, pa su, posle 2 dana, sinhronizovano ispoljile estrus i ovulaciju.

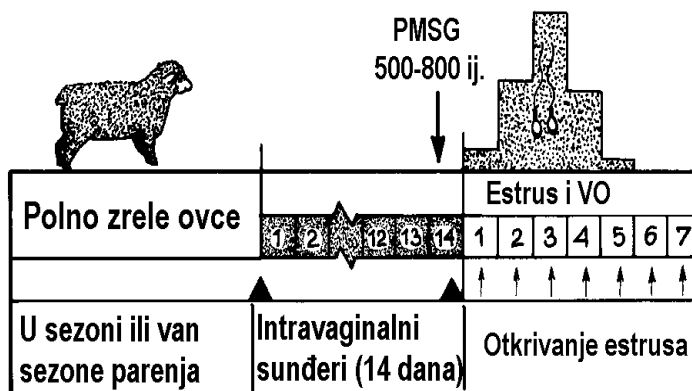
B. Produžavanje lutealne faze

Nazimice koje su već imale barem jedan spontani estrusni ciklus (polno zrele), tretiraju se progestagenim preparatom, koji se dodaje u dnevni obrok, toko, 15 do 18 dana. Sledećeg dana po prestanku tretmana, nazimise se tretiraju jednokratnom i/m injekcijom 1000ij PMSG. Estrus i ovulacija se javljaju 4 do 8 dana posle prestanka tretmana.



Slika 83. Sinhronizacija estrusa polno zrelih nazimica

Ovcama se, u vaginu, postavljaju sunđeri (pesari), natopljeni sintetičkom progestagenom supstancom (Fluorogeston acetat – FGA; Medroksiprogesteron acetat – MPA). Na dan vađenja sunđere, svaka ovca dobija i/m injekciju PMSG (izvan sezone obavezno, a u sezoni ako se želi povećati ovulaciona vrednost, tj. Broj rođene jagnjadi po ovci). Veštačko osemenjavanje se može izvršiti dvokratno (48h i 60h) ili jednokratno (oko 56h) posle injekcije PMSG, bez obzira da li je estrus otkriven ili nije, ovnom probačem.

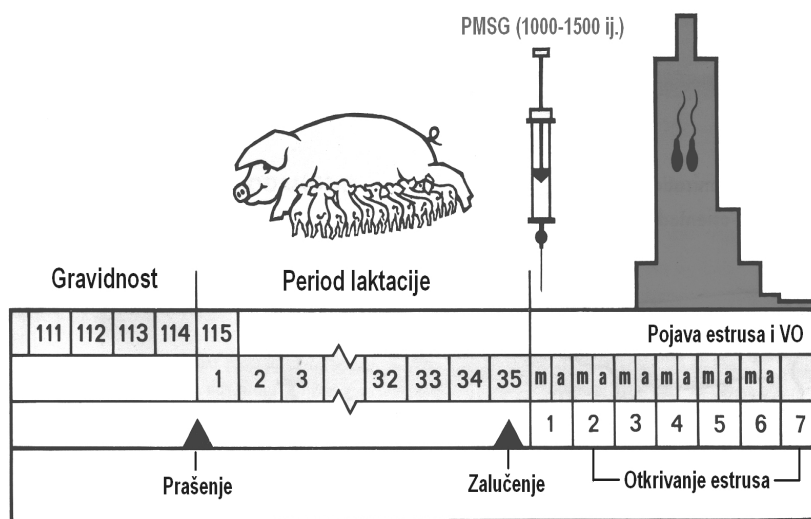


Slika 84. Sinhronizacija estrusa polno zrelih ovaca
(shema: Stančić B.)

C. Izazivanje estrusa i ovulacije *post partum*

Ovaj postupak se, najčešće, izvodi kod krmača posle zalučenja prasadi, odnosno završetka laktacije. Cilj je da se izazove sinhronizovana pojava estrusa, unutar 3-4 dana posle zalučenja, kod preko 85% zalučenih krmača. Na taj način se postiže znatno veći % uspešne koncepcije i veći broj prasadi u rezultirajućem leglu. Krmače se, 24h posle zalučenja, tretiraju jednokratnom i/m injekcijom 1.000 i.j. (prvopraskinje) do 1.500 i.j. (višepraskinje) PMSG. Radi bolje sinhronizacije ovulacije, 72h posle PMSG, daje se jednokratna i/m injekcija 500-750 i.j. HCG.

Kako krave spontano uspostavljaju estrusni ciklus i ovulaciju, unutar prve 2 do 3 nedelje *post partum*, jer laktacija ne inhibira uspostavljanje ovarijalne aktivnosti (za razliku od krmače), sinhronizacija estrusa se izvodi kombinacijom prostaglandina i gonadotropina.



Slika 85. Indukcija sinhronizovanog estrusa kod zalučenih krmača

11.3. IZAZIVANJE SUPEROVULACIJE

Superovulacija je oslobađanje znatno većeg broja jajnih ćelija, u jednom estrusnom ciklusu, od onog koji je normalan za određenu vrstu. Tako se, na primer, za superovulaciju krmače smatra preko 23 ovulirane jajne ćelije, a za nazimicu 18 i više ovuliranih jajnih ćelija.

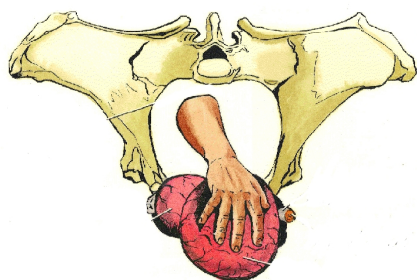
Superovulacija se izaziva tremanom plotkinje većim dozama gonadotropina (PMSG, HCG, FSH, LH). Doza zavisi od vrste, starosti, telesne mase i opšte kondicije životinje. Ako se radi o sezonski polna aktivnim životinjama, onda je važno znati da doza gonadotropina mora biti nešto veća izvan, od one u toku sezone parenja. Takođe je važno znati da nije moguće neograničeno povećavati dozu gonadotropina, a da to ne ostavi štetne posledice po tretiranu plotkinju. Povećanje doze gonadotropina će, samo do određene granice, biti praćeno sa, manje ili više, proporcionalnim povećanjem ovulacione vrednosti. Dalje će se značajno povećavati broj folikularnih cista, što su patološke strukture jajnika i nisu poželjna reakcija životinje. Osim toga, dobijanje suviše velikog broja ovuliranih oocita, ima za rezultat povećanje broja nekvalitetnih oocita, tj. oocita koji nisu sposobni za oplodnju i/ili normalan embrionalni razvoj. Obično su degenerisani oociti koji se zadnji ovuliraju. Kod indukcije superovulacije, proces ovulacije se značajno produžava, u odnosu na njegovo normalno (fiziološko trajanje). O tome treba voditi računa kod definisanja vremena inseminacije superovuliranih ženki.

11.4. DIJAGNOZA GRAVIDNOSTI

Sa zootehničkog, sanitarno-veterinarskog i ekonomskog stanovišta, veoma je važno da se dijagnoza gravidnosti postavi što ranije posle osemenjavanja. Posebno je važno tačno ustanoviti da životinja nije gravidna. Izostanak estrusne cikličnosti, posle osemenjavanja, jedan je od znakova gravidnosti, ali može biti i posledica drugih stanja. Zbog toga, ovo nije najefikasniji način dijagnoze gravidnosti.

U praksi se koriste brojne metode dijagnoze gravidnosti, među kojima su najznačajnije:

1. Direktna palpacija unutrašnjih polnih organa *per rectum*.
2. Laboratorijsko utvrđivanje specifičnih hormona gravidnosti u krvi, mleku, urinu.
3. Histološke metode utvrđivanja promena na sluzokoži vagine.
4. Ultrasonografske metode.

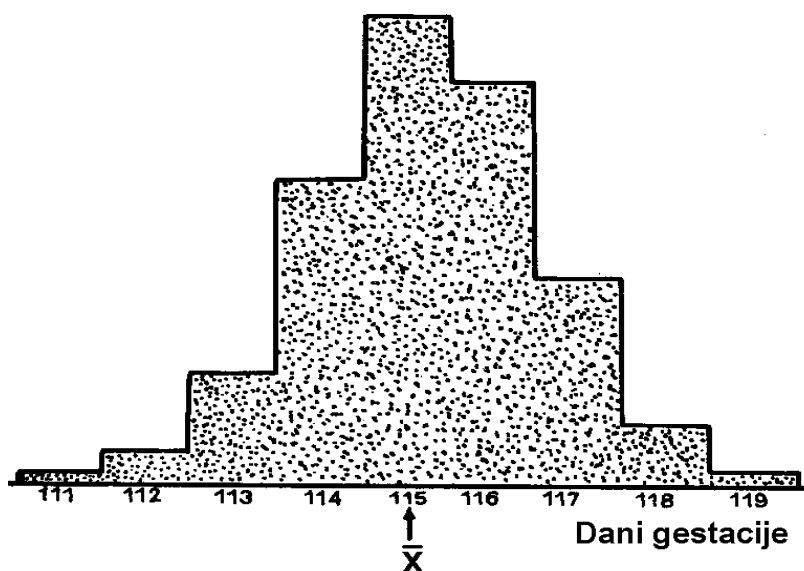


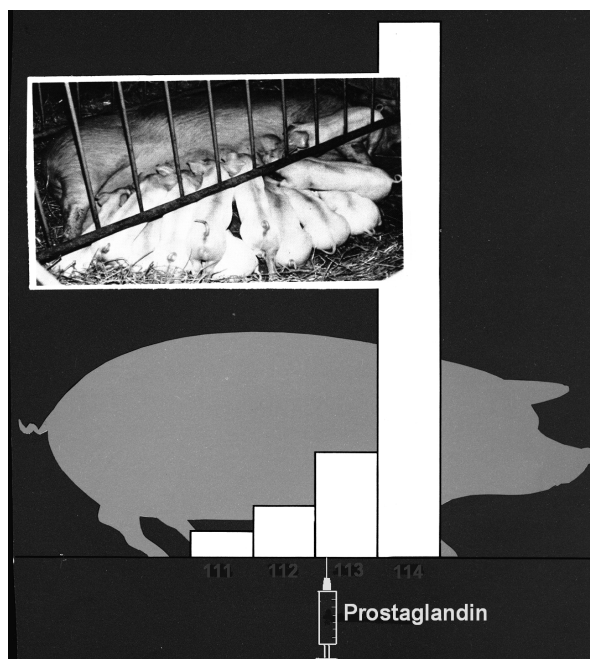
A

B

Slika 86. Gijagnoza gravidnosti rektalnom (A) i ultrazvučnom metodom (B)*(izvor: internet 6)**(izvor: internet 7)***11.5. SINHRONIZACIJA PARTUSA**

Na velikim farmama, gde svaki dan ima veći broj porođaja, vrlo je korisno da se svi porođaji obave unutar radnog vremena. Na taj način se obezbeđuje stručan nadzor, vođenje i eventualna intervencija kod porođaja. To ima za rezultat znatno manji broj problema ili gubitaka, kako porođilja, tako i novorođene mladunčadi. Indukcija porođaja se vrši injekcijom prostaglandina F2a ili njegovih sintetičkih analoga, 1 do 2 dana pred planiran termin porođaja. Većina tretiranih ženki započinje porođaj unutar 24-36h posle tretmana. Indukcija partusa je naročito interesantna na svinjogojskim farmama, jer ima relativno puno prašenja u toku jednog dana. Pokazalo se da je indukcijom prašenja moguće smanjiti peripartalne gubitke prasadi za 30-40%.

**Slika 87. Distribucija trajanja gestacije svinja**



Slika 88. Distribucija prašenja posle injekcije prostaglandina
Uočiti znatno bolju sinhronizovanost prašenja.

11.6. VEŠTAČKO OSEMENJAVANJE (VO)

Veštačko osemenjavanje (VO) je biotehnološka metoda, čija primena je, u poslednjih pedesetak godina, najznačajnije uticala na veliki napredak u stočarskoj proizvodnji. To je postignuto zbog toga što VO omogućava:

- Dobijanje znatno većeg broja potomaka od jednog genetski superiornog priplodnjaka, jer se od jednog ejakulata može napraviti veći broj inseminacionih doza i osemeniti veći broj plotkinja.
- Kontrolu kvaliteta ejakulata, pre njegove upotrebe za inseminaciju.
- Sprečavanje širenja zaraznih bolesti, posebno onih koje se prenose polnim kontaktom.
- Transport sperme, tj. VO-doza na velike udaljenosti.
- Dugotrajno čuvanje sperme genetski kvalitetnih priplodnjaka.
- Prodaja sperme, čime se ostvaruje značajna finansijska dobit.
- Različita naučna ispitivanja fiziologije sperme, optimalnog vremena osemenjavanja, procesa oplodnje i td.

11.6.1. TEHNOLOGIJA VO

Veštačko osemenjavanje je zootehnička metoda unošenja sperme u polne organe ženke, upotrebom posebnih instrumenata. Ova tehnologija obuhvata izvođenje sledećih postupaka:

- 1. Uzimanje sperme od priplodnjaka.**
- 2. Kontrola kvaliteta dobijene sperme u laboratoriji.**
- 3. Razređivanje sperme i pravljenje određenog broja inseminacionih doza.**
- 4. Čuvanje doza razređenje sperme do momenta upotrebe (inseminacije).**
- 5. Izvođenje inseminacije plotkinje.**

Svaki od ovih postupaka ima svoje principe, koji moraju biti striktno zadovoljeni, jer samo tako se može postići maksimalan uspeh veštačkog osemenjavanja. Pre svega, meren brojem (%) uspešno osemenjenih plotkinja.

Pored navedenih postupaka, uspeh VO zavisi i od drugih faktora, kao što su: **(a)** pravilno otkrivanje momenta početka estrusa i ovulacije, odnosno pravilna definicija optimalnog vremena inseminacije, u odnosu na početak estrusa, odnosno moment ovulacije, **(b)** pravilan odgoj i eksploatacija priplodnih životinja (mužjaka i ženki), **(c)** pravilan postupak sa plotkinjom posle inseminacije, **(d)** dobro zdravstveno stanje životinja, **(e)** dobri higijenski uslovi držanja životinja i tehnologije VO i td.

Uzimanje sperme od priplodnjaka

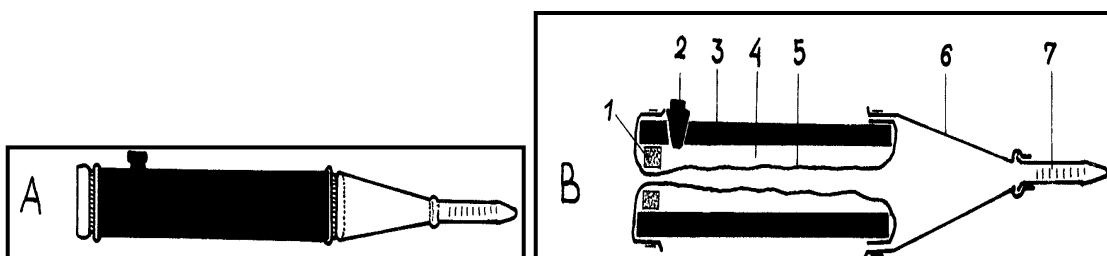
Sperma (ejakulat = zapremina sperme, koju priplodnjak izbacuje u jednom skoku, ejakulaciji) se može uzeti od priplodnjaka sledećim metodama: **(a)** veštačkom vaginom, **(b)** manuelnom fiksacijom penisa, **(c)** elektroejakulacijom i **(d)** masažom akcesornih polnih žlezda.

Veštačka vagina je specijalna naprava, kojom se imitiraju uslovi u vagini (temperatura, skliskost i pritisak). Ovi faktori su stimuli za izazivanje refleksa ejakulacije kod mužjaka. Temperatura (oko 39°C) se postiže tako što se, u međuprostor između tanke (unutrašnje) i debele (spoljašnje) gume veštačke vagine, sipa temperirana voda. Skliskost se postiže tako što se unutrašnji zid veštačke vagine namaže nekom neutralom mašću, dok se pritisak postiže naponom vode u međuprostoru između spoljašnjeg i unutrašnjeg zida vagine. Na suprotnom kraju veštačke vagine, od otvora kroz koji ulazi penis, fiksira se spermosabirač. Važno je da cela vagina, a posebno spermosabirač, bude zaštićen od uticaja spoljašnje temperature i svetlosti. To se postiže specijalnom navlakom. Ovom metodom se uzima sperma od bika, pastuva i ovna.

Manuelna fiksacija penisa se koristi za uzimanje sperme od nerasta. Naime, pokazalo se da nerast slabije manifestuje refleks ejakulacije i daje lošiji kvalitet ejakulata, ako se sperma uzima veštačkom vaginom. To je zbog toga što: (a) nerast ima duže trajanje ejakulacije i (b) što je, za stimulaciju refleksa ejakulacije, kod nerasta, primaran stimulus pritiska, koji nije moguće, u dovoljnoj meri, postići veštačkom vaginom. Zbog toga se, posle erekcije, rukom u rukavici, čvrsto hvata i stiska glans penisa, sve dok nerast ne završi kompletnu ejakulaciju.



Slika 89. Uzimanje sperme primenom fantoma ili estrične ženke
(Izvor : Internet 8 i 9.)



Slika 90. Veštačka vagina. Spoljašnji izgled (A) i poprečni presek (B)
(Shema: Stančić B.)

Prstenati sunder na ulazu u veštačku vaginu (1); Ventil za usipanje vode (2); Sopljašnji cilindrični zid od tvrde gume (3); Međuprostor u koji se sipa temperirana voda (4); Unutrašnji cilindrični zid od meke gume (5); Gumena navlaka, kojom se spaja telo veštačke vagine sa spermosabiračem (6); Spermosabirač (7).

Kontrola kvaliteta dobijene sperme u laboratoriji

Pod kontrolom kvaliteta dobijene sperme (ejakulata) se, pre svega, podrazumeva određivanje njegove fertilizacione sposobnosti. Osim toga, može se odrediti njegov mikrobiološki kvalitet (prisustvo patogenih i drugih mikroorganizama). Fertilizacioni kapacitet ejakulata se, najčešće, određuje indirektno, određivanjem nekih osobina i parametara ejakulata, koji su manje ili više povezani sa njegovom oplodnom sposobnošću.

Kontrola kvaliteta sperme se može odrediti sledećim metodama:

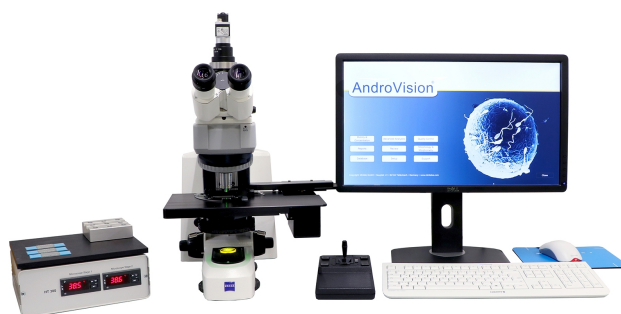
1. **Makroskopskim,**
2. **Mikroskopskim i**
3. **Fizičko-hemijskim.**

Kvalitet dobijenog (nativnog) ejakulata se određuje neposredno posle uzimanja od priplodnjaka. Za to je potrebna adekvatno opremljena laboratorija, u kojoj vladaju potrebni sanitarno-higijenski i ambijentalni uslovi.

Tabela 12. Vrednosti osnovnih makroskopskih parametara ejakulata

<i>Vrsata</i>	<i>Volumen ejakulata</i>	<i>Boja ejakulata</i>
BIK	5 – 15 ml	mlečno-bela do žućkasta
OVAN	0,5 – 2,0 ml	mlečno-bela
NERAST	100 – 500 ml	prozirno-bela do mlečno-žućkasta
PASTUV	50 – 100 ml	mlečno-bela

Mikroskopska ocena sperme se izvodi pod svetlosnim mikroskopom i obuhvata određivanje sledećih parametara i osobina spermatozoida: stepen (%) progresivne pokretljivosti, ukupan broj spermatozoida u ejakulatu, broj živih, mrtvih i morfološki promenjenih, prisustvo koagulacije spermatozoida, prisustvo stranih materija (krv, gnoj, epitelne ćelije, nečistoća) i prisustvo mikroorganizama. Danas to u većini slučajeva radi CASA (Computer assisted sperm analysis) .

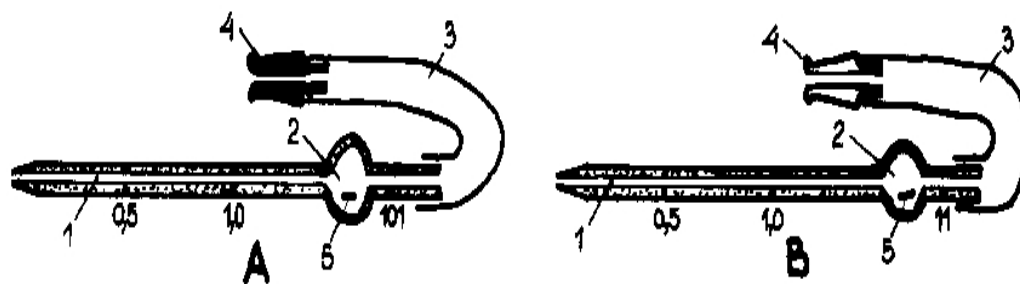


Slika 91. CASA sistem za kontrolu kvaliteta sperme
(izvor : internet 10.)

Progresivna pokretljivost se izražava procentom progresivno pokretnih, od ukupnog broja spermatozoida u vidnom polju. Samo progresivno pokretni spermatozoidi su sposobni za oplodnju. Spermatozoidi se mogu kretati i cirkularno, talasasto, spiralno ili mogu biti nepokretni. Progresivna pokretljivost je osobina, koja je vrlo značajno povezana sa oplodnom sposobnošću spermatozoida.

Broj živih spermatozoida se određuje različitim metodama brojanja: (1) metoda hemocitometrije i (2) metoda fotometrije. Prva metoda se češće koristi u praksi. Za ovu metodu je potreban svetlosni mikroskop, komorica za brojanje eritrocita (hemocitometer), melanžer za eritrocite ili leukocite (zavisno od vrste životinja) i 3% vodeni rastvor NaCl.

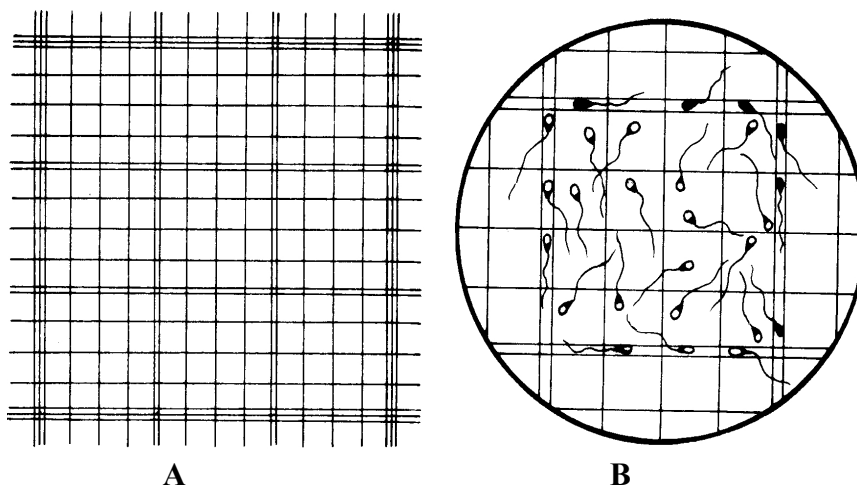
Postupak brojanja: Pod mikroskop se postavi hemocitometer i, na malom uvećanju, se pronade mrežica (komorica) za brojanje. Zatim se, u melanžer uvuče nativna sperma, do oznake 0,5, a 3% NaCl do oznake 11 (kod melanžera za leukocite), ili do oznake 101 (kod melanžera za eritrocite). Tako se, u melanžeru, napravi razređenje sperme u odnosu 1:20 ili 1:200. Eritrocitarni melanžer se koristi za gustu spermu (bik, ovan, jarac), a leukocitarni za retku spermu (nerast, pastuv). Palcem i srednjim prstom se zatvore krajevi melanžera i promućka se nekoliko puta. Prva kap, iz kapilare melanžera, se ispusti, a ostatak se ubaci između pokrovne pločice i stakla hemocitometra. Objektiv mikroskopa se podesi na srednje uvećanje i broje se spermatozoidi, koji se nalaze u 5 srednjih (80 malih) kvadratića mrežice.



Slika 92. Melanžer za eritrocite (A) i leukocite (B)

(Shema: Stančić B.)

Kapilara (1), bulbus (2) gumena cevčica (3), plastična sisaljka za usta, crvena kod eritrocitarnog, a bela kod leukocitarnog melanžera (4) i plastična perlica, za bolje mešanje sperme i NaCl (5).



Slika 93. Mrežica komorice hemocitometra za brojanje spermatozoida (A) i izgled jednog srednjeg kvadrata (16 malih) u vidnom polju mikroskopa, sa spermatozoidima koji se broje (bele glave) (B)

Primer izračunavanja ukupnog broja spermatozoida u ejakulatu, metodom hemocitometrije

- Ejakulat nerasta iznosi 300 ml.
- U leukocitarnom melanžeru je napravljeno razređenje native sperme 1 : 20.
- U 5 srednjih kvadrata hemocitometra, izbrojano je ukupno 200 spermatozoida.

Formula za izračunavanje broja spermatozoida u 1 ml native sperme, glasi:

$$C = n \cdot r \cdot 50.000$$

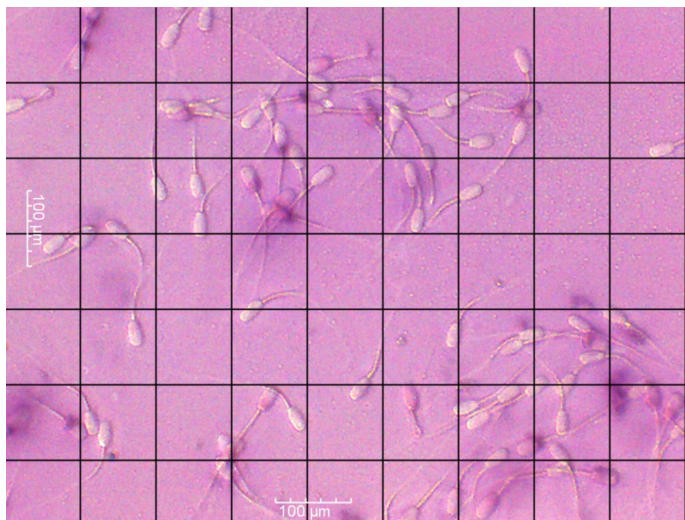
Gde je: **n** = broj izbrojanih spermatozoida u 5 kvadrata hemocitometra,
r = napravljeno stepen razređenja sperme u melanžeru, a
50.000 koeficijent, specifičan za svaku vrstu hemocitometra. To je, u stvari zapremina 5 srednjih, odnosno 80 malih kvadratića. Zapremina jednog malog kvadratića je ugravirana na staklu svakog hemocitometra.

U našem primeru je $C = 200 \cdot 20 \cdot 50.000 = 20.000.000$ spermatozoida u 1 ml native sperme ispitivanog ejakulata. Ako se ovaj broj pomnoži sa 300 ml zapremine ejakulata, dobija se da ukupan broj spermatozoida u ejakulatu iznosi 60 milijardi (60×10^9).

Broj živih, mrtvih i morfološki promenjenih spermatozoida u ejakulatu se iskazuje u procentima od ukupnog broja spermatozoida. Ovaj broj se može odrediti različitim metodama i postupcima, pre svega histološkim bojenjem spermatozoida. Uviih bojenja ima više vrsta, ali je, za praksu, najprihvatljivija i najjednostavnija tzv. *metoda bojenja po Blom-u*.

Postupak bojenja spermatozoida po Blom-u. Za ovu metodu je potrebna nativna sperma, histološke boje *eozin* (10% vodeni rastvor) i *nigrozina* (5% vodeni rastvor), staklena predmetna pločica (2 komada), stakleni štapić ili pipeta, plamenik i svetlosni mikroskop. Na predmetnu pločicu se, prvo stavi kap sperme (veličine glave čiode), zatim duplo veća kap nigrozina i troduplo veća kap eozina. Pod uglom od oko 45°, u odnosu na staklenu predmetnicu, pored kapi sperme, postavi se druga predmetna pločica, pa se sperma pomeša sa kapima eozina i nigrozina i, jednim potezom, razvuče se tanak sloj po predmetnici, tako da ima vrlo bledu crvenkastu boju. Zatim se ovaj preparat, sa donje strane predmetnice, nekoliko puta provuče iznad plamena plamenika, da se preparat brzo osuši. Tako suv preparat se stavi ispod mikroskopa i posmatraju spermatozoidi. Oni, čija glava nije obojena crveno, bledo-zelenkasto se svetluca, su bili živi pre

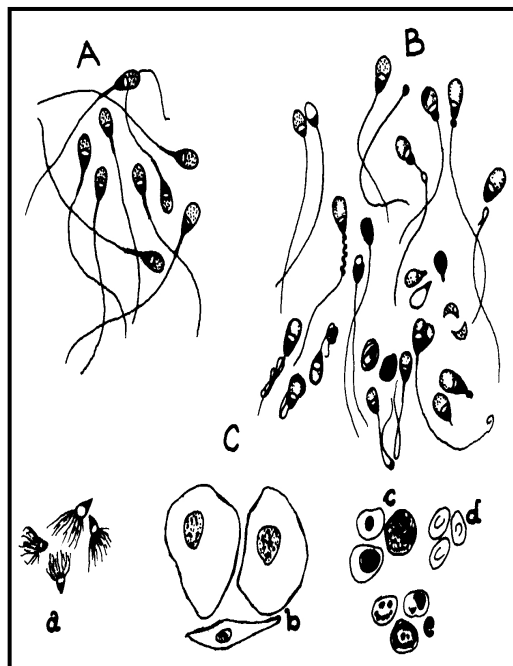
početka bojenja, dok su spermatozoidi sa crveno obojenim glavama bili mrtvi. Na istom preparatu se, pored normalno građenih, vide i spermatozoidi sa različitim morfološkim deformacijama.



Slika 94. Bojenje po Blom-u
(Izvor : Stančić I.)

Tabela 13. Osnovni parametri kvaliteta nativnog ejakulata domaćih priplodnjaka

Parametar	Vrsta priplodnjaka			
	BIK	OVAN	NERAST	PASTUV
Volumen (ml)	4 – 10 (6)	0,5 – 2,0 (1,0)	100 – 600 (250)	60 – 120 (80)
Prosečan broj spermatozoida u 1 ml ejakulata ($\times 10^9$)	$1,0 \times 10^9$	$4,0 \times 10^9$	200×10^6	250×10^6
Prosečan ukupan broj spermatozoida u ejakulatu ($\times 10^9$)	6	4	50	20
Minimalna prihvatljiva progresivna pokretljivost (%)	65	60	65	70
Prosečan broj ejakulata nedeljno	2 – 3	20 do 60	3 do 5	3 do 5



Slika 95. Oblici morfološke građe spermatozoida
(Shema : Stančić B.)

Normalni spermatozoidi (A), različiti oblici morfoloških deformacija spermatozoida (B) i različite nenormalne ćelije u spermi (C): forme spermatozoida u obliku meduze (a), epitelne ćelije (b), okruglaste ćelije (c), eritrociti (d) i gnojne ćelije (e).

Fizičko-hemijske metode ocene kvaliteta sperme su: Temperaturni (hladan) šok, ocena pH vrednosti, određivanje stepena glikolize i respiracije spermatozoida, obezbojavanje metilenskog plavog i test inkubacije.

Hladan šok je test preživljavanja spermatozoida u vodenom kupatilu, na 00C, tokom 10 minuta. Procentualni odnos živih i mrtvih spermatozoida, posle temperaturnog šoka, govori o stepenu vitalnosti spermatozoida.

pH vrednost sperme je specifična za svaku vrstu, ali se kreće u granicama od 6,7 do 7,2 i veoma je bitna za održavanje oplodne sposobnosti spermatozoida.

Vrednost respiracije, tj. potrošnje kiseonika i njegove konverzije u CO₂, tesno je povezana sa stepenom glikolize u spermatozoidima.

Obezbojavanje metilen-plavog. Potrošnja kiseonika, u spermi sa visokom koncentracijom vitalnih spermatozoida, znatno je viša od one u spermi sa nižom koncentracijom ovakvih spermatozoida. Brzina obezbojavanja metilen-plavog, kao posledica oksido-redukcijske reakcije, služi kao indirektan način određivanja stepena potrošnje kiseonika, odnosno stepena životne aktivnosti spermatozoida.

Inkubacija spermatozoida na temperaturi od 46oC, tokom 45 minuta, povećava sve biohemijske procese spermatozoida. Tako oni brže troše kiseonik i hranljive materije iz spermalne tečnosti. Određivanjem odnosa broja živih spermatozoida pre i posle inkubacije, meri se vitalnost, odnosno oplodna sposobnost spermatozoida. Sperma je kvalitetnija, ako se, u njoj, posle inkubacije, nađe veći broj živih spermatozoida.

RAZREĐIVANJE SPERME I FORMIRANJE INSEMINACIONIH DOZA

Pre upotrebe za VO, ejakulat se mora razrediti, u određenoj srazmeri, primenom pogodnih razređivača.

Sperma se razređuje iz dva osnovna razloga:

1. Da se poveća zapremina ejakulata, kako bi se mogao napraviti što veći broj inseminacionih doza.
2. Da se, u ejakulat, putem razređivača, dodaju hranljive, zaštitne i druge bioaktivne materije, koje omogućavaju spermatozoidima da, što duže, zadrže visok stepen svoje oplodne sposobnosti, od momenta dobijanja ejakulata do momenta upotrebe doza za osemenjavanje.

Za svaki ejakulat se mora odrediti stepen (odnos) razređenja. Stepenn razređenja se određuje na osnovu: (a) volumena ejakulata, (b) ukupnog broja spermatozoida u ejakulatu, (c) koncentracije spermatozoida u jedinici zapremine (1 ml) ejakulata, (d) broja, tj. % progresivno pokretnih spermatozoida u ejakulatu, (e) broja inseminacionih doza i (f) stepena tolerancije spermatozoida tog ejakulata na određen (maksimalni) stepen razređenja i dužinu čuvanja tako razređenog ejakulata.

Postupak razređivanja ejakulata. U menzuru sa nativnom spermom, koja je zagrejana na 38°C u vodenom kupatilu, polako se, niz zid menzure, sipa određena količina razređivača, uz lagano mešanje. Nije dozvoljeno da se sperma sipa u razređivač! Posle razređenja, menzura se ostavi u vodenom kupatilu, oko 30 minuta, da se razređena sperma stabilizuje. Zatim se pristupa razdeljivanju razređene sperme na određen broj inseminacionih doza.

Broj inseminacionih doza, koji se može napraviti od jednog nativnog ejakulata, zavisi od: (a) volumena ejakulata, (b) ukupnog broja progresivno pokretnih spermatozoida u tom volumenu, (c) volumena jedne inseminacione doze i (d) broja progresivno pokretnih spermatozoida u jednoj inseminacionoj dozi. Svi ovi parametri su specifični za svaku vrstu priplodnjaka.

Primer formiranja broja doza od jednog ejakulata: Volumen ejakulata nerasta je 300 ml; Ukupan broj spermatozoida u ejakulatu je 50 milijardi; Progresivna pokretljivost je 80%; Jedna inseminaciona doza ima volumen 100 ml razređene sperme, u kojoj se nalazi 4 milijarde progresivno pokretnih spermatozoida. U ovom ejakulatu, dakle, ima 40 milijardi (80% od 50 milijardi) progresivno pokretnih spermatozoida. To znači da se može napraviti 10 inseminacionih doza, sa po 4 milijarde progresivno pokretnih spermatozoida u svakoj. Ovih 10 doza ima ukupnu zapreminu od 1000 ml razređene sperme (svaka po 100 ml). Prema tome, u ejakulat od 300 ml native sperme, treba dodati još 700 ml razređivača. Tako smo ejakulat razredili u odnosu 1:2,3. Volumen, oblik i materijal posude, u koju se stavlja inseminaciona doza razređene sperme, zavise od volumena doze, načina i vremena čuvanja razređene sperme. Svi ovi parametri su specifični za pojedine vrste priplodnjaka.



Slika 96. Razredjenje sperme i pakovanje doza

(izvor : internet 11.)

Tabela 14. Parametri inseminacionih doza za pojedine vrste priplodnjaka

Parametri doze	BIK	OVAN	NERAST	PASTUV
Volumen inseminacione doze (ml)	0,25-0,5 ¹	0,02-0,05	80-100 ²	12-20 ³
Broj spermatozoida u dozi (x 10 ⁶)	15-20	150-350	2000-5000	300-500
Broj doza po ejakulatu	150-500	10-40	10-30	10-20

¹ Sada se koriste tzv, mini pajete, zapremine 0,25ml razređene sperme.

² U praksi se koriste doze zapremine 100ml razređene sperme.

³ Najčešće se koriste doze zapremine 12ml razređene sperme.

ČUVANJE RAZREĐENE SPERME

Od momenta razređivanja, formirane inseminacione doze se, do momenta upotrebe, čuvaju određeno vreme, na određen način. U principu, razređena sperma se može čuvati kratkotrajno, u tečnom ili dugotrajno u zamrznutom stanju. Zavisno od načina i vremena čuvanja, koriste se i posebni razređivači. U praktičnoj proizvodnji se, za VO krmača, najčešće, koristi tečna razređena sperma, koja se, u zavisnosti od primenjenog razređivača, može čuvati do 3 dana (kratkotrajno) ili 4 do 12 dana (dugotrajno). U oba slučaja, temperatura čuvanja iznosi + 170C. Sperma nerasta vrlo slabo podnosi uslove dubokog zamrzavanja. Ove uslove najbolje podnosi sperma bika, ovna i jarca, a nešto lošije pastuva. Zbog toga se VO krava, u praksi, vrši dubokozamrznutom spermom, koja se može čuvati i više desetina godina.

Za dugotrajno čuvanje sperme, u duboko zamrznutom stanju, koriste se specijalni razređivači, čija je osnovna karakteristika da sadrže krioprotektivne supstance, kao što je glicerol. Zamrzavanje i čuvanje sperme se vrši na temperaturi tečnog azota, koja iznosi -1960C, u posebnim kontejnerima. Danas, na tržištu postoje već pripremljeni razređivači za spermu pojedinih vrsta životinja.

Važno je, međutim, znati da se bolji rezultati osemenjavanja (veći stepen uspešne koncepcije) postižu upotrebom tečne razređene sperme, pri čemu period od uzimanja do upotrebe treba da bude što kraći.

Duboko zamrzavanje, odmrzavanje i upotreba duboko zamrznute sperme bika

Priprema sperme za zamrzavanje se sastoji iz sledećih osnovnih postupaka:

1. Neposredno posle uzimanja, ejakulat se razredi u odnosu 1:1, na sobnoj temperaturi.
2. Ovako razređena sperma se, postepeno, u frižideru, rashlađuje na + 50C, tokom 3-5 h.
3. Posle toga, u razređenu spermu se dodaje: 8% glicerola, 25% žumanca jajeta i 2,2% Na-citrata.
4. Ovako razređena sperma se ostavlja na + 50C, tokom 14 do 16 sati, radi stabilizacije. To je tzv. period ekvilibracije.
5. Posle ekvilibracije, sperma se deli i pakuje u obeležene inseminacione doze (ampule, pajete).

Postupak dubokog zamrzavanja inseminacionih doza. Osnovni uslov za uspešno zamrzavanje je da se izbegne proces kristalizacije vode unutar ćelije spermatozoida. U suprotnom, ćelija će biti uništena, odnosno mrtva posle odmrzavanja. Zbog toga, proces zamrzavanja mora da bude brz, uz dodatak krioprotektivne supstance (glicerol) u razređivač. Inseminacione doze se potapaju u paru tečnog azota, koji se nalazi u specijalnom kontejneru, gde se mogu dugotrajno čuvati na temperaturi – 1960C.

Odmrzavanje inseminacione doze se vrši neposredno posle vađenja iz kontejnera, odnosno neposredno pre upotrebe za VO. Doza se stavlja u vodu, temperiranu na 35°C i tamo se otapa tokom 12 do 15 sekundi. Zatim se odseca vrh pajete, koja se stavlja u kateter za inseminaciju.

OPTIMALNO VREME I TEHNIKA VO

Optimalno vreme osemenjavanja. Maksimalna vrednost uspešne koncepcije se postiže osemenjavanjem izvedenim 10-12h pre ovulacije. Kako moment ovulacije, u praktičnim uslovima, nije moguće precizno odrediti na direktan način, to se ovaj moment određuje u odnosu na početak estrusa. Ustanovljeno je da su početak manifestacije standing estrusa, kao i njegovo trajanje, značajno povezani sa momentom ovulacije. Zbog toga se optimalno vreme inseminacije određuje na osnovu što preciznije ustanovljenog početka standing estrusa. Kako je trajanje estrusa različito kod vrsta različitih životinja, to je i optimalno vreme osemenjavanja različito, ali je uvek oko 12h pre ovulacije.

Tabela 15. Optimalno vreme osemenjavanja

	<i>Trajanje estrusa</i>	<i>Moment ovulacije</i>	<i>Optimalno vreme VO</i>
--	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------

KRAVA	18-24h	Uko 10-12h posle prestanka znakova estrusa	Jedno osemenjavanje, pri kraju standing estrusa
OVCA	24-31h	Bbliže kraju estrusa	Jedno osemenjavanje, u drugoj polovini estrusa
KRMAČA	24-72h	Na početku zadnje trećine estrusa*	Dva osemenjavanja, 0 i 24h, 12 i 24h ili 24 i 36h posle početka standing estrusa, zavisno od trajanja estrusa, odnosno IZE**.
KOBILA	2-9 dana	Pri kraju estrusa	Jedno osemenjavanje, oko 12 do 24h pre očekivane ovulacije.

*Bez obzira na trajanje estrusnog perioda; **Interval zalučnje-estrus (IZE) je obrnuto proporcionalan trajanju estrusa. Zbog toga, krmače sa kraćim trajanjem IZE treba osemenjavati kasnije, a one sa dužim trajanjem IZE ranije posle početka standing estrusa.

Tehnika veštačke inseminacije je, takođe, vrlo bitan faktor uspeha VO. Sastoji se u tome da se, pogodnim instrumentima i na pogodan način, sperma unese u određeni deo reproduktivnog trakta ženke. Instrumenti i način unošenja sperme su specifični za pojedine vrste životinja, što je uslovljeno (a) anatomskom građom i veličinom ženskih polnih organa, (b) mestom u reproduktivnom traktu gde sperma treba da bude deponovana i (c) volumenom i drugim karakteristikama inseminacione doze.

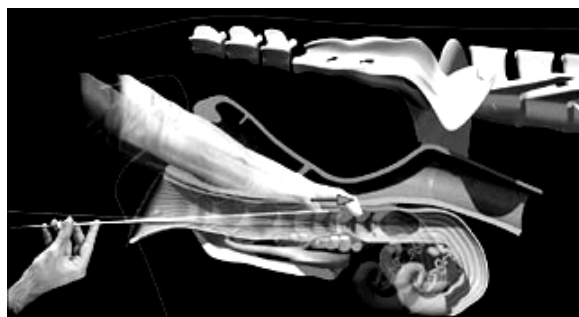
Inseminacija krave se vrši specijalnim tankim kateterom, dužine oko 50 cm i debljine oko 5 mm, koji se, kroz vulvu i vaginu, uvodi u grlić materice. Vrh katetera treba da dođe do šupljine tela materice, gde se izvrši deponovanje inseminacione doze. Kateter se može uvesti u cervikalni kanal: (a) metodom transrektalne manuelne fiksacije cerviksa i (b) metodom vaginalnog spekulumu. Obe metode imaju svoje prednosti i mane. Rektalna metoda je komplikovanija, dosta nehygijska i nema vizuelizacije vagine i cerviksa. Međutim, ova metoda omogućava detaljan manualni pregled svih polnih organa. Na taj način se može ustanoviti njihovo zdravstveno stanje, kao i da li je optimalno vreme za osemenjavanje. Metoda vaginalnog spekulumu je komfornija i jednostavnija. Moguća je vizuelizacija vagine i cervikalnog otvora, tako da se kateter može lako uvesti u cervikalni kanal. Mana je što nema pregleda unutrašnjih polnih organa. Veterinari češće koriste rektalnu metodu u praktičnom veštačkom osemenjavanju krava.

Inseminacija ovce se vrši na sličan način kao kod krave. Inseminacioni kateter je nešto kraći, prilagođen dimenzijama polnog trakta ovce. Kako je ovca mala, mnogo je lakše uvesti kateter metodom vaginalnog spekulumu. Važno je da se kateter uvede bar 1-2 cm u cervikalni kanal, gde se deponuje doza sperme.

Inseminacija krmače traje duže, jer se: (a) ubacuje znatno veća doza sperme (80-100 ml) i (b) ova doza se raspoređuje u oba roga uterusa, naizmeničnim kontrakcijama rogova, u toku 3 do 6

minuta. Vrh katetera se uvodi do zadnje trećine cervikalnog kanala, tako da se doza sperme deponuje u telo materice. Pri tome se ne koristi ni vaginalni spekulum, ni rektalna fiksacija cerviksa. Važno je da istiskivanje sperme traje onoliko dugo, koliko krmača sama usisava spermu! U poslednje vreme se, sve više, primenjuje nova tehnologija transcervikalne plitke intrauterine inseminacije. Ovom metodom se, specijalnim kateterom, inseminaciona doza ubacuje u telo materice, oko 30 cm dublje u odnosu na klasičnu intracervikalnu inseminaciju. Prednost se satoji u tome što se (a) ovom metodom obezbeđuje znatno veća higijena inseminacije i (b) što se mogu koristiti doze duplo manjeg volumena, sa duplo manjim brojem spermatozoida, u odnosu na klasičnu metodu. Tako se postiže mnogo efikasnije reproduktivno iskorištavanje nerastova, jer se, od jednog ejakulata, može napraviti duplo veći broj inseminacionih doza (klasična doza: 80-100 ml sa oko $4-5 \times 10^9$ spermatozoida; Intrauterina metoda: 50 ml sa oko 1 do 2×10^9 spermatozoida, duboka intrauterina $0.5-1 \times 10^9$).

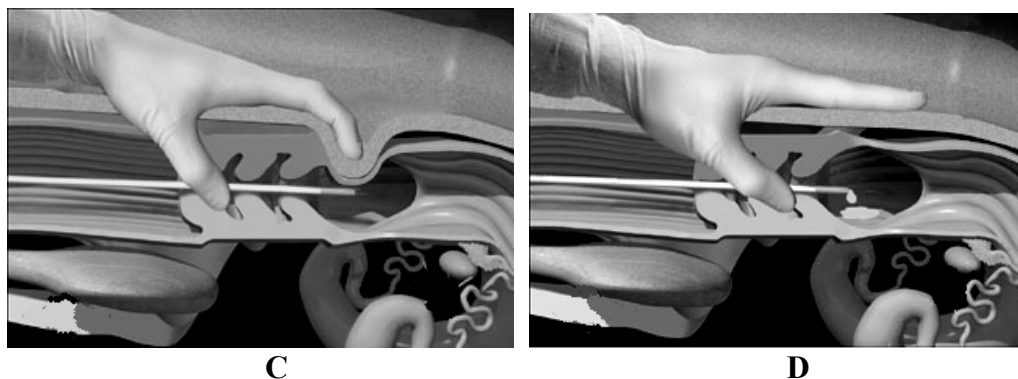
Inseminacija kobile se izvodi tako što se kateter, dugačak 50-70 cm i prečnika 6 mm, uvede, kroz cervikalni kanal, do tela materice, gde se doza sperme, pomoću brizgalice, deponuje.



A

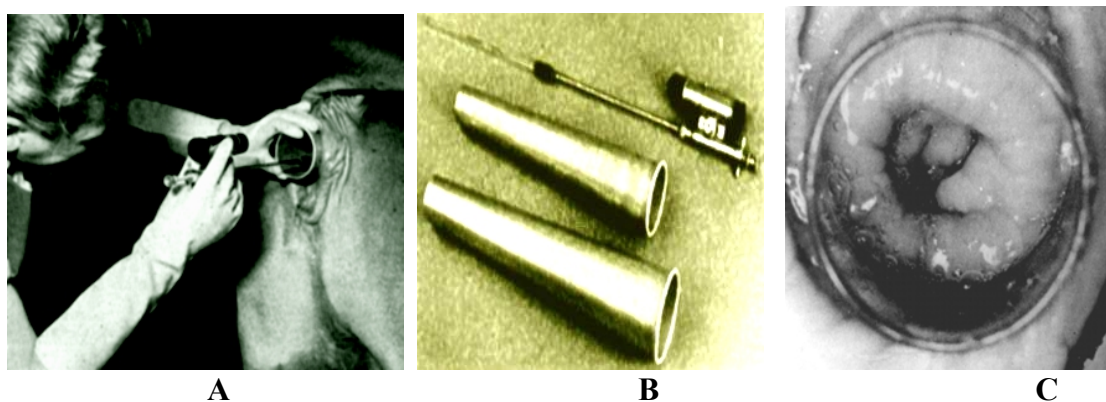


B



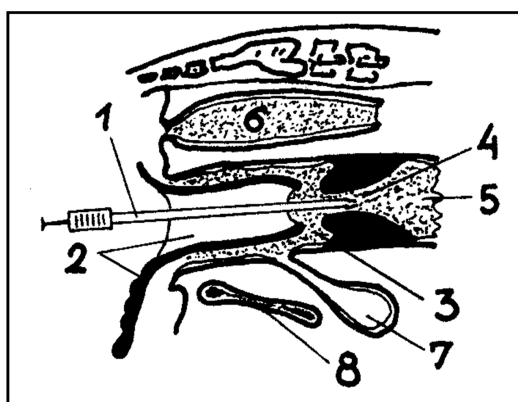
Slika 97. Veštačka osemenjavanje krave, rektalnom fiksacijom cerviksa
(*izvor : internet*)

A – Jednom rukom, uvedenom u rektum, fiksira se cerviks, a drugom se, kroz vaginu, uvodi inseminacioni kateter do otvora cervikalnog kanal. **B** – Cervik se navlači na kateter, tako da vrh katetera bude uveden duboko u cervikalni kanal. **C** – Zatim se, kažiprstom ruke, koja je u rektumu, proveri da li je vrh katetera ušao u šupljinu tela materice. **D** – Izvrši se istiskivanje inseminacione doze u šupljinu tela materice.



Slika 98. Veštačka osemenjavanje krave, rektalnom fiksacijom cerviksa
(*Izvor: internet*)

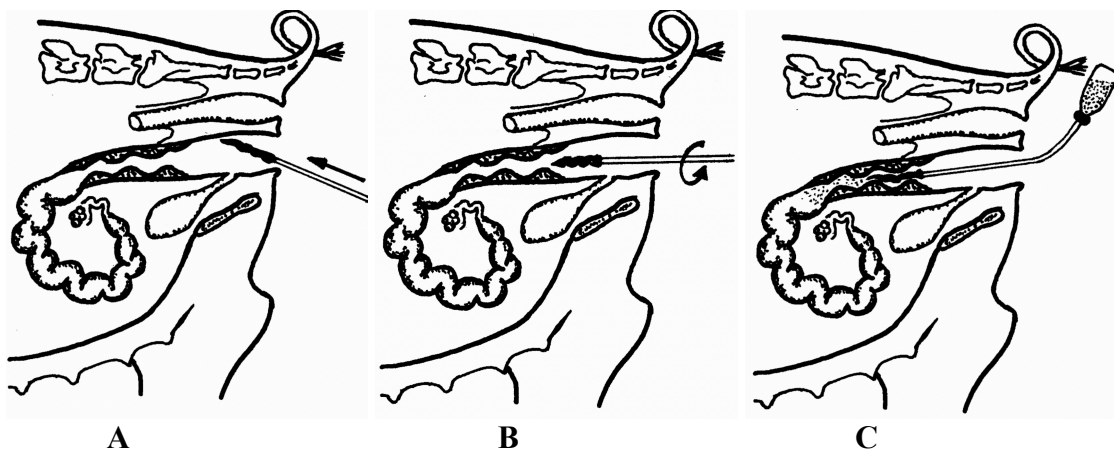
A – Inseminacija, **B** – Izgled spekulum i katetera sa svetlosnim izvorom; **C** – Izgled cerviksa, kroz vaginalni spekulum (uočiti otvoren cervikalni kanal)



1. Kateter za inseminaciju
2. Vaginalni spekulum
3. Telo cerviksa
4. Kanal cerviksa
5. Telo materice
6. Rektum
7. Mokraćna bešika
8. Sinfiza pelvis

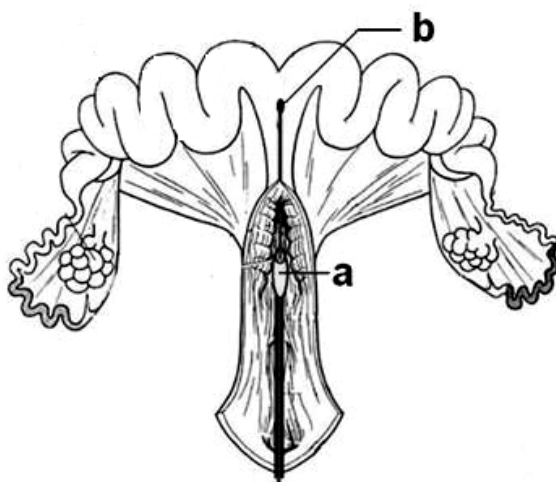
Uvođenje katetera u cerviks ovce, primenom vaginalnog spekuluma

Slika 99. Tehnika VO ovce
(Shema: Stančić B.)

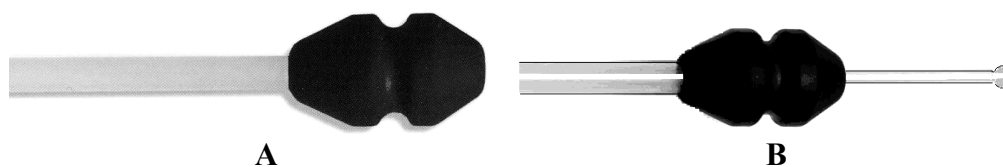


Slika 100. Tehnika VO krmače
(izvor: Stančić B.)

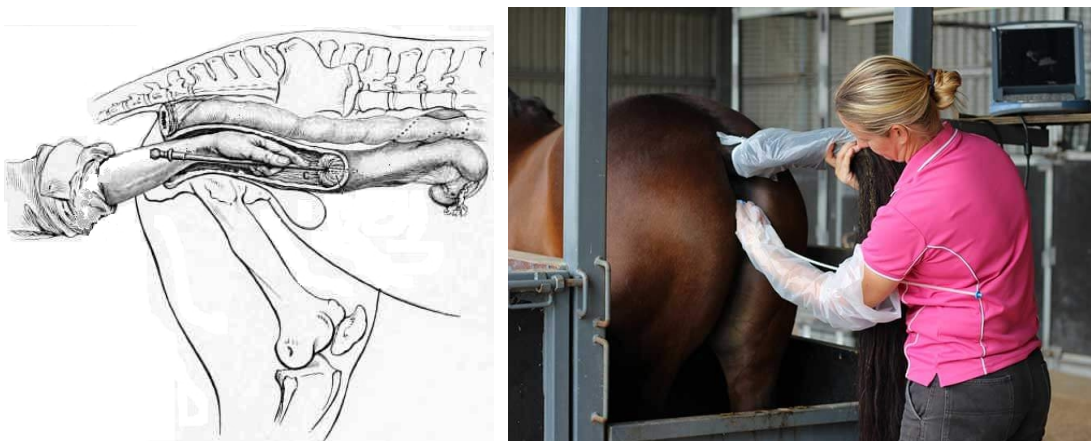
A – Kater su uvodi u prvi deo vagine (oko 5 cm), pod uglom oko 45°, prema dorzalno. **B** - Zatim se ispravi, i okretanjem u smeru suprotnom od kazaljke na satu, potiskuje prema kranijalno. Kad vrh katetera dođe do otvora cervikalnog kanala, oseti se blaži otpor. Potiskivanje treba nastaviti, sve dok vrh katetera ne uđe do zadnje trećine cerviksa. Kontrakcijom cerviksa, vrh katetra bude fiksiran. **C** - Zatim se, na slobodan kraj katetera postavi flašica sa dozom razređene sperme i pusti da krmača, antiperistaltičkim kontrakcijama materice, polako uvlači spermu.



Slika 101. Mesto plasiranja vrha kaktetera kod klasične intracervikalne (a) i nove plitke intrauterine inseminacije krmače (b)
(izvor: Internet)



Slika 102. Kateter za intracerviklano (A) i intrauterino VO krmače (B)
(izvor: Internet)



Slika 103. Veštačko osemenjavanje kobile

(izvor: Internet) (izvor : internet 12)

11.7. TRANSPLANTACIJA EMBRIONA

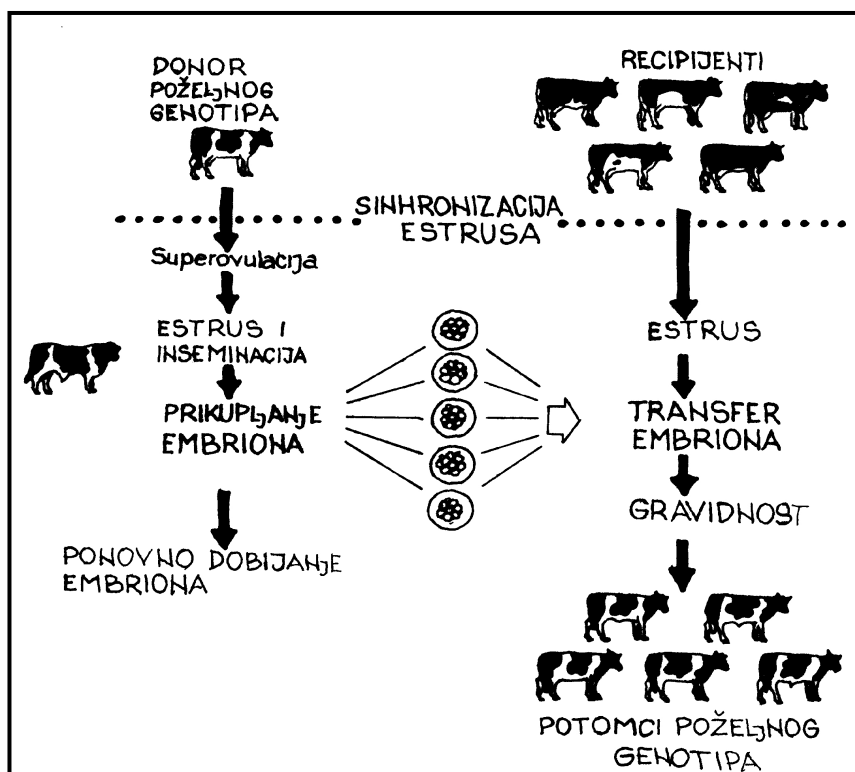
Transplantacija embriona (embriotransfer, ET) je biotehnologija, putem koje se embrioni jedne genetski superiorne plotkinje (davaoc, donator) presađuju (transplantuju) u matericu druge ženke (primaoc, recipijent), koja služi kao fiziološka (surogat) majka, odnosno završava gravidnost do kraja. Na ovaj način, višekratnim uzimanjem većeg broja embriona od jednog donatora, moguće je dobiti znatno veći broj njegovih potomaka, nego što bi to bilo moguće prirodnim ritmom reprodukcije.

Primenom ove tehnologije, moguće je:

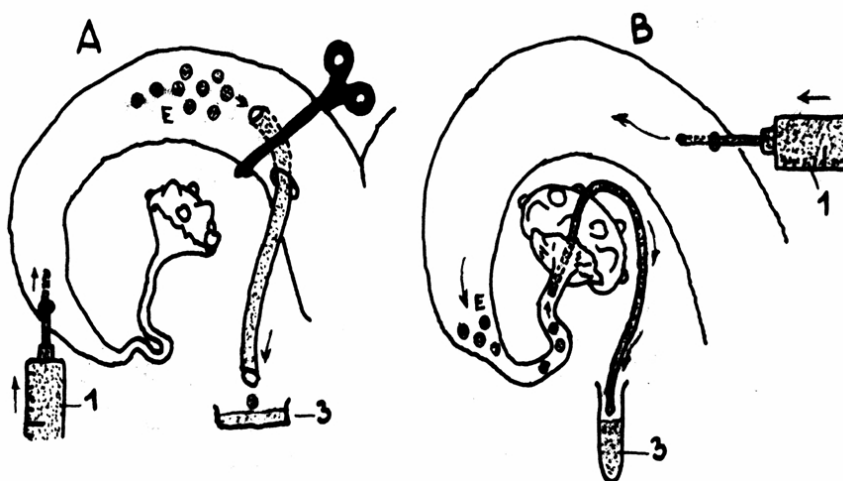
- ❖ Dobijanje znatno većeg broja potomaka od jedne, genetski superiorne, ženke.
- ❖ Dugotrajno čuvanje embriona od određene ženke.
- ❖ Lakši transport embriona na veće udaljenosti
- ❖ Izbegavanje rizika transporta, aklimatizacije i karantina genetski visokovrednih ženki.
- ❖ Sprečavanje širenja zaraznih bolesti.
- ❖ Definisanje pola dobijenih potomaka.
- ❖ Ekonomska korist od prodaje embriona.

Tehnologija transplantacije embriona obuhvata sledeće postupke:

- **Superovulacija donatora** se izvodi tretmanom donatora većim dozama gonadotropina (PMSG i HCG ili FSH i LH).
- **Sinhronizacija estrusnih ciklusa donatora i recipijenata**, primenom adekvatnih hormonskih tretmana (videti poglavlje o sinhronizacije estrusa).
- **Prikupljanje embriona od donatora** se može izvesti hirurškom metodom (putem laparotomije ili laparoskopije) ili ne-hirurškom metodom (ispiranjem embriona iz uterusu, primenom pogodnih katetera, koji se uvode u vrhove rogova uterusu kroz vaginu i cerviks).
- **Kontrola kvaliteta dobijenih embriona** se vrši u laboratoriji, pod svetlosnim ili faznokontrastnim mikroskopom. Koriste se samo embrioni koji su morfološki potpuno ispravni.
- **Kratkotrajno ili dugotrajno čuvanje embriona** od momenta uzimanja do momenta transplantacije. Mogu se čuvati u tečnom medijumu, kratko (nekoliko sati) ili u posebnom medijumu, dugotrajno, dubokim zamrzavanjem.
- **Transplantacija embriona u recipijente** se može izvesti hirurškim ili nehirurškim putem.

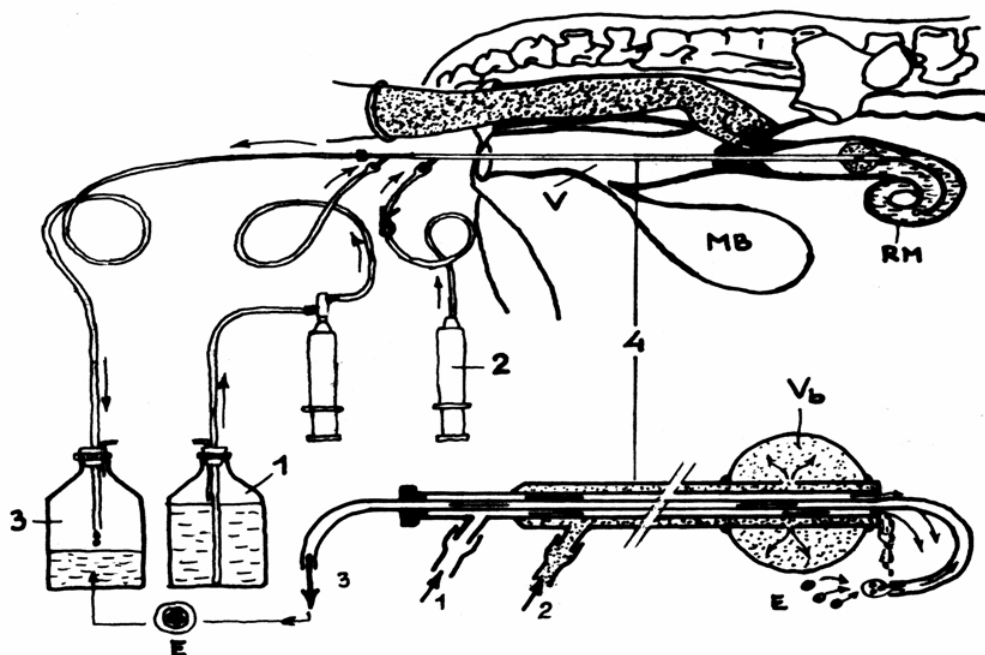


Slika 104. Osnovni postupci embriotransfera goveda
(Shema: Stančić B.)



Slika 105. Tehnika hirurškog ispiranja embriona
(Shema : Stančić B.)

1 – Ubacivanje tečnosti za ispiranje u vrh roga uterusa; E – Embrioni; 3 – Prikupljanje embriona.



Slika 106. Postupak ne-hirurškog ispiranja embriona.
(Shema: Stančić B.)

Trožilni kateter (4) se uvodi, kroz cervix, u vrh roga materice. Tamo se, špricom (2), naduva mali balončić (Vb), koji zaptiva lumen roga. Iz flašice (1) se ubrizgava medijum za ispiranje. Embrioni se prikupljaju u flašicu 3. Na donjem delu slike je prikazan uvećan izgled trožilnog katetera (tzv. Folli-ev kateter)

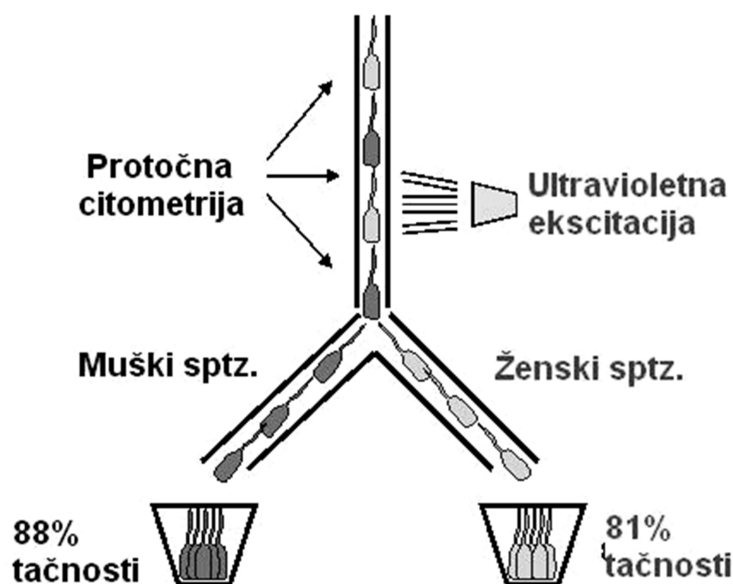
11.8. SEXING – ODREĐIVANJE POLA SPERMATOZOIDA I EMBRIONA

Proizvodnja mesa se znatno povećava, ako se tove samo muška grla, koja imaju znatno bolju konverziju hrane i veći dnevni prirast od ženskih. Veći broj muških grla se može obezbediti kontrolom odnosa polova rođenih jedinki, tako što se: (a) izvrši razdvajanje spermatozoida na “muške” (sa Y-hromozomom) i “ženske” (sa X-hromozomom), ili (b) razdvajanjem ranih mebriona na ženske i muške.

U poslednje vreme se koriste dosta precizne metode razdvajanja muških i ženskih spermatozoida: (a) metoda protočne citometrije i (b) metoda specijalnog bojenja spermatozoida, fluorescentnom bojom, koja se vezuje za specifičan segment na Y-hromozomu. Kada se takvi spermatozoidi osvetle ultravioletnom svetlošću, muški daju ljubičastu boju, dok ženski nisu obojeni i oni su svetli.

Određivanje pola ranih embriona se vrši specijalnom metodom replikacije specifičnog segmenta DNK, na Y-hromozomu, ili imunološkom metodom, kojom se detektuje specifičan antigen za muške ćelije (H-Y antigen). Ovaj antigen se nalazi na površini blastomera muških

embriona, dok ga kod ženskih plodova nema. Obe metode zahtevaju biopsiju ranog embriona (morule), radi uzimanja jednog broja blastomera za testiranje. Pol embriona se može predodrediti i tako što se oocit mikroinjektira samo jednim spermatozoidom, poznatog pola (sa X ili Y-hromozomom).



Slika 107. Sexing spermatozoida metodom protočne citometrije

11.9. FERTILIZACIJA *in vitro*

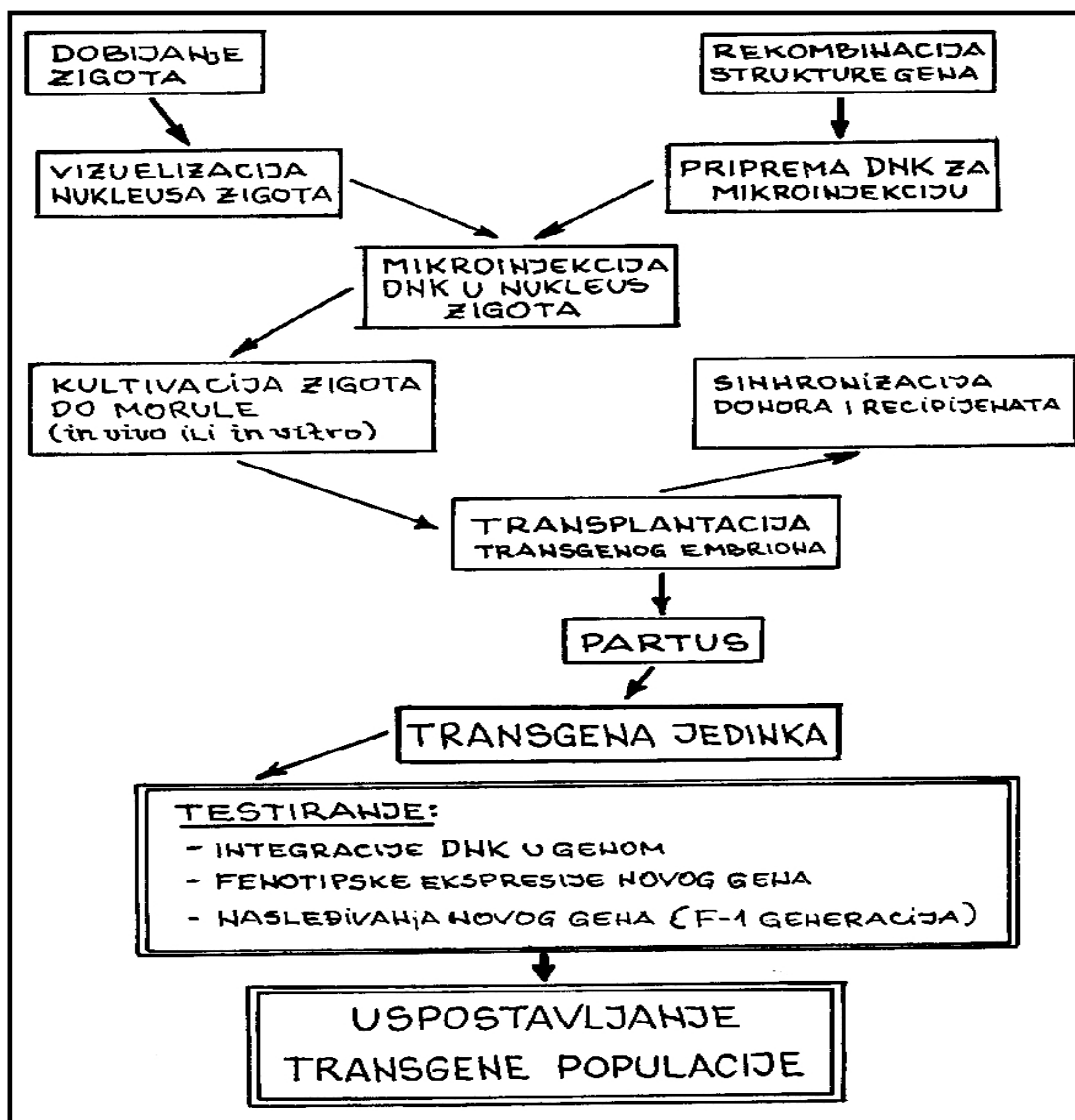
Oplodnja (fertilizacija) oocita se može izvršiti u jajovodu ženke (*in vivo*) ili u laboratorijskim uslovima, izvan organizma ženke (*in vitro*). Za *in vitro* fertilizaciju je potrebno obezbediti posebne uslove, kojima se, što je moguće bolje, imitiraju uslovi koji vladaju u jajovodu, prilikom *in vivo* fertilizacije. To su, pre svega, medijumi određenog hemijskog sastava, temperatura, pritisak, koncentracija CO₂, zreli oociti (u stadijumu MfII), kapacitirina spermatozoidi i td. Mogu se koristiti oociti isprani iz jajovoda, posle superovulacije, ili tzv. folikularni oociti, dobijeni iz jajnika živih životinja (hirurškim putem, laparotomijom ili laparoskopijom) ili iz jajnika uzetih neposredno posle žrtvovanih životinja.

Folikularni oociti se dobijaju aspiracijom vidljivih antralnih folikula na površini jajnika, ili totalnom resekcijom jajnika. U oba slučaja, većina oocita (preko 95%) se nalaze u diplotenu prve mejotičke deobe. Tako de se jedro ovih oocita nalazi u obliku germinativnog vezikula (GV-oociti). Ovakvi oociti nisu sposobni za oplodnju, nego ih treba podvrgnuti procesu dozrevanja (maturacije) *in vitro* (IVM). Posle oko 24h sata kultivacije oocita, u kultivacionom medijumu, većina oocita postaje zrela, jer dostiže MfII, i sposobni su za oplodnju. Pre kultivacije, folikularni oociti moraju biti denudirani, tj. moraju se odstraniti kumulusne ćelije sa zone pelucide, obzirom

da se živi folikularni oociti dobijaju u obliku kumulus-oocitarnog kompleksa. Prisustvo kumulusnih ćelija inhibira nastavak deobe nukleusa!

11.10. DOBIJANJE TRANSGENIH ŽIVOTINJA (*Transgeneza*)

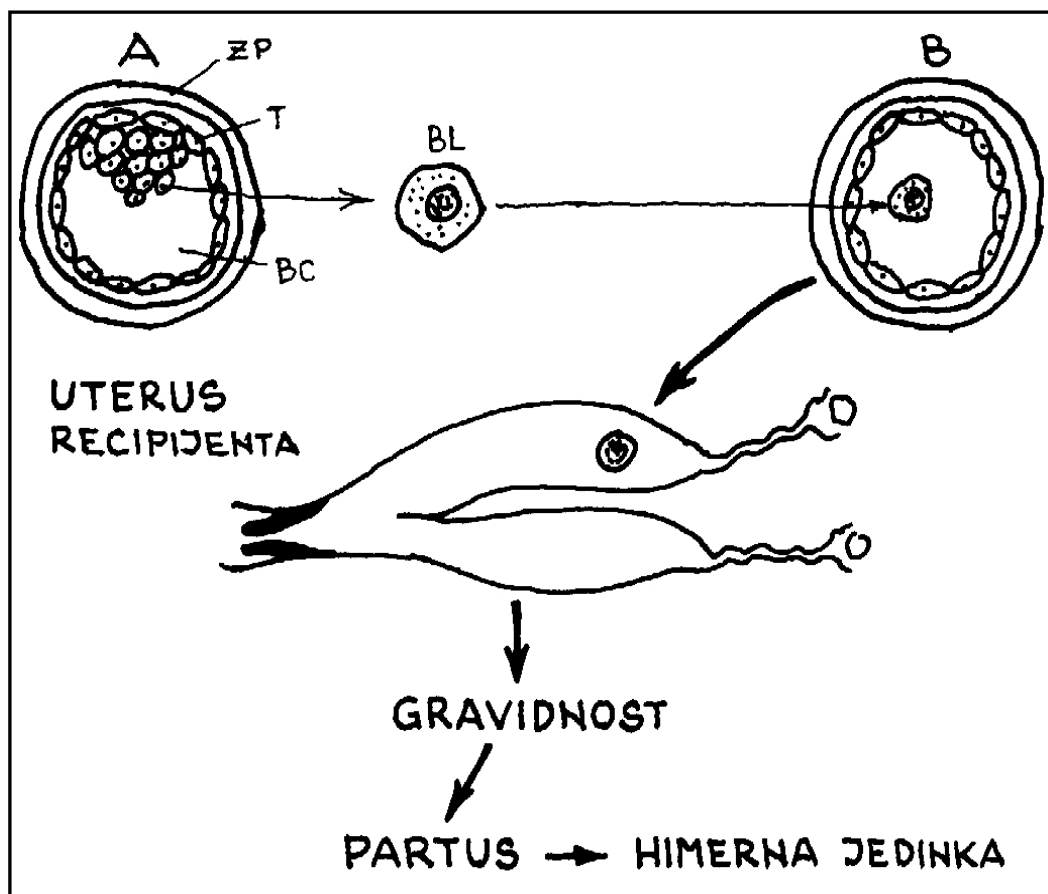
Postupkom transgeneze se u neki organizam unosi jedan ili više novih gena. Bitno je da se uneti gen inkorporira u genom manipulisanе јединке, da ispolji svoje osobine kod potomaka, kao i da potomci prenose nove osobine na svoje potomke.



Slika 108. Osnovni postupci transgeneze
(Shema: Stančić B.)

11.11. POSTUPAK DOBIJANJA HIMERA

Pojam himere iznačava jedinku nastalu veštačkom kombinacijom dva ili više različitih genoma (vrsta). Na primer, iz blastocista kobile, izvadi se unutrašnja ćelijska masa (iz koje bi se razvio plod konja), pa se, na to mesto, ubaci unutrašnja ćelijska masa zebre, izvađena iz blastocista zebre. Tako kobila oždrebi zebdu, a ne meleza između konja i zebre. Himere nemaju praktičan značaj u stočarstvu, nego se koriste u naučnim istraživanjima.



Slika 109. Postupak dobijanja himere
(Shema: Stančić B.)

PROVERA ZNANJA

Odgovorite na sledeća pitanja:

1. Starost i telesna masa kod postizanja polne zrelosti (ispunite tabelu):

Vrsta	Mužjaci		Ženke	
	Starost ¹ (meseći)	Telesna masa ¹ (kg)	Starost ¹ (meseći)	Telesna masa ¹ (kg)
GOVEDO				
OVCA				
KOZA				
KONJ				
SVINJA				

¹ Navedite prosečnu vrednost i granice (od – do).

2. Navedite genetske i paragenetske faktore, koji bitno utiču na starost i telesnu masu životinja, kod pojave polne zrelosti

3. Unesite odgovarajuće vrednosti u tabelu.

	Vrste životinja				
	GOVEDO	OVCA	KOZA	KONJ	SVINJA
Trajanje E-ciklusa (dani) prosek i normalne granice					
Trajanje estrusnog perioda (dani); prosek i normalne granice					
Moment ovulacije u toku estrusnog perioda*					

* Izaberite sledeće mogućnosti: početak estrusa, sredina estrusa, zadnja trećina estrusa, kraj estrusa ili posle prestanka znakova estrusa.

4. Navedite optimalno vreme osemenjavanja, u toku estrusnog perioda, za pojedine vrste domaćih životinja:

Krava _____; 2. Ovca _____; 3. Koza _____;

4. Kobilica _____; Krmača _____.

5. Koji su osnovni delovi građe spermatozoida i njihove dimenzije?

_____.

6. Popunite tabelu sa osnovnim parametrima kvaliteta sperme domaćih priplodnjaka:

P a r a m e t r i *	Vrsta priplodnjaka			
	BIK	OVAN	NERAST	PASTUV
Volumen				
Ukupan br. sptz. u ejakulatu				
Br. sptz. u 1 ml sperme				
% Progresivno pokretnih				
Broj ejakulata nedeljno				
Potreban broj živih spermatozoida po jednoj dozi za inseminaciju				

* Za svaku vrednost naznačite jedinicu mere, u kojoj se iskazuje.

7. Izračunati broj mogućih inseminacionih doza, za nativni ejakulat sledećih parametara:

- Volumen = 300 ml; - Ukupan broj sptz. u ejakulatu = 60×10^9 ;
- Progresivna pokretljivost = 80%.

Ovaj ejakulat pripada: _____ (navedite vrstu priplodnjaka).

8. Koji su osnovni postupci u tehnologiji VO? _____

_____.

9. Navedite osnovne prednosti VO nad prirodnim osemenjavanjem:

a. _____

b. _____

c. _____

d. _____

e. _____

f. _____

12. ODABRANA LITERATURA

1. **Cupps, P.T.:** *Reproduction in Domestic Animals (forth edition)*. Academic Press, INC., San Diego, New York, Boston, Toronto, London, Sydney, Tokyo, 1991.
2. **Feldman, E., Nelson, R.:** *Canine and Feline Endocrinology and Reproduction*. Saunders, Elsevier- Amsterdam, 2003.
3. **Gordon, I.:** *Reproductive technologies in farm animals*. CAB Int. Publ., UK, 2004.
4. **Gordon, I.:** *Controlled Reproduction in Horses and Camelids*. CAB Int., Oxon, UK, 1997.
5. **Griffin, M.J., Darling, K.:** *Horse Breeding*. Howell Book Hous, 1999.
6. **McDonald, E.L.:** *Veterinary Endocrinology and Reproduction (forth edition)*. Lea & Febiger, Philadelphia, London, 1989.
7. **Miljković, V., Veselinović, S.:** *Porodiljstvo, sterilitet i veštačko osemenjavanje domaćih životinja (udžbenik)*. Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, 2000.
8. **Noakes, E.D., Parkinson, J.T., England, W.C.G.:** *Veterinary Reproduction and Obstetrics (eight edition)*. Saunders, Edinburgh, London, New York, 2001.
9. **Stančić B., Veselinović, S. :** *Biotehnologija u reprodukciji domaćih životinja (udžbenik)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2002.
10. **Stančić, B. Šahinović, R.:** *Biotehnologija u reprodukciji svinja (monografija)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 1998.
11. **Stančić, B., Košarčić, D.:** *Reprodukcija goveda (udžbenik)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2007.
12. **Stančić, B., Kovčín, S., Gagrčin, M.:** *Priplodna nazimica - fiziologija i tehnologija reprodukcije (monografija)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2003.
13. **Stančić, B.:** *Reprodukcija domaćih životinja (udžbenik)*. Univerzitet u novom Sadu, Edicija univerzitetski udžbenik, 2008.
14. **Stančić, B.:** *Reprodukcija ovaca (priručnik)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2006.
15. **Stančić, B.:** *Reprodukcija svinja (monografija)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2005.
16. **Stančić, B.:** *Tehnologija veštačkog osemenjavanja svinja (priručnik)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2006.
17. **Veselinović, S., Miljković, V., Veselinović Snežana, Stančić, B.:** *Fiziologija i patologija reprodukcije konja (udžbenik)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 2003.

Slike

1. <https://images.app.goo.gl/YegmWoGVrsbjQjGu7>
2. <https://embryocloud.com/wp-content/uploads/2015/04/Bovine-uterus.jpg>

3. [https://www.researchgate.net/profile/Yi-hsieng_Wu/post/Does anybody know why cows would leak milk when they are resting/attachment/59d624b479197b8077983045/AS%3A314384419622912%401451966494540/image/milking.png](https://www.researchgate.net/profile/Yi-hsieng_Wu/post/Does_anybody_know_why_cows_would_leak_milk_when_they_are_resting/attachment/59d624b479197b8077983045/AS%3A314384419622912%401451966494540/image/milking.png)
4. <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcQLfwMXlKcw8JP5oZ3XMnKmVzIMFexm3p46QQ&usqp=CAU>
5. https://veteriankey.com/wp-content/uploads/2016/06/B9780702043376000124_f12-05-9780702043376.jpg
6. <http://www.ucd.ie/vetanat/images/7.gif>
7. <https://www.damostar.com/supplier/storeimg/331525/be776642255f55a5e59393d18c868ffe.jpg>
8. https://magapor.com/wp-content/uploads/2018/06/2018_06_Espermaplus.jpg
9. https://www.scawfellgenetics.com/wp-content/uploads/2017/08/IMG_20171009_130919555-1.jpg
10. https://www.minitube.com/storage/web/source/Produktbilder/12500-0000_AndroVision.jpg
11. <https://docplayer.net/docs-images/70/62461746/images/25-1.jpg>
12. <https://eevs.com.au/wp-content/uploads/2016/08/artificial-insemination.jpg>
13. Evans HE, de Lahunta A: Miller's anatomy of the dog, ed 4, St Louis, 2013, Saunders/Elsevier, <https://veteriankey.com/prostate/>
14. Johnston S, Root Kustritz M, Olson P: Sexual differentiation and normal anatomy of the tom cat. In Johnston S, Root Kustritz M, Olson P, editors: *Canine and feline theriogenology*, Philadelphia, 2001, Saunders. <https://veteriankey.com/male-reproduction/>
15. E. Pribyl : Porodiljstvo kod domaćih životinja, Zagreb 1947.