

Harald Tikk, Viive Tikk, Matti Piirsalu, Jaanus Hämmal



LINNUKASVATUS I

Üldosa

Munakana- ja kanabroilerikasvatus

Tartumaa Põllumeeste Liit
Eesti Maaülikool

Harald Tikk, Viive Tikk, Matti Piirsalu, Jaanus Hämmal

LINNUKASVATUS I

Üldosa
Munakana- ja kanabroilerikasvatus

Tartus 2007

Koostaja ja toimetaja: prof Harald Tikk.

Autorid: prof Harald Tikk, Viive Tikk, dr Matti Piirsalu ja dr Jaanus Hämmal.

Autoriõigus: Tartumaa Põllumeeste Liit, Harald Tikk, Viive Tikk, Matti Piirsalu ja Jaanus Hämmal.



Täname toetajaid.

Peasponsor:



Sponsorid:

Suomen Broiler (Soome Broiler)
Haaviston Siitoskanala (Haavisto Aretuskanala Soomes)
Eesti Linnukasvatajate Selts
Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda
Farm Plant Eesti AS
Veskimeister OÜ
Anu Ait OÜ
Farmitek OÜ
Peri Põllumajanduslik OÜ
Sanlind OÜ
Järveotsa vutifarm
Viru Muna OÜ
Linnu talu OÜ

Fotod: prof Harald Tiku ja Talleggi arhiiv, firmade reklaammaterjalid.

Kujundus: OÜ Castanea

Trükk: OÜ Tartumaa Trükikoda

ISBN-13: 978-9949-15-534-7

SISUKORD

SAATEKS

6

1.ÜLDOSA

1.1. Linnukasvatuse arengusuunad maailmas. - M.Piirsalu

7

1.2. Põllumajanduslindude anatoomilised ja füsioloogilised iseärasused. - H.Tikk

9

1.2.1. Nahk ja nahatekised

9

1.2.1.1. Suled

9

1.2.1.2. Nahatekised

12

1.2.1.3. Nahanäärmed

14

1.2.2. Skelett

14

1.2.3. Lihased

16

1.2.4. Hingamiselundid

17

1.2.5. Veri

17

1.2.6. Seedeelundid

20

1.2.7. Kuse- ja suguelundid

25

1.2.8. Endokriinnäärmed

29

1.2.9. Meeleelundid

31

1.2.10. Närvistüsteem

32

1.2.11. Linnukasvatuse kiiret kasvu põhjustavad olulisemad tegurid

32

1.3.Lindude kunstlik seemendus. - H.Tikk

34

1.4. Põllumajanduslindude söötmine. - H.Tikk

38

1.4.1. Lindude energia- ja toitainetatarve

38

1.4.1.1. Söödaenergia

40

1.4.1.2. Rasvhapete osa lindude toitumisel

40

1.4.1.3. Energia ja toorproteiini suhe

41

1.4.1.4. Lindude energiatarbe eiramise tagajärjed

42

1.4.2. Toorproteiini ja aminohapete mõju lindude toodangule

43

1.4.3. Lindude makro- ja mikromineraalelementide tarve

47

1.4.3.1. Makroelemendid

47

1.4.3.2. Mikroelemendid

52

1.4.3.3. Ultramikroelemendid

55

1.4.4. Lindude vitamiinidetarve

57

1.4.4.1. Rasvas lahustuvad vitamiinid

59

1.4.4.2. Vees lahustuvad vitamiinid

61

1.4.5. Lindude söödalisandid

64

1.4.5.1. Söödaensüümid

64

1.4.5.2. Antioksüdandid

65

1.4.5.3. Antibiootikumid

66

1.4.5.4. Lindude söödale lisatavad ravimpreparaadid

67

1.4.5.5. Värvained ja pigmendid

67

1.4.6. Lindude söötmisnormid ja segajõusöödad

69

1.4.6.1. Lindude söötmisnormid

69

1.4.6.2. Lindude söötmine segajõusöötadega

69

1.4.6.3. Lindude piiratud söötmine

70

1.4.6.4. Kruus lindude söödas	71
1.4.7. Lindude joogiveetarve	71
1.5. Munade hautamine. - M.Piirsalu	74
1.5.1. Nõuded haudemunadele ja nende käsitlemine	74
1.5.2. Haudemunade tootmine	75
1.5.3. Haudemunade säilitamine	76
1.5.4. Haudemunade pesemine ja puhastamine	77
1.5.5. Haudemunade ja inventari desinfitseerimine	78
1.5.6. Haudemunade transport	78
1.5.7. Nõuded haudejaamadele	79
1.5.8. Hauderežiim	80
1.5.9. Loote arengu bioloogiline kontroll	82
1.5.10. Väärarenguga looted ja tibud	84
1.5.11. Tibude hindamine ja sorteerimine	84
1.5.12. Tibude sugupoole määramine	85
1.5.13. Veterinaarnõuded tibude transportimisel	85
 2. MUNAKANA- JA KANABROILERIKASVATUS	 87
2.1. Eesti kanakasvatuse ajaloost ja tänapäevast. - M.Piirsalu	87
2.2. Kanade eellased ja kodustamine. - H.Tikk	91
2.3. Kanade geneetika ja aretus. - J.Hämmal, H.Tikk	92
2.3.1. Geeniuuringutest	92
2.3.2. Pärilikkuse kandjad	92
2.3.3. Geenide koostoime avaldumisest kanadel	94
2.3.4. Suguliitelised tunnused	95
2.3.5. Mutatsioonid	97
2.3.6. Sulestiku värvuse ja sulemustri päritavus	100
2.3.7. Peamised geneetilised parameetrid kanade selektsioonil	107
2.3.8. Heteroos ja selle kasutamine kanakasvatuses	109
2.3.9. Selektsoonimeetodid	110
2.4. Kanatõud ja -krossid. - H.Tikk	114
2.4.1. Tuntumad munakanatõud	114
2.4.2. Eestis peetavad munakanakrossid	116
2.4.3. Tuntumad liha-munakanatõud	117
2.4.4. Tuntumad lihakanatõud	118
2.4.5. Eestis kasvatatavad kanabroilerikrossid	120
2.4.6. Võitluskanad	122
2.4.7. Dekoratiivkanad	122
2.5. Kanatibude, broilerite ja noorkanade üleskasvatamine ning munakanade pidamine. - H.Tikk	124
2.5.1. Linnufarmide ja lindlate ehitamise põhinõuded	124
2.5.2. Lindlate mikrokliima	126
2.5.3. Kanade pidamissüsteemid ja -viisid	136
2.5.3.1. Eestis kasutatavad tibude ja noorkanade puurid	137
2.5.3.2. Liha- ja munatõugu sugunoorkanade ning kanabroilerit kasvatamine sügavallapanul	137
2.5.3.3. Muna- ja lihatõugu kanade pidamine sügavallapanul	138
2.5.3.4. Munakanade pidamine täiustamata puurides	139
2.5.3.5. Munakanade pidamine täiustatud puurides ja restpõrandail	140
2.6. Kanade söötmisnormid. - H.Tikk, M.Piirsalu	143

2.7. Kanakasvatussaadused. - V.Tikk	147
2.7.1. Kanamuna	147
2.7.1.1. Kanamuna ehitus	147
2.7.1.2. Kanamuna koostis	149
2.7.1.3. Kanamuna kui toiduaine	152
2.7.1.4. Kanamuna kvaliteedi määramine	153
2.7.1.5. Kanamuna standard	153
2.7.2. Kanabroileriliha	155
2.7.2.1. Kanabroilerite optimaalne realiseerimisvanus	155
2.7.2.2. Kanabroilerite lihaomadused	156
2.7.2.3. Kanabroileriliha keemiline koostis	157
2.7.3. Kanakasvatuse kõrvalsaadused	160
KASUTATUD KIRJANDUS	166
VÄRVIFOTOD	169

SAATEKS

Eesti linnukasvatus on viimase viie aastakümnega arenenud põllumajanduse tagasihoidlikust kõrvalharust kitsalt spetsialiseeritud, potentsiaalt tööstusliku tootmise tasemel olevaks põllumajandusharuks. Sellest hoolimata viibib Eesti linnukasvatus praegu madalseisus. Turumajanduse tingimustes on paljud linnufarmid lõpetanud tegevuse ja huvi linnukasvatusega tegelda on maaelanikkonna hulgas tunduvalt vähenenud. Vabariigi valitsus pole seni linnukasvatuse elushoidjaid rahaliselt toetanud. See on asetanud Eesti linnukasvatajad ebavõrdsetesse tootmistingimustesse võrreldes näiteks Leedu ja Soome linnukasvatajatega, keda toetatakse nii oma riigi poolt kui ka Euroopa Liidu projektide kaudu. Tulemuseks on vajadus linnukasvatussaadusi Eestisse importida.

Linnukasvatus vääriski oma toodete tõttu hoopiski laiemat levikut. Nii kanamunad kui ka kanabroileriliha on dieetoiduained, kergesti omastatavad ja seetõttu sobivad ka ravitoitlustamiseks. Palju suuremat tähelepanu ja reklaami vääriski vabariigis toodetavad, ω -3-rasvhapetega rikastatud munad ja linnuliha.

Linnukasvatuse taset ja linnukasvatusteaduse taset peetakse lahutamatuks. Meie linnukasvatusalane teadustöö, mis eelmisel sajandil oli esindatud EPAs (EPMÜs), kolmes teadusinstituudis ja kaheksas näidismajandis-sovhoosis-kolhoosis, on käesolevaks ajaks jäänud üsna kitsasuunaliseks ja -mahuliseks. Linnukasvatusteadusele puudub riiklik tellimus ja seetõttu puuduvad ka vastavad töökohad. Vaatamata eelöeldule on entusiasmi ja grantide abiga teaduskaadrit kasvatatud ning rida uuritud probleeme ka lahendatud. Linnukasvatusteadusega on jäänud tegelema vaid allakirjutanu, filosoofiadoktor M.Piirsalu, põllumajandusdoktor J.Hämmal ja V.Tikk. Seetõttu on ka erialase kirjanduse väljaandmine jäänud suuresti nende nelja õlgadele.

Linnukasvatustootmine on kaasajal tihedalt seotud õppimisega, sest arengutempo on kiire. Õppimiseks peab olema kättesaadav õppe- ja teatmekirjandus. Taasiseseisvumisperioodil ilmusid küll 1993.a "Linnukasvatus I, II ja III" (autorid V.Lind, M.Piirsalu, H.Tikk, V.Tikk), kuid raamatud ootasid trükkimist 4 aastat ja on nüüdseks juba seega 18 aastat vanad. Üksikuid linnuliike käsitlevad raamatud jäävad kõik möödunud sajandi kaheksakümnendatesse aastatesse ja neist on saanud bibliograafilised rariteedid. Viimasteks linnukasvatusalasteks väljaanneteks olid 2003.a ilmunud V.Tiku "Vutikasvatus" ja 2006.a ilmunud "Lindude tervishoid ja haigused".

Käesolev raamat "Linnukasvatus I" ja selle järg "Linnukasvatus II" püüavad tekkinud lünka täita. Raamatud on mõeldud laiale kasutajate ringile: üliõpilastele, põllumajandusliku suunaga kõrgkoolide õpilastele, linnukasvatustevõtete töötajatele, praktikutele, hobilinnukasvatajatele. Raamatute üksikute peatükkide autorid on esitatud sisukorras.

Raamatu autorid tänavad abi eest raamatu trükiks ettevalmistamisel Tartumaa Põllumeeste Liidu juhatuse esimeest Jaan Sõrrat, magister Irje Leontjevat ja Ove Tikku.

Autorite nimel H.Tikk

1. ÜLDOSA

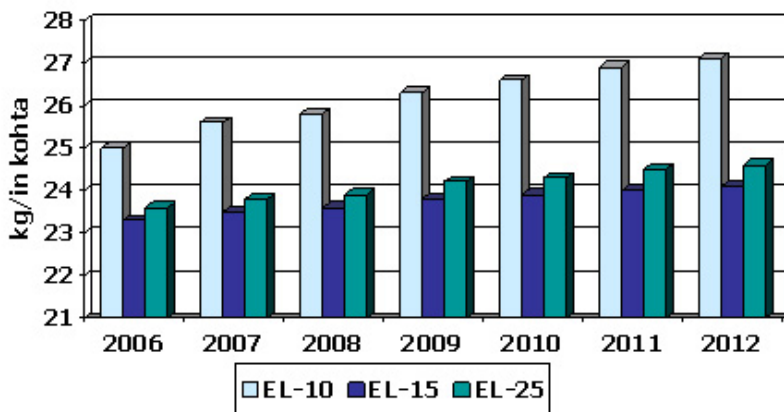
1.1. Linnukasvatuse arengusuunad maailmas

Maailma linnukasvatuses on jätkunud linnukasvatustootmise pidev kasv. Seda tõestab linnuliha kogutoodang maailmas, mis oli 1998.a 62, 1999.a 65, 2000.a 69, 2001.a 72, 2002.a 74 ja 2003.a 76 miljonit tonni. Juurdekasv aastas oli ca 2 miljonit tonni.

Seoses uute toodete turuletulekuga on oluliselt kasvanud linnuliha tarbimine. Kui näiteks kümme aastat tagasi 1997. a tarbiti maailmas 58 miljonit tonni linnuliha, mis moodustas kogu lihast 28%, siis Saksamaa Kiili Christian-Albertsi nimelise Ülikooli teadlaste prognooside kohaselt suureneb linnuliha tarbimine aastaks 2020 151 miljoni tonnini ja linnuliha osatähtsus liha kogutarbimises 40%-ni. 1996. a suurenes linnuliha tarbimine maailmas sedavõrd, et see möödus veiseliha tarbimisest ning 2010. aasta paiku on oodata, et linnuliha saab maailmas sealih ees kõige enam tarbitavaks lihaliigiks.

Linnuliha tootmine Euroopa Liidu liikmesriikides oli 2002...2006.a keskmiselt 10,9 miljonit tonni aastas. 2007.a prognoositakse toota 11,1, 2012.a 11,5 miljonit tonni linnuliha.

Linnuliha tarbimise prognoos Euroopa Liidu liikmesriikides sellist suurt kasvu nagu maailmas ei näita. Kui 2006. a tarbis Euroopa kümnes vanas liikmesriigis iga elanik keskmiselt 25 kg linnuliha, siis 2012.a võib see ulatuda 27 kilogrammini. Samas proportsioonis toimub linnuliha tarbimise kasv ka uutes liikmesriikides (joonis 1.1.).



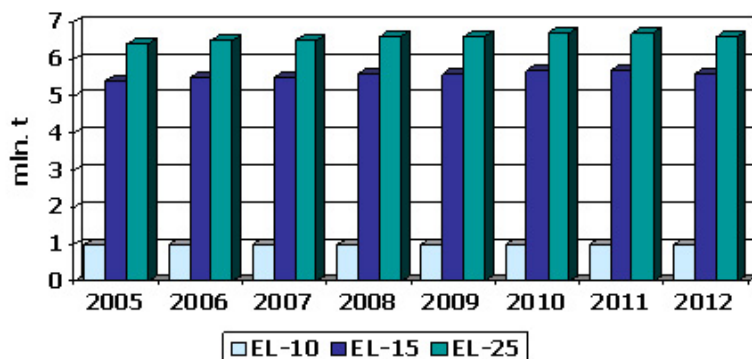
Joonis 1.1. Linnuliha tarbimise prognoos EL maades ühe elaniku kohta 2006-2012 a.

Kanamunade kogutoodang suurenes 1998.a 52 miljonilt tonnilt 2002.a 55 ja 2004.a 58 miljoni tonnini. 2005.a kasvas munade kogutoodang 59 miljoni tonnini. FAO (ÜRO juures tegutsev Toitlustus ja Põllumajandusorganisatsioon) andmetel kasvab munatoodang maailmas 3% aastas. 2005. a kasvas munade kogutoodang 59 miljoni tonnini. Kõige enam toodetakse mune Aasias – 36, Euroopas – 10, Lõuna-Ameerikas – 3, Põhja-Ameerikas 8, Aafrikas 2 ja Ookeanias 0,2 miljonit tonni.

Maailma suurim munatootja on Hiina 26 miljoni tonniga, kusjuures munatoodang kasvab seal äärmiselt kiiresti – ca 9% aastas. USA-s toodetakse aastas üle 5 miljoni tonni mune, Jaapanis 3 miljoni tonni, Venemaal, Indias ja Mehhikos igapähe ligi 2 miljoni tonni.

Eesti Statistikaameti andmetel toodeti 1990. a iga Eesti elaniku kohta 360 muna, millega olime Euroopas Hollandi, Ungari ja Belgia (koos Luksemburgiga) 4. kohal. Kuna Eestimaa linnukasvatjad ei ole seni ei siseriiklikest ega ka Euroopa Liidu struktuurifondidest mingisuguseid toetusi saanud, siis on ebavõrdse konkurentsi tingimustes kanamunade tootmine sedavõrd tagasi läinud, et 2006. a toodeti meil iga elaniku kohta vaid 136 muna, millega oleme praktiliselt Euroopa Liidus "punaseks laternaks".

Kanamunade tootmisel Euroopa Liidus aastatel 2005...2012 mingit olulist kasvu ei prognoosita (joonis 1.2.). Kuna tootmine suureneb väga vähesel määral, siis ei saa suurendada ka munade tarbimist.



Joonis 1.2. Kanamunade tootmine EL maades 2005-2015 a.

1.2. Põllumajanduslindude anatoomilised ja füsioloogilised iseärasused

Oma anatoomiliselt ehituselt on linnud lähedased roomajatele, ehkki esineb ka suuri erinevusi. Roomajate eesjäsemed on lindudel evolutsiooni kestel kujunenud tiibadeks, lindude jalad aga on väga hästi kohastunud liikumiseks nii maapinnal, vees kui ka puudel, aga ka siblimiseks ja saagi haaramiseks. Kaasaegsetel lindudel on roomajatega võrreldes palju enam arenenud ka peaaju (eriti selle poolkerad), kuulmine ja nägemine, nad on soojaverelised ja väga aktiivselt liikuvad. Lindudel on roomajatega võrreldes täiesti eraldi arteriaalne ja venoosne vereringesüsteem. Omalaadne hingamiselsundite ehitus, õhukottide olemasolu võimaldab neil kopsude parima ventileerituse selgroogsete hulgas. Sulestik, mis kaitseb linde mehaaniliste ärritajate vastu, tagab neile kõrge kehatemperatuuri säilitamise ja väikese õhutakistuse lendamisel. Suhteliselt suurte munade munemine, loote emasorganismiväline areng ning intensiivne lõimetishoold on taganud lindude kindla evolutsiooni ja laialdase leviku.

1.2.1. Nahk ja nahatekised

Lindude nahk on õhuke ja kuiv, sest puuduvad higi- ja rasunäärmed. Nagu iga bioloogiline barjäär, on nahk ühtviisi nii organismi kaitsja väliskeskkonna mõjude vastu kui väliskeskkonnast informatsiooni hankija oma väga mitmesuguste retseptorite kaasabil. Nahk deponeerib kuni 30% verest, tema kaudu väljutatakse 70–80% kogu organismis toodetavast soojusest. Naha paksus on lindudel väga varieeruv, sõltudes linnuliigist, vanusest ja toitumusest. Kanadel võib naha paksus olla 0,3–2,3 ja hanedel 1,6–2,8 mm. Seejuures on marrasknaha ehk epidermise paksus 20–25 µm, pärisnaha ehk dermise paksus 300–600 µm ja alusnaha ehk subkuutise paksus 1000 µm ja rohkem. Alusnahk koosneb kohevast sidekoest, milles paiknevad sulefolliikulid koos vastavate lihastega, samuti on alusnahas rikkalikult rasva. Lindude naha värvus sõltub linnuliigist, tõust, vanusest ja toitumusest, olles tingitud peamiselt pärisnahas ladestunud pigmendist.

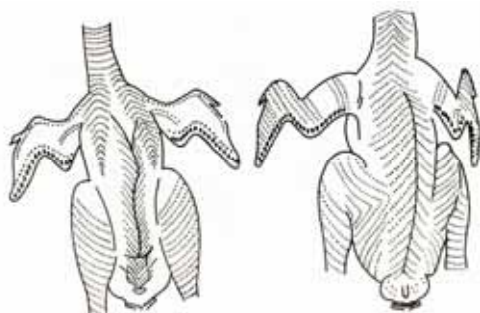
Lindude nahatekisteks on suled, noka sarvkiht, kannused (pöiakannused) ja küünised, nahasoomused jalgadel, kanadel hari, lokutid, kõrvalapid, pärlikanadel kiiver, kalkunitel korallid ja lihaskasve pealael. Nahatekiste hulka loetakse ka päraniipunääre.

1.2.1.1. Suled

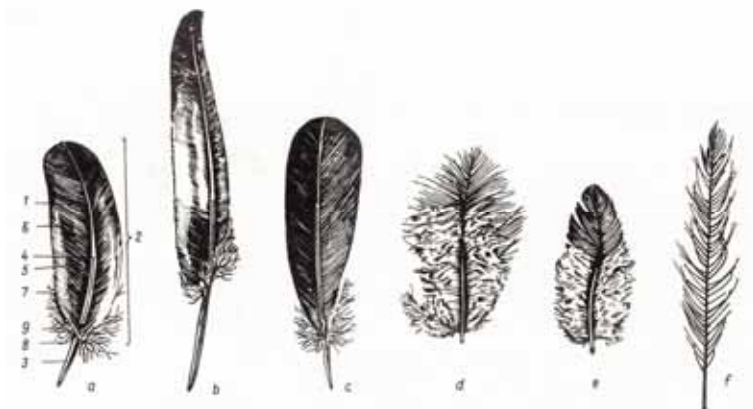
Linnu keha on kaetud sulgedega. Nad kaitsevad lindu liigse soojuskao ja mehaaniliste mõjutuste eest. Sulestik annab linnule ka liigile omase keha kuju, mis on väga oluline eriti uluklindudel – keha voolujoonelisusest sõltub lendamise ja lennul manööverdamise kiirus. Enamikul lindudest ei kasva suled kehal ühtlaselt, vaid n.ö laiguti. Ühtlaselt on suled kehal ainult lennuvõimetutel lindudel (kiivil). Kontuursulgedega kaetud kehaosasid nimetatakse suleväljakuiks ehk pterüülideks. Nende vahele jäävaid sulgedeta alasid nimetatakse paljasväljakuteks ehk apteerideks (joonis 1.3.).

Linnu sulestikus jaotatakse suled vastavalt nende ehitusele ja funktsioonile kontuur-, udu-, pooludu-, niit- ja harjassulgedeks (joonis 1.4.). Kontuursulgede hulka kuuluvad kattesuled, lennu- ehk hoosuled tiibadel ja saba- ehk türsuled linnu sabas (joonis 1.5.). Viimaste hulka kuuluvad ka kukkede sabas sirp- ehk laulusuled. Hoosulgede paiknemise järgi tiival tehakse vahet sise- ja välislennusulgede vahel. Kanal nimetatakse välislennusulgedeks 10 küünarvarre ja sõrmeluude kohal tiivale kinnituvat sulge. Siselennusuled on kinnistunud tiiva tagaservale kämblaluu kohal. Sise- ja välislennusulgede vahele jääb üksik väiksem sulg, mida nimetatakse telg- ehk

aksiaalsuleks. Kanadel langeb sulgimisel välislennusulgedest esimesena välja telgsule kõrval olev esimene lennusulg, seejärel järjekorras kõik 10 lennusulge. Nende vahetumise kiiruse järgi hinnatakse kana sulgimise kiirust ja kaudselt kana munajõudlust. Ühe lennusule asendumisaeg on tavaliselt 10% sulgimise kestusest.



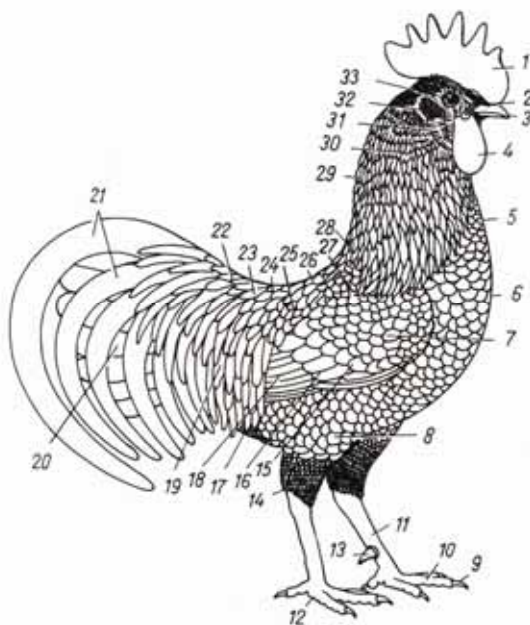
Joonis 1.3. Kana pterüülid (punktirjoontena) ja apteerid (paljasväljakud)



Joonis 1.4. Sulgede liigid: a – kattesulg, b – lennusulg, c – tüürsulg, d – udusulg, e – pooludusulg, f – niitsulg; 1 – sulerood, 2 – sulelaba, 3 – suleputk, 4 – suleroo vaoke, 5 – suleudemed, 6 – sulelaba kontuurosa, 7 – sulelaba siidne osa, 8 – sulelaba udusule osa, 9 – lisasulg

Udusuled on kontuursulgedest väiksemad. Nende rood on pehmed ja painduvad (pooludusuled) või puuduvad üldse (udusuled). Veelindudel on üle kogu keha kontuursulestiku all udusulestik, mis sisaldab palju õhku ega lase veelindude keha vees märjaks saada ega külmetuda.

Niitsuled on pika peene rooga, nad paiknevad tavaliselt koos kontuursulgedega ning arvatavasti arenevad koos kontuursulega samast sulefolliikulist. Arvatakse, et niitsuled on lindudel olnud kunagi kompimisretseptoriteks. Nende abil tunneb lind näiteks kontuursulgede segioleku ning saab seega sulestikku kiiremini korrastada. Mustadest niitsulgedest sulekimp isaskalkunite rinnal on sugupoole tunnuseks. Harjassuled on väga lühikesed, koosnedes peamiselt ainult suleroost. Nad paiknevad noka alusel, väliskõrva ava ja silmade ümbruses, olles oma funktsioonilt lähedased vibrissidele, imetajate sõõrmekarvadele.



Joonis 1.5. Kuke sulgede ja tähtsamate kehaosade nimetused: 1 – hari, 2 – ninasõõre, 3 – nokk, 4 – lokutid, 5 – eesmised kaelasuled, 6 – rind, 7 – tiivarinnasuled, 8 – sääresuled, 9 – küünis, 10 – varvas, 11 – jookse, 12 – jalatald, 13 – kannus, 14 – kand, 15 – tiiva kattesuled, 16 – primaarsed (esmased) lennusuled, 17 – õnnar, 18 – sekundaarsed (teisesed) lennusuled, 19 – väikesed sirpsuled, 20 – tüürsuled, 21 – suured sirpsuled, 22, 23 – saba kattesuled, 24 – saba baas, 25 – rübja kattesuled (rübjaripmed), 26 – selg, 27 – õla kattesuled, 28 – selja baas, 29 – kaela kattesuled (kaelaripmed), 30 – kael, 31 – kõrvalapp, 32 – kõrvaava, 33 – silm

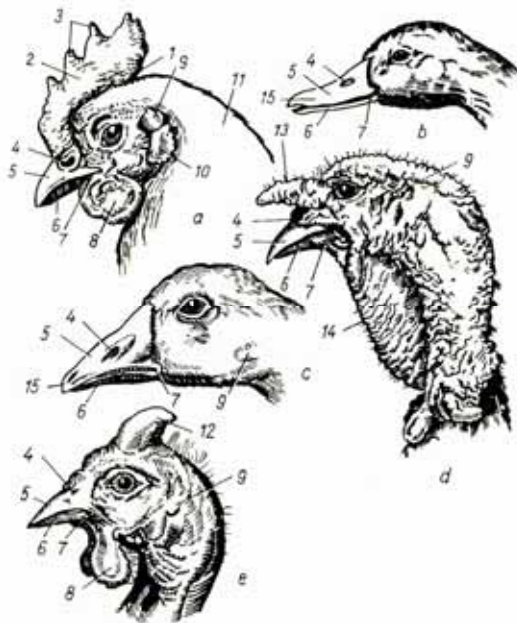
Lindude sulkate vahetub korrapäraselt. Sulgimisel langevad vanad suled nahas asetsevaist suletuppest välja ning asenduvad uutega. Koorunud tibu on kaetud lootelise ehk embrüonaalse udusulestikuga. Kuid juba mõni päev pärast koorumist hakkavad munatõugu kanatibudel, faasanitibudel jt kasvama kontuursuled, esialgu tiibadel ja sabas, edaspidi aga kogu kehal. Lihakanatibudel ilmuvad esimesed kontuursuled hiljem, umbes kahe nädala jooksul. Pardi- ja hanetibudel ilmuvad kontuursuled hoopis hiljem, kuivanuselt. Noorlindude (tibude) udusulestiku asendumine pärisulgedega ehk juvenaalse sulgimise algab kanatibudel kuivanuselt ning kestab 3...4 kuud. Juvenaalsulgimine algab hoo- ja tüürsulgede väljalangemise ja asendumisega ning lõpeb ülejäänud kontuursulgede asendumisega. Partidel algab juvenaalsulgimine 60...80-päevaseks, kuid kestab tunduvalt lühemat aega, kaks kuud. Selle aja kestel neil hoo- ja tüürsuled ei vahetu. Juvenaalsulgimise läbiteinud lindudel vahetub sulestik edaspidi perioodiliselt, mistõttu kõiki järgneva sulgimise nimetatakse perioodilisteks, sest paljud linnud (näiteks kanad) sulgivad üks kord aastas. Partidel ja haned on aga aastas kaks sulgimist – kevadel vahetub kogu sulestik, sügisel ei vahetu ainult hoosuled.

Sulgede värvus on lindudel väga erinev, olenedes mitmetest teguritest, peamiselt sule kasvamisel sellesse talletatud pigmenditüübist. Linnusules on kaks pigmenditüüpi: melaniinid ja lipokroomid. Melaniinid on paigutunud sulge terakestena. Sõltuvalt

pigmendi hulgast ja oksüdeerumisastmest tagavad need sulestiku musta, punakaspruuni, pruuni või pruunikaskollase värvuse. Lipokroomid on ladestunud sulge difuusselt ning annavad sulestikule rohkem heledaid toone – kollast, punast, sinist, rohelist. Valgetes sulgedes pigmente ei ole. Peale pigmentide mõjutab sulgede värvust ka sule ehitus – I, II ja III järgu suleudemete haakumise viis sulekidadega. Seetõttu võib sulgedel olla sametine, siidine või metalne läige või mitmete värvuste ja pooltoonide erinev gamma.

1.2.1.2. Nahatekised

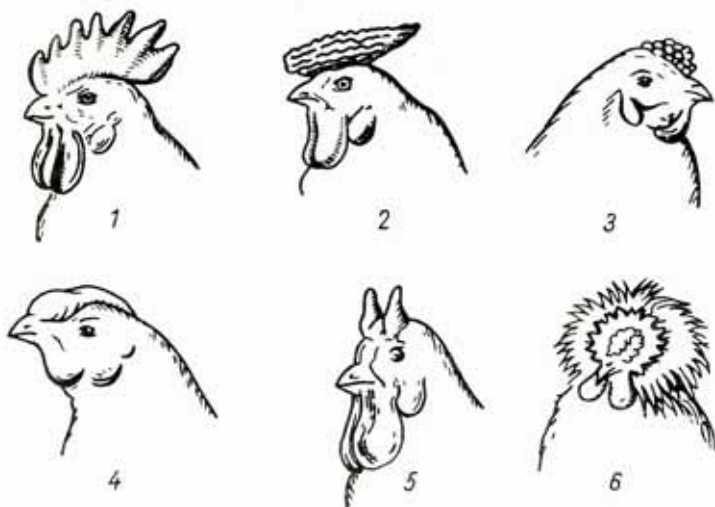
Kana peal ja kaelal on nahatekisteks hari, lokutid, kõrvalapid ja noka sarvkiht (joonis 1.6.). Harja kuju ja suuruse järgi saab otsustada sugupoole ning tõu üle. Kukkedel on hari ja lokutid tunduvalt suuremad kui kanadel. Harja kuju võib olla väga erinev (joonis 1.7.). Kõige levinum on lehthari, paljudel kanatõugudel on aga roos-, hernes-, vall-, nukits-, sarvik- või liblikhari tõutunnuseks. Hari ja lokutid on lindudel tähtsad soojust vahendavad organid. Harja värvus ja välimus iseloomustavad tavaliselt linna tervislikku seisundit, kanal ka munatoodangu intensiivsust. Intensiivse munemise kestel on kanal hari suur, elastne ja punane. Munemise järgi jätnud kana hari on kahvatu, muutub väiksemaks ja võib isegi kipra tõmbuda. Ka haige kana või kuke hari on kahvatu ja väike.



Joonis 1.6. Nahatekised erinevate põllumajanduslindude peadel: a – kukk, b – part, c – hani, d – kalkun, e – pärlkana; 1 – harja alus, 2 – harja baas, 3 – harja sagarad (tipud), 4 – ninasõõre, 5 – ülanokk, 6 – alanokk, 7 – suunurk, 8 – lokutid, 9 – kuulmekäigu väline ava, 10 – kõrvalapp, 11 – kael, 12 – kiiver, 13 – lihaskasve, 14 – korallid, 15 – nokaküünis

Lokutid on alanoka all paaris asetsevad nahatekised. Kalkunitel on sellel kohal vaid rippuv nahakurd. Munatõugu kanadel on lokutid suuremad kui lihakanadel. Mõnedel liha- ja munakanade tõugudel on lokutid tihedalt kaetud lühikeste sulgedega, moodustades midagi habemetaolist.

Kõrvalapid asetsevad väikeste jäikade sulgedega kaetud väliskõrvaavadest allpool. Tõuti on nende suurus, kuju ja värvus erinev. Munakanatõugude esindajail on kõrvalapid valged ja suured, liha-muna ja lihakanadel väiksemad ja punakamad.



Joonis 1.7. Harja kujud: 1 – lethari (lihthari), 2 – rooshari, 3 – herneshari (muruhari), 4 – pähkelhari (vallhari), 5 – nukitshari (sarvikhari), 6 – liblikhari

Lindudele väga iseloomulik nahatekis on noka sarvkate. Kanadel on kergelt kumera ja otsast terava noka sarvkate enam-vähem kogu noka ulatuses ühesuguse paksusega. Hanede ja partide laiema ning lamedama noka sarvkate paikneb rohkem noka külgedel ja tipul. Veelindudel on noka servas tihedalt üksteise kõrval sarvliistakud, mille vahelt vett ja muda läbi kurnates hangivad need linnud toitu. Hanede ja partide ülanokk lõpeb ümara või ovaalse nokaküünisega, mis on veidi heledam kui ülejäänud noka osad. Lootees tekib linnulootele enne koorumist ülanoka tipu juurde väike sarvestunud kõbruke, munahammas, mis aitab tibal koorumise eel muna kiudkestasid ja lubikoort purustada. Pärast koorumist taandareneb munahammas mõne päeva kestel.

Luikhane baasil aretatud hanetõugudel on noka alusel luulise alusega kõrgend. Seda nimetatakse kügaraks. Hanede alalõua alust nahavolti nimetatakse taskuks. Kõrvalapid, hari ja lokutid veelindudel ning kalkuneil puuduvad. Küll aga on kalkunitel pea ja kaela ülemine osa ilma sulgedeta ning kaetud värvilise ümarjas-ovaalsete nahavoltide – korallidega. Lindude ärrituses muutuvad nahavoldid sinakasvalkjaist roosakasvioletjaiks. Noka aluse ja pealae vahealale kinnitub kalkunil ärritumisel erekteeruv eesmine lihanibu, rahvakeeles ka lont. Isaslindudel on see pikem kui emaslindudel, ulatudes kuni 10 cm pikkuseni. Isaskalkunil võib väiksemaid lihanibusid esineda ka veel pea külgedel ja allpool silmi.

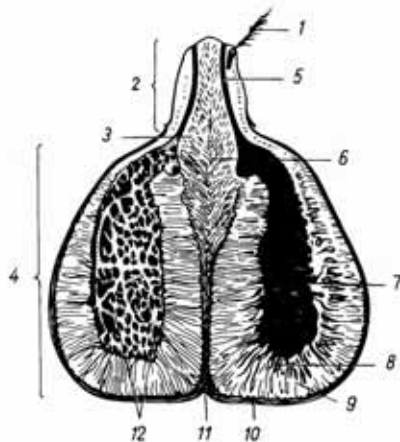
Jalgadel paiknevaist nahatekistest on olulisemad küünised, kannused ja nahasoomused. Enamikul lindudel on jookse ja varbad sulgedega katmata, kanadel on jookse ja varbad kaetud soomustesarnase sarvkatega. Selline kate on jookse eesosas ja varvaste ülalpoolel tugevam kui jookse tagaküljel ja varvaste all. Täiskasvanud lindudel, eriti mitu aastat vanadel, on soomused väga tugevad ja jäigad. Mõnedel lihakanatõugudel on

jookse ja osa varbaid sulgedega kaetud, selliste lindude jalgadel soomuseid tavaliselt ei ole. Veelindude ujulestadel ja varvastel soomused puuduvad. Nende varvaste ja ujulestade nahk ei ole tasane vaid teraline.

Varvaste otstes kasvavad paksenenud sarvmaterjalist küünised, need on linnul abiks nii maapinnal liikumisel, saagi otsimisel kui ka selle kinnihoidmisel ja purustamisel. Kanaliste ja traditsiooniliste veelindude küünised on võrreldes suluspesitsejate lindude küünistega (muskuspart), väikesed. Kanade puurispidamisel on nende küünised kulumata ning teravad, seda tuleb arvestada nende pidamisel. Kukkedel ja isaskalkunitel on jooksmete sisekülgedel teravad sarvestunud moodustised – kannused (pöiakannused). Noorlindudel nad algul puuduvad. Kannused kasvavad aastas 1,5...2 cm, mistõttu nende pikkuse alusel saab määrata kukkede ja isaskalkunite vanust.

1.2.1.3. Nahanäärmed

Nahanäärmetest on lindudel esindatud ainult üks – päranipunääre (joonis 1.8.), mis paikneb naha all esimeste sabalülide kohal. Kahesagaraline päranipunääre eritab õlijat vedelikku, mida linnud (eriti veelinnud) kasutavad oma sulestiku võidmiseks. Päranipunäärmes sekreet kaitseb linnu sulgi määrimise eest ning võib lindusid mõnevõrra varustada ka D-vitamiiniga. Nimelt sisaldab päranipunäärmes sekreet peale rasvade, valkude, nukleiinhapete ja mitmete ensüümide ka D-vitamiini provitamiini ergosteriini. See muutub ultraviolettkiirte mõjul D-vitamiiniks. Mõnedel linnuliikidel (jaanalind, tuvi) päranipunääre puudub.

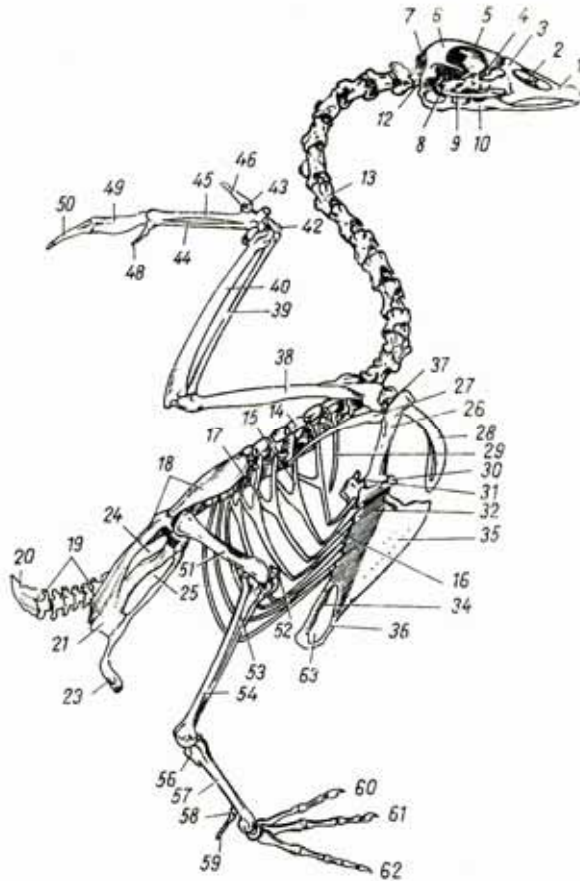


Joonis 1.8. Päranipunäärmehüüde ehitus: 1 – niitsulg, 2 – näärmenäsa, 3 – kitsus, 4 – vasak sagar, 5 – viimajuha, 6 – lihas- ja sidekoest vahekiht kitsuses, 7 – tsentraalõõs, 8 – teisene õõs, 9 – näärmesekretoorne osa, 10 – näärmekapsel, 11 – sagarate vahesein, 12 – põrgad

1.2.2. Skelett

Lindude skelett ehk luustik on kerge, kuid tugev. Kerguse annab luustikule paljude toruluude luuüdi asendumine õhukottide väljasopistustega. Skeletile on andnud tugevuse mitmete luude kokkukasvamise evolutsiooni kestel. Köhrkudet – peale liigesekõhre – täiskasvanud lindude skeletis pole. Hambaid lindudel pole, neid asendab lihasmagu.

Lindudel koosneb skelett nagu imetajatelgi koljust, kere skeletist koos õla- ja vaagnavöötmega ning jäsemete luudest (joonis 1.9.). Lindude kolju jaguneb aju ümbritsevaks ajukoljuks ja lõuaaparaati toetavaks näokoljuks. Ajukolju koosneb analoogiliselt imetajaile 3 paaritust ja 3 paarisluid. Näokoljus moodustavad alalõualuud ühes vahelõualuudega ala- ja ülanoka skeleti. Enamik kolju luid on liitunud omavahel liikumatult, mõned aga täielikult kokku kasvanud.



Joonis 1.9. Hane skelett: 1 – ees-ülalõualuu, 2 – ninaava, 3 – ninaluu, 4 – pisaraluu, 5 – laubaluu, 6 – kiiruluu, 7 – kuklaluu, 8 – ruutluu, 9 – sarnaluu, 10 – alalõualuu, 12 – kandelüli, 13 – kaelalülid, 14 – rinnalülid, 15 – lüliroie, 16 – rinnakuroie, 17 – konksjätke, 18 – niudeluu, 19 – sabalülid, 20 – õndraluu ehk pügostüül, 21 – päraluu, 23 – häbemelu, 24 – niudelu-päraluu mulk, 25 – päraluu-süleluu aken, 26 – kaarnaluu, 27 – abaluu, 28 – rangluu, 29 – asternaalne roie, 30 – rinnakunokis, 31 – rinnakujätke, 32 – rinnak, 34 – rinnaku küljätke, 35 – rinnakukiil, 36 – rinnaku keskjätke, 37 – õlanukk, 38 – õlavarreluu, 39 – kodarluu, 40 – küünarluu, 42 – randme eelkaarluu, 43 – teine kämbaluu, 44 – väikekämbaluu, 45 – suurkanämbaluu, 46 – tiivakesesõrmelu, 48 – väikesõrmelu, 49, 50 – suursõrmelud, 51 – reieluu, 52 – põlvekeder, 53 – pindluu, 54 – sääre-kannaluu, 56 – plokkjätke, 57 – kannapöialuu ehk jooksmelu, 58 – esimene pöialuu, 59 – esimese varba luud, 60 – teise varba luud, 61 – kolmanda varba luud, 62 – neljanda varba luud, 63 – rinnakuaken

Lindude selgroog ehk lülisammas jaguneb kaela-, rinna-, nimmeristluu- ja sabaosaks. Liikuvad on neist ainult kaela- ja sabaosa. Lindude kaelalülide arv ei ole konstantne; see on suurem kui imetajail (kanal ja kalkunil 13...14, pardil 14...16, hanel 17...18). Esimene kaelalüli (atlas) on väikseim ja rõngakujuline, moodustades koljuga ühinemisel keraliigese, mis võimaldab linnul pöörata pead väga kergesti igasse külge. Selgroo rinnaosa koosneb kanal 7, pardil ja hanel 4 rinnalülist, millest osa on kokku kasvanud (kanal 2...5 ühte kasvanud, 7. nimmeristluuga liitunud). Roietest on tavaliselt 1., 2. ja viimane asternaalsed (ebaroided), rinnakuni mitteulatuvad. Keskmiste roiete selgmise osa tagaservast kulgeb taha roide konksjätke, mis kinnitub järgmise roide välispinnale sideme varal. Konksjätke varal on roided üksteisega ühendatud; see teeb lindude rinnakorvi liikumatuks ja tugevaks. Liikumatu rinnakorvi tõttu on lindudel nn kõhuhingamine.

Lindude pika ja laia rinnaku kõhtmiselt pinnalt ulatub välja rinnakukiil. Sellele kinnituvad tugevad tiivalihased (rinnalihased). Rinnakult kulgevad tahapoole veel 1 kesk-, 2 külge- ja 2 roidejätke, mis abistavad lindudel suhteliselt nõrgalt arenenud kõhulihaseid siseelundite kandmisel. Rinnaku eesosas on kaks liigesepinda kaarnaluudega liigestumiseks.

Lindude hästiarenenud ees- ehk õlavööde koosneb paarilistest aba-, kaarna- ja rangluust. Rangluud liituvad ventraalselt ja moodustavad harkluu, pikad abaluud lasuvad roietel paralleelselt selgrooga, ulatudes kuni vaagnani. Õlaliigest rinnakuga ühendav kaarnaluud on õlavöötme luudest tugevaim.

Esijäsemete (tiibade) luuliseks aluseks on õlavöötme luudega seostuv tugev õlavarreluu, sellele järgnevad küünarvarreluud (kusjuures küünarluu on kodarluust tugevam), randmeluud, kämbaluud ja varbaluud.

Lindude ventraalselt avatud puusaluud (paarilised niude-, pära- ja häbemeluud) on nii isekeskis kui ka nimmeristluuga täiesti liitunud. Nimme- ja ristluulülid kui ka esimesed 3...7 sabalüli liituvad varsti pärast linnu koorumist nimmeristluuks. Pikki ja peenikesi häbemeluud, mis kinnituvad päraluudele ja suunduvad tahapoole, nimetatakse ka munaluudeks, sest nende vahekauguse ja elastsuse järgi otsustatakse kana munemise intensiivsuse üle. Liikuvaid sabalülisid on kanal 5...6, pardil ja hanel 8. Viimane neist, pügostiül ehk pärannipp on eelmistest suurim.

Tagajäsemete (jalgade) luulise aluse moodustavad reie-, sääre- ja jooksme- ehk põialuu ning varbaluud. Põlvekeder on lindudel vähearenenud ja kinnitunud sääreluu külge. Pindluu on kinnitunud samuti liikumatult sääreluule. Põialuud koosnevad pikast jooksme- ja sellele allotsas kinnituvast esimesest põialuust. Jooksme(põia)luud täidavad lindudel sääre ülesannet, mistõttu neid ekslikult nii ka nimetatakse. Kuke- ja isaskalkuni jooksme- ja alumis- kolmandikul on kannusjätke. Varbaid on põllumajanduslindudel tavaliselt 4, neist suunduvad 3 ette ja 1 (esimene) tahapoole. Kanade hulgas on aga tõuge, kellel leidub 5 varvast. Viievarbalistel kanadel suunduvad esimene ja viies varvas tahapoole. Varbalülisid on esimesel varbal 2, teisel 3, kolmandal 4 ja neljandal 5. Varbaid loetakse seest väljapoole.

1.2.3. Lihased

Lindude lihased sisaldavad imetajate lihastega võrreldes vähem sidekudet, on tihedamad ja peenemate lihaskiududega. Põllumajanduslindude eri liikidel on lihased värvuselt erinevad. Kanal ja kalkunil on tiibade-, selja- ja rinnalihastik heledam (eriti pärast

keetmist), ülejäänud kerelihastik tumedam. Teistel põllumajanduslindudel on kogu kehalihastik tume. Seetõttu räägitaksegi valgest ja punasest linnulihast.

Lindude kehalihastik jaguneb pea-, kaela-, selja-, rinna-, kõhu-, tiibade-, jalgade-, saba- ja kloaagilihasteks (joonis 1.10.). Lindudel puuduvad mokaade, põskede, nina- ja väliskõrvalihased. Hingamisliahastest puudub diafragma peaaegu täielikult. Rinna- ja nimmeristluulülide kokkukasvamise tõttu on seljalihased vähe arenenud ja nimmelihased puuduvad. Kõige tugevamad on rinnalihased. Nende kogumass võrdub või ületab lihalindudel kogu ülejäänud skeetilihaste massi. Rinnalihased algavad rinnakult ja selle harjalt ning kinnituvad õlaluule. Teisteks mahukamateks lihasteks on reie- ja säärelihased. Rinna-, reie- ja säärelihaste massi alusel toimubki lihalindude aretusel peamine selektsioonitöö.

1.2.4. Hingamiselundid

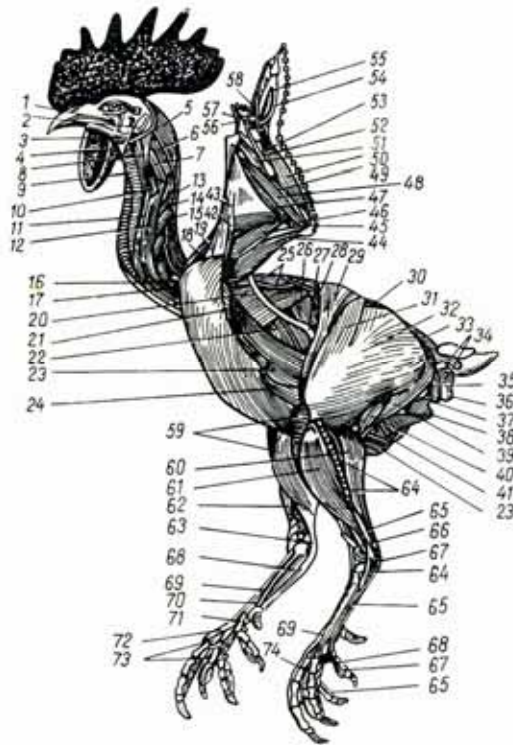
Nad koosnevad linnul hingamisteedest (ninaõõs, kõri, trahhea, laulukõri (süürinks), bronhid, õhukotid) ning respiratoorsetest osadest – kopsudest. Hingamisteedes õhk soojeneb, niiskub, puhastub, kopsudes toimub aga gaasidevahetus. Trahhea lõppu jääv laulukõri on lindudel hääleelundiks.

Lindude kahest sümmeetrilisest poolest koosnevad kopsud on koheva sidekoe abil rindkere külge kasvanud. Anatoomiliselt ehituselt erinevad lindude kopsud tunduvalt imetajate kopsudest, lindudel on alveolaarkude asendunud võrgustikuks liitunud ja tertsiaarbronhidesse (parabronhidesse ehk kopsuviledesse) avanevate õhukeseseinaliste ja väga peente (diameeter 5...10 mikronit) õhukapillaaridega. Lisaks kopsudele on lindudel veel kopsuvälised õhuruumid – õhukotid. Need on õhukeseseinalised, seestpoolt limaskestaga kaetud kopsuvälised sopistised. Osaliselt ulatuvad õhukotid ka luudesse. Õhukotid võtavad osa lindude hingamisprotsessist, õhupadjanditena kaitsevad nad teisi siseelundeid, aitavad kaasa nende jahutamisele (näiteks munanditel) ning neid kasutatakse keha tasakaalustamiseks lennul. Õhukotid suurendavad lindude häälitsemisel ka õhujuga, suruvad roojamisel kloaagile ja aitavad veelindudel sukeldumisel reguleerida nende kehamassi. Õhukotte on lindudel kokku üheksa. Õhukottide funktsioneerimine (laiali- ja kokkutõmbumine tagab lindude kopsude ventileerimise värske õhuga ning nende hapnikutarbe, vaatamata kopsude väikesele mahule ja lindude väikesele hingamissagedusele (hanedel 9...10, partidel 15...18 ja kanadel 22...25 korda minutis).

1.2.5. Veri

Lindude vere- ja lümfisüsteemi kuuluvad süda, vere- ja lümfisooned, veri ja lümf, aga ka vereloome- ja immuunelundid: luuüdi, põrn, harknääre (harkelund), Fabriciuse paun (kloaagipaun), lümfisüda, seedeelundkonna agregaatlümfisõlmekesed ning hanel ja pardil lümfisõlmed.

Veri moodustab lindude kehamassist 8,5...9,0%. Lindude veri koosneb 30...40% ulatuses vere vormelementidest, ülejäänud osa moodustab vereplasma. Lindude vere vormelementidest annab ülevaate tabel 1.1.



Joonis 1.10. Linnu skeletilihased: 1 – mälurlihas, 2 – alalõualangetaja, 3 – alalõuaristilihas, 4 – keelealune lihas, 5 – kapuutslihas, 6 – pea dorsaalne pikklihas, 7 – väike põikilihas, 8 – pea lateraalne sirglihas, 9 – pea kõhtmine sirglihas, 10 – kaela lühike painutaja, 11 – kaela pikklihas, 12 – ristijätketevahe-lihas, 13 – kaela kaksikõhtlihas, 14 – kaela pikk sirutaja, 15 – kaela 12 selja mitmejaoline lihas, 16 – kaelaogalihas, 17 – kaela pikim lihas, 18 – lennusepingutaja; 19 – suure rinnalihase kraniaalne osa, 20 – kaudaalne õla-abaluu lihas, 21 – rinna nahaalune lihas, 22 – väline kõhupõikilihas, 23 – pindmine rinnalihase, 24 – suure rinnalihase nahaalune kõhuosa, 25 – seljalailihas, 26 – pindmise saaglihase kaudaalne osa, 27 – pindmise saaglihase lennuseava, 28 – pindmine tuharlihas, 29 – rätsepalihas, 30 – selja pikim lihas, 31 – laisidekirme-pingutaja, 32 – reie-kakspealihas, 33 – sabatõstur, 34 – külgmised sabalihas, 35 – kloaagitõstur, 36 – kloaagisulgur, 37 – pirnlihas, 38 – sabalangetaja, 39 – poolkilelihas, 40 – poolkõõluslihas, 41 – kõhusirglihas, 42 – õlavarre-kakspealihas, 43 – lennusealihas, 44 – õlavarre-kolmpealihas, 45 – õlavarre-kakspealihas, 46 – õlavarrelihas, 47 – randmesirutaja, 48 – pindmine sissepööraja, 49 – süva sissepööraja, 50 – küünarmine randmepainutaja, 51 – kolmanda sõrme pikk sirutaja, 52 – sõrmede süvapainutaja, 53 – pindmine sõrmede painutaja, 54 – neljanda sõrme painutaja, 55 – kämbli luudevahelihas, 56 – teise sõrme sirutaja, 57 – teise sõrme painutaja, 58 – kolmanda sõrme sirutaja, 59, 60 – kaksik-sääremarjalihas, 61 – pikk pindluulihas, 62 – eesmine sääreluulihas, 63 – kannakõõlus, 64 – pikk varvastepainutaja, 65 – varvaste süvapainutaja, 66 – lühike pindluulihas, 67 – varba pikk painutaja, 68 – esimese varba lühike painutaja, 69 – ühine pikk varvaste painutaja, 70 – esimene pikk varvastesirutaja, 71 – teise varba eemaldaja, 72 – kolmanda varba spetsiaalne sirutaja, 73 – lühike pindmine varvastepainutaja, 74 – neljanda varba eemaldaja

Lindude veri on punase värvusega, ta tihedus on 1,05 (1,04...1,06) g/cm³, pH 7,42...7,48. Vere kuivainesisaldus on kanatibudel 14,4 ja täiskasvanud kanadel 15,6...19,7%. Vereplasmas on kuivainet 8...10%, selle koostises on valke 6,6...7,0%, mineraalaineid 1,0...1,1, süsivesikuid 0,12...0,17 ja rasvu 0,10...0,15. Lindudel leidub vereplasmas rohkem kaltsiumi, veresuhkrut ja valke kui imetajatel. Munemisperioodil suureneb lindude vereplasmas valgu, lipiidide ja kaltsiumi sisaldus. Kaltsiumisisaldus võib suurened 11...12 mg%-lt 24...36 mg%-le.

Lindude vere hemoglobiinisaldus sõltub linnuliigist, tõust, vanusest ja sugupoolest, aga ka mitmetest mittegeneetilistest teguritest (söötmisest, pidamistingimustest jt). Näiteks valge leghorni tõugu kukel on 100 ml veres 10,2 g hemoglobiini ja kanal 8,9 g, valge plimutroki tõugu kanal on sama näitaja aga 9,8. Kanatibudel ja noorkanadel on hemoglobiini veres vähem, 6,7 g 100 ml-s. Hanedel, partidel, pärkanadel ning kalkunitel on vastav näitaja 12,5.

Ühe kana veres (180...315 ml) moodustavad erütrotsüüdid kuni 2600-m² pinna. Erütrotsüütide keskmiseks elueaks peetakse kanadel 90...120 päeva, leukotsüütide elueaks 3...5 päeva. Lindude veres puuduvad antikehad, aglutiniinid. Küll aga on erütrotsüütides antigeenid, mille alusel saab määrata lindude kuuluvust vastavasse veregruppi. Kanadel on senini leitud ja uuritud 14 veregruppi.

Tabel 1.1. Lindude vere vormelemendid (Nickel jt., 2004)

Linnuliik	Erütrotsüüte 1 mm ³ veres milj	1 mm ³ veres tuh.	Leukotsüüte protsentides					Trombotsüüte 1 mm ³ veres tuh.
			lümfotsüüte	pseudo-eosinofiile	eosinofiile	basofiile	monotsüüte	
Kana	3,5 (3–4,5)	20–30	60 (65)	30 (20–50)	5 (2–8)	3 (1–5)	2 (1–4)	30 (75)
Kalkun	2,5	33	62,2 (59–64)	28,65 (28–29,4)	3,9 (3,6–4,2)	2,95 (2,6–3,4)	2,3 (1,8–3,2)	48
Part	2,8	23,4	64,25 (60,2–68,4)	21,05 (19–24,2)	5,75 (5,4–6,4)	5,4 (4–6)	3,55 (3–4,2)	90 (70–120)
Hani	2,8 (2,6–3,3)	24,5	49,2 (40,6–55,6)	34,15 (32–35,8)	14,55 (12,6–16)	1,25 (1–1,4)	0,85 (0,4–1,2)	100 (50–200)
Tuvi	(2,45–3,9)	9,9–22,3	57,9 (49,2–60,6)	31,15 (29,4–33,2)	6,15 (5,8–6,6)	2,35 (2–2,6)	2,45 (1,8–3)	7–27

Lümf on viskoosne, värvitu koevedelik, mis tsirkuleerib kinnises lümfisüsteemis, moodustades verekapillaaristikust väljanõrgunud vereplasma koostisosadest ja ainevahetusproduktidest. Keemiliselt koostiselt on lümf lähedane vereplasmale, sisaldades aga kaks korda vähem valke kui veri. Rakulistest elementidest on lümfis peamiselt lümfotsüüte (99% kõikidest rakulistest elementidest), vähem on eosinofiile, basofiile,

monotsüüte ja isegi erütrotsüüte (kuni 24 000 mm³-s). Rakuliste elementide arv lümfis suureneb eluea kestel.

Vereloomeelundeist tuleb eeskätt nimetada punast luuüdi. Selles moodustatakse erütrotsüüdid, trombotsüüdid (lindude käävjad vereliistakud) ja leukotsüütide hulka kuuluvad granulotsüüdid. Põrn on linnu organismis peamiselt vere depoo, samuti ka vananenud erütrotsüütide, leukotsüütide ja trombotsüütide selekteerija ning fagotsütoosi kaudu nende käibelt kõrvaldaja. Põrnas moodustatakse ka lümfotsüüte ja monotsüüte.

Harknäret koos Fabriciuse paunaga loetakse lindudel immunogeneesi võtmeorganiks. Harknäre (harkelund e tüümus) asetseb kaelal otse naha all, ulatudes alates kolmandast kaelalülisest kahel pool kaela kuni viimaste kaelalülideni. Harknäre areneb noorlindudel kiiresti esimesel kolmel elukuul, edaspidi ta kasv kuni suguküpsuseni aeglustub. Selleks ajaks on harknäärme mass kanal 7, kalkunil 12, hanel 16 ja pardil 10 g. Isaslindudel on harknäre suurem kui emaslindudel. Suguperioodil väheneb harknäärme mass 10...15 korda, suguperioodi lõppedes hakkab harknäre jällegi suurenema, kuid ei saavuta enam endist massi. Eluea kestel võib harknäre tunduvalt väheneda, kuid täielikult ta ei redutseeru: ka 6...8-aastastel partidel on ta mass veel 1 g. Erialakirjanduses leidub andmeid, et hästiarenenud harknäärmega kanapojad kasvasid paremini ja olid haigustele vähem vastuvõtlikud. Harknäärmes moodustuvad nn T-lümfotsüüdid, millel on suur tähtsus organismi immuunsuse tagamisel.

Fabriciuse pauna (kloaagipauna) loetakse samuti lümfotsüüte moodustavaks elundiks nagu harknäaretki. Fabriciuse paun paikneb väljaspool linnu kõhuõõnt, kloaagi lõpposa peal vastu selgroogu nii, et pauna ava suubub kloaaki 4...6 mm enne kloaagi välisava. Fabriciuse paun areneb nagu harknäre. Ööpäevasel kanatibul on ta hernetera suurune, 3...4-kuistel noorlindudel on ta suure kirsi suurune (mass 3...4 g), pärast seda hakkab ta pikkamööda vähenema ning juba 12-kuistel kanadel ja 15-kuistel hanedel on Fabriciuse paun täielikult taandarenenud ega ole lahkamisel leitav. Harknäärme ja Fabriciuse pauna funktsioonidest linnu organismis teatakse senini suhteliselt vähe. Sellealane uurimistöö aga on üsna aktiivne.

Lindude süda ning vere- ja lümfisoonkond ei erine palju imetajate vastavaist organeist. Lindudel aga on süda suhteliselt suurem kui imetajatel. Kanadel kaalub ta 7...10, hanedel 20...30 ja partidel 10...15 g. Isaslindude süda on raskem kui emaslindude süda. Täiskasvanud lindudel teeb süda minutis 200...300, noorlindudel 400...500 lööki. Väikestel värblindudel lööb süda minutis kuni 1000 lööki.

1.2.6. Seedeelundid

Põllumajanduslindude seedeelundid on nokk, suuõõs, söögitoru, pugu, näärme- ja lihasmaгу, kõhunäärme, maks ja soolestik. Kokku moodustavad ülalloeletatud elundid seedetrakti ehk -kulgla. Looduslikku toitumisviisi arvesse võttes kuuluvad põllumajanduslindudest pardid lihatooiduliste, haned taimetooiduliste ning kanad segatooiduliste hulka. Nende lindude seedeorganite universaalsus aga võimaldab neil kohaneda ka teistsuguste söötadega.

Sööda suhuhaaramiseks pole lindudel lõugu, mokki, põski ega hambaid. Neid asendab nokk, millel eristatakse üla- ja alanokka. Ülanokal eristatakse omakorda pära, selga, tippu ja servi, alanokal lisaks tipule ja servadele veel nokapõhja ja -nurki. Nokal on luuline alus,

mida sarvestunud nahk katab paksu kihina. Kana, kalkuni ja tuvi nokk on lühike, teravatipuline, siledade nokaservadega, pardi ja hane nokk on aga laiem ja nende noka servad on kaetud nokaga risti asetsevate plaatidega, mis toimivad sõelana zooplanktoni veest väljakurnamisel. Veelindudel on noka pära kaetud pehme, isaslindudel mõnikord värvilise nn vahanahaga.

Lindude keel vastab oma kujult nokale – kanal on ta teravatipuline, vesilindudel lamestunud. Keeletipp on kaetud paksu sarvkihiga ning varustatud rohkete sarvkidadega, mille suund on söögitoru poole. Samasuguseid ja samasuunalisi sarvkidasid leidub ka suulaes. See võimaldab neelata lindudel sööta pea igasuguse asendi puhul. Teistsugune on kanadel ja kalkunitel lugu vedeliku neelamisega. Et nad ei saa suhuvõetud vedelikku vastu suulage suruda, peavad nad joomisel noka tingimata ülespoole tõstma. Haned, pardid ja tuvid joovad imedes, ilma et neil oleks vaja selleks pead tõsta. Lindude keel on jäik ja vähepainduv, kuid saab liikuda üles-alla-kõrvale. Keelel on kompimiskehakesi, seetõttu on ta sööda valimisel tähtsaim kompimiselund. Keel on tegev ka sööda haaramisel. Maitsmisapillide (seen-, vall- ja lehtpapillide) puudumise tõttu linnud kas ei oma üldse maitsmismeelt või on see neil õige nõrgalt arenenud. Sööta valivad kanalised peamiselt nägemis- ja kompimismeele vahendusel. Siiski arvatakse, et linnud eristavad kibedat, magusat ja soolast. Täielikus pimeduses kanalised ei toitu. Vesilinnud, kel on väga kõrgelt arenenud kompimismeele, võivad toituda looduslikes tingimustes (veekogudel) ka pimedas. Nägemis- ja kompimismeelel koos kasutades võivad linnud väga osavalt valida segajõusöödast ja kasvavast taimestikust sobiva suuruse, konsistentsi ja kindla kujuga osi. Seejuures tarbitakse kindla kujuga (terad, graanulid) sööta meelsamini kui samast materjalist jahusegu. Arvatakse, et veelindudel on maitsmismeelel arenenud veidi rohkem kui kanalistel.

Nagu maitsmismeelel, on lindudel vähe arenenud ka haistmismeelel. Niisiis ei saa rääkida lindudele maitsvast ja aroomaatselt söödast, vaid ainult lindude poolt hästi söödavast söödast. Lindude suuõõs on neeluõõnega vahetus ühenduses, seetõttu räägitakse lindude puhul suu-neelu õõnest. Haaratud sööt seal ei peatu, vaid juhitakse kohe edasi söögitorru. Suuseede lindudel puudub, sest neil pole hambaid sööda peenestamiseks ning süljenäärmeist pärinevas süljes pole seedeensüüme (diastaasi) sööda keemiliseks töötlemiseks. Vaid hanede sülj sisaldab vähesel määral ka diastaasi. Sülj on lindudel vaid sööda libestamiseks (sisaldab rikkalikult lima), niisutamiseks ja pehmemendamiseks, kergendades sel teel tahke sööda juhtimist söögitoru kaudu pugusse. Sööda neelamisel satub sööt söögitorru ning selle kaudu pugusse, edasi näärmemakku ja sealt lihasmakku. Näärmemakku avanev söögitoru kulgeb algul kõri peal, kaela alumises osas kõri paremal küljel ja rinnaõõnes südame kohal kopsude vahel. Söögitoru on väga elastne, teda seestpoolt kattev nahkjäs limaskest sisaldab hajusalt limanäärmeid; see võimaldab võrdlemisi suurte söödapalade läbimist.

Söögitoru valendik aheneb mao suunas, kusjuures ta enne rinnaõõnde jõudmist sopistub välja, moodustades kanal ühesopilise toidureservuaari – pugu. Hanel ja pardil pugu puudub. Neil on sellel kohal vaid vähe märgatav käävjas söögitoru laiend. Pugu on lindudel söödamahuti ja lihasmao täitumise regulaator. Pugu saadab vajadust mööda sööta edasi lihasmaole purustamiseks, sest linnu magu söödamahutina ei toimi. Pugust läheb sööt pugu seinte rütmiliste kokkutõmmete mõjul väikeste portsjonite kaupa läbi näärmemao lihasmakku. Selle poolest on pugu ja lihasmao vahel range funktsionaalne seos: kui lihasmagu tühjeneb, lakkavad tema liigutused ja algab pugu kontraktsioon. Sööda jõudmisel lihasmakku lakkavad pugu kokkutõmbed ja algavad lihasmao

kontraktsioonid. Kui lihasmagu on tühi, võib allaneelatud sööt läbida pugu ilma seal peatumata. Alles pärast seda, kui lihasmagu on täitunud, hakkab sööt pugusse kogunema. Joogivesi pugus ei peatu. Pugus ei toimu toitainete nimetamisväärsel seedumisel. Küll aga paiknevad pugu suudme ja väljumisava limaskestas näärmed, mis valmistavad limarikast nõret. See nõre ei sisalda aga seedefermendeid, mõningases koguses pugus leitud fermenteid on sinna toodud söödaga. Lindude söötmisel keedetud söödaga ei ole nende pugudes ensüüme leitud. Kuigivõrd võib pugu sööta muuta ka bakterite tegevus. Söötade pugus peatumise aja kohta kehtib seaduspärasus: mida kõvem on sööt, seda aeglasemalt läbib ta pugu ning seda kiiremad on sööta peenestavad lihasmao kontraktsioonid ja vastupidi. Nii läbivad terasöödadest kõige kiiremini pugu nisu, seejärel oder ja kaer. Kanale söödetud 15 g nisuteri peatus pugus 4,5, 15 g otra 5,75 ja 15 g kaera 6 tundi. Kogu seede kestus võib lindudel optimaalse koostisega segajõusööda puhul olla kana- ja kalkunibroileritel 2...5 tundi. Tuvitel, nii emas- kui ka isaslindudel, moodustub pugus näärmerakkude muundumise tagajärjel valge vedelik (pugupiim), millega nad algul (kuni 2 nädala vanuseni) toidavad oma poegi. Pugupiim sisaldab 7...13% rasva ja 10...19% valku.

Lindude magu koosneb kahest eraldi olevast ja talitluslikult erinevast elundist: näärme- ehk eesmaost ja lihasmaost ehk pärismaost. Näärmemagu paikneb maksasagarate vahel ja on, nagu pugugi, söögitoru laiend. Näärmemao lihastik on nõrgalt arenenud, kuid ta paks limaskest sisaldab palju rohkesti seedenõret eritavaid näärmeid. Näärmemao nõre, mis avaldab oma seedivat toimet ainult lihasmaos, sisaldab soolhapet ja pepsiini. Soolhape teeb sööda happeliseks, pepsiin aga toimib ensüümina ainult happelises keskkonnas ja lõhustab söödavalke lihtsamateks ühenditeks: albumoosideks, peptoonideks ja polüpeptiidideks. Viimased on vaheastmed valgu lõhustumisel aminohapeteks, need on aga organismi poolt seedenõredest juba omastatavad. Sööt läbib näärmemao peaaegu peatumatult. Selles jõuab ta seedenõredega ainult läbi imbuda. Näärmemao seedenõrede toime sööda toitainetes avaldub alles lihasmaos. Lindudel (hanedel) on näärmemao nõre valgu seedimise võime 10...12 korda suurem kui näiteks koeral. On selgitatud, et kanade näärmemao nõre sekretsioon ja kontsentratsioon sõltuvad ka sööda liigilisest koostisest, osakeste suurusest, konsistentsist ja joogivee olemasolust. Et seedeensüümid saaksid toitaineid lõhustada, on vajalik kas neutraalne, happeline või aluseline keskkond. Kana näärmemaos on pH 1,52...1,84, lihasmaos 4,5...5,0, kaksteistsõrmiksooles 5,6...6,2, peensoole järgmistes osades 5,78...6,30, umbsooltes 5,84...6,70 ja pärasooles 6,3...7,4.

Lihasmagu paikneb lindude kehaõõne kõhuosas. Näärmemao suubumise ja lihasmaost peensoole (kaksteistsõrmisooles) väljumise kohad on lihasmao eesservas lähestikku. Linnuliigist olenevalt on lihasmagu ümarja või lameovaalse kujuga ja paksude lihasseintega. Seespoolt on lihasmagu kaetud kurrustunud sarvja plaadiga – hõõrlaga, mis kaitseb lihasmao seinu sööda purustamise ajal vigastuste eest. Seda sarvjat, veresoonteta kollast kesta, mida lihasmaonäärmed pidevalt uuendavad, on lihasmaost kerge eemaldada. Vaid hanedel on hõõrel lihasmao seinte külge tugevalt kinni kasvanud. Lihasmao ülesanne on veskina toimides sööda peenestamine, ta on hambaid asendav elund. Sööt hõõrutakse peeneks lihasmao külglihaste perioodilise kokkutõmbumise ja sööda purustamiseks lihasmaos leiduvate seedekivikeste (maokivide, gastroliitide) mõjul. Esmalt tõmbuvad kokku lihasmao õhukeseseinalised vahemised lihased, surudes maosisaldise lihasmao soppi. Seejärel liiguvad mõlemad tugevad külglihased teineteise suunas riivamisi teineteisest mööda. Sellised kokkutõmbed toimuvad kanal 2...3 korda minutis. Koos seedekividega on külgmiste lihaste jõud suur, muljades puruks isegi klaasi- ja portselanikilde. Kana lihasmaos on külglihaste kontraktsiooni ajal rõhk 80...135, hanel

265...286 mm Hg. Kontraktsioonide sagedus ja intensiivsus suurenevad kõva sööda puhul.

Söödakivide keskmine kogumass on kanal nende isukohasel hankimisel 6...18 g. Sööda peenestamisel lihasmaos kuluvad ka kivid, seetõttu ollakse arvamisel, et linnud peavad pidevalt söödakive kruusana või peene killustikuna juurde saama. On andmeid, et seedekivikeste puudumisel lihasmaos väheneb sööda, eriti terade seeduvus. Täisväärtusliku segajõusööda või graanulite söötmisel produktiivsetele munakanadele, aga samuti kanabroileritele on leitud, et kruusa pidev lisamine või vabalt nokkimiseks etteandmine ei ole end õigustanud, sest kruus koormab ja vähendab asjatult lihasmao mahtu. On osutunud küllaldaseks anda munakanadele puurispidamisel 2 korda kuus ca 10 g keskmiselt 5-mm-lise läbimõõduga (herne- kuni maisitera suurus) kruusakivikesi. Kanadele tervete terade söötmisel tuleb seda normi vähemalt 2 korda suurendada, muidu söödakasutus halveneb. Kruusa aset võivad tibudel ja noorlindudel täita jäme sõre liiv, peened merekivid ja graniidsõmerik. Peent liiva ei ole soovitatav lindude söödas, eriti pehmesööda koostises kasutada, sest see võib minna lihasmaost kohe peatumata edasi soolestikku, seda ärritades ja asjatult koormates. Ka ainuüksi Ca-allikana söödetavate teokarpidega ei ole soovitatav seedekivikesi asendada, sest siis rikutaks ratsioonis Ca ja P vahekorda. Tekiks Ca üleküllus. Liigne kaltsium viidaks organismist kaltsiumfosfaatidena roojaga välja. Seejuures väheneks organismis fosfori kogus aga tihti kuni kriitilise piirini ja alla selle. Et seedekivikesed lihasmaos kuluvad, on nad lindudele mõnevõrra ka mineraalainete, sealhulgas ka mikroelementide allikaks. Paralleelselt sööda mehaanilise purustamisega seeditakse lihasmaos oluliselt ka valku. See toimub sinna kanduva pepsiini, aga ka peensoolest lihasmao aktiivsete liigutuste tõttu tulevate seedenõrede ja mikroorganismide abil. Algab valgu ja teiste toitainete, välja arvatud tselluloosi, seedimine. Peensoole sisaldise sattumist lihasmakku tõestab hõõrla alatine läbiimbumine sapi värvainetega. Lindude normaalse toitumise korral on lihasmao sisaldis happeline, see soodustab toitainete seedimist ja loob ebasoodsa keskkonna haigusi tekitavatele mikroorganismidele. Toitained lümfis ega verre lihasmaost ei imendu, see toimub ainult soolestikus kõhunäärme (pankreease) ja maksa seedenõrede kaasabil.

Kõhunääre (pankreas) paikneb kaksteistsõrmiksoole lingus, olles linnu organismis suurim seedenääre. Kõhunääre valmistab kaksteistsõrmiksoolde suunatavat nõret, mis sisaldab kõikidesse toitaineterühmadesse (valkudesse, rasvadesse ja süsivesikutesse) toimivaid fermente: trüpsiini, lipaasi ja diastaasi. Kõik nad toimivad ainult neutraalses või leeliselises keskkonnas. Kaksteistsõrmiksoolde viivad pankreasest kanal 3, hanel ja pardil 2 viimajuha. Sama palju on neil lindudel ka kõhunäärmesagaraid. Trüpsiin toimib valkudesse nagu pepsiingi, kuid toimides leeliselises keskkonnas, on ta võimeline valke lõhustama mitte ainult valgu vaheproduktideks (albumoosideks, peptoonideks), vaid ka juba aminohapeteks, mis on võimelised imenduma läbi sooleseina verre. Lipaas lõhustab söödarasvad vees lahustuvateks rasvhapeteks ja glütseriiniks, samuti juba imendumisvõimelisteks ühenditeks. Lisaks keemilisele toimele emulgeerib kõhunäärme nõre rasvasid; see soodustab rasvade lagundamisel lipaasi mõjulepääsu. Ensüüm diastaasi mõjul muutub tähtsaks imenduvaks monosahhariidiks maltoosiks. Kõhunääre reguleerib organismis ka kogu süsivesikute ainevahetust, eritades lümfis ja verre hormoon insuliini.

Maks on suurim näär, üks organismi tähtsamaid elundeid üldse. Lindudel jaguneb maks parempoolseks suuremaks ja vasakpoolseks väiksemaks sagaraks. Kana maks näib olevat vasakus sagaras leiduva sügava sälgu tõttu koguni kolmesagaraline. Maksa eesosa külgneb südamega, taga-ülaosa on vastu lihasmagu. Maks paikneb lindude kehaõõne

vasakul poolel. Suurema (parempoolse) maksasagara külge kinnitub sapipõis, kuhu koguneb selle sagara poolt eritav sapp, mis viimajuha kaudu valgub kaksteistsõrmiksoolde. Vasakust maksasagarast juhatakse sapp kaksteistsõrmiksoolde vahetult. Sapipõis selles sagaras puudub. Tuvidel ja pärllkanadel puudub sapipõis ka paremas maksasagaras. Sapp on maksa näärmerakkude nõre, sisaldades sapihappeid ja nende soolasisid. Peensooles on sapi ülesanded lahustada kõhunäärme nõre toimel rasvadest tekkinud rasvhapped ja soodustada nende imendumist, kiirendada valkude seedimist, takistada sapihappede abil tootkõrdi roiskumist soolestikus ja ergutada soolte peristaltikat. Maksarakkudes tekib sööda seedumisel verre imendunud glükoosist glükogeen (loomne tähtlik), mille varud säilitatakse maksas. Lindude nuumamisel, eriti hanede, partide ja muskuspartide puhul, tekib ja ladestub maksas rohkesti rasva, mistõttu see suureneb isegi kuni 10 korda. Seda veelindude omadust kasutatakse spetsiaalse sundnuuma abil rasvase linnumaksa tootmiseks. Maksas sünteesitakse karotiinidest A-vitamiini ja säilitatakse kõikide rasvas lahustuvate vitamiinide (A-, D-, E-, K-vitamiini) ja C-vitamiini varusid. Maksas tehakse kahjutuks ka mitmed ainevahetusel, eriti valkude lõhustumisel, tekkinud mürgised laguproduktid.

Soolestik on seedekanali pikim osa ning ületab põllumajanduslindudel nende keha pikkust 4...6 korda. Soolestikus toimub toitainete lõplik seedumine ja seedunud toitainete imendumine. Lindude soolestik jaguneb kaksteistsõrmiksooleks, tühisooldeks, niudesooldeks, umbsoolteks, pärasooldeks ja kloaagiks. Käärsool lindudel puudub. Kaksteistsõrmik-, tühi- ja niudesool moodustavad peensoole. Umbsoolte kohalt hakkab sooltoru jämenema, minnes üle pärasooldeks ning lõppedes kloaagiga. Lindudel on nii peen- kui ka jämesool (pärasool) valendikupoolne sein kaetud soolehattudega, nende kaudu imenduvad lahustunud toitained verre. Kaksteistsõrmiksoole pikkus on linnuliigiti keskmiselt 12...25 cm, ülejäänud peensoole pikkus 100...150 cm. Peen- ja jämesoolte piiril algavad lindudel kaks ettepoole (mao poole) suunduvat umbsoolt, mille pikkus on kanal 18...30, hanel 20...25 ja pardil 13...22 cm. Sirgelt kulgev lühike pärasool (kanal 6...8 cm) avaneb kloaaki. Söödakõrt liigub soolkanalis edasi soolte peristaltiliste ja pendelliigutuste mõjul. Neid liigutusi kutsuvad esile soolte seinas olevate piki- ja ringlihaste kokkutõmbed, mis sooltes olevat sisaldist kloaagi poole nihutavad. Haigetel lindudel võib harva esineda ka soolte liigutuste vastupidine suund – antiperistaltika. Sööda soolkanalis viibimise kestus sõltub söödast, linnuliigist, lindude vanusest ning produktiivsusest, aga ka seedeelundkonna talitluse tasemest ja organismi üldseisundist. Tavaliselt läbib sööt soolkanali kanatibudel 4, suuretoodangulistel munakanadel 2, vähese toodangu munakanadel 3, mitteruunvatel kanadel 8 ja hauduvatel kanadel 11 tunniga. Sööda seeduvuse ja imendumise seisukohalt on soolestikus kõige tähtsam peensool, kus peale kõhunäärme nõre, mis kaksteistsõrmiksoolde valgub, valmistavad seedeensüüme veel peensoole enda seinas rikkalikult esinevad näärmed. Pärast seda, kui pepsiin ja trüpsiin on lõhustanud valgud lihtsamateks ühenditeks, toimib viimastele soolenõres leiduv erepsiin. Erepsiin lõhustab valgud lõpuni, s.o aminohapeteks. Aminohapped on võimelised imendumise verre. Soolenõres esinevad ensüümid sahharas (invertaas) ja maltaas muudavad süsivesikud, väljaarvatud tselluloos (toorkiud), monosahhariidideks, mis on samuti organismi poolt omastatavad. Rasvasid lõhustab rasvhapeteks ja glütseriiniks soolenõre ensüüm lipaas, kuigi ta mõju on nõrgem kui kõhunäärme lipaasil (steapsiinil).

Umbsooltes (nimetatakse ka pimesoolteks) toimub lindudel peamiselt tselluloosi bakteriaalne seede. Vastavalt sellele on nad rohkem taimset sööta kasutavatel linnuliikidel mahukamad. Umbsooled mahutavad niudesooldest tulevaist söödamassijääkidest umbes

1/6...1/16. Üldiselt aga on lindudel toorkiu seedumisvõime väike ja võib ulatuda natuke üle 10%. Umbsooled täituvad pikkamööda, kuid tühjenevad perioodiliselt, tavaliselt 1 kord päevas. Umbsooltest pärinev umbsoolte roe erineb tunduvalt linnu tavalisest uriiniga segunenud sooleroojast, mis väljub 8...10 korda sagedamini umbsoolte sisaldisest. Viimane on tugevasti haisev puderjas ühtlane tumepruun mass. Peale monosahhariidide imendub umbsooltes ka senini imendumata valgu laguprodukte ja vett.

Pärassooles – sooletrakti viimases osas – lõpetatakse seedetegevus. Seal imenduvad lahustunud toitainete jäägid. Pärassooles toitainete muundumist ensüümide toimel ei toimu.

1.2.7. Kuse- ja suguelundid

Lindude kuseerituselundid koosnevad 2 neerust ja 2 kusejuhast, mis suubuvad kloaagi keskosas. Lindudel puuduvad kusepõis ja neeruvaagen. Neerud paiknevad niudeluu all ventraalselt ja koosnevad särist ja koorest. Neerudel on organismi ainevahetuses täita väga tähtis osa. Nad eemaldavad vereringest valgu laguproduktid, hoiavad vajalikul tasemel katioonide kontsentratsiooni ja osmootse rõhu veres ning kudedes, mis on vajalik rakkude normaalseks füsioloogiliseks funktsioneerimiseks. Sõltuvalt vere pH muutumisest väljutavad neerud rohkem või vähem aluselisi ja happelisi eritisi, et tagada vere normaalne reaktsioon. Neerud peavad kinni (filtreerivad) organismi sattunud mürgiseid aineid ja ainevahetuse laguprodukte. Neerudes need neutraliseeritakse ning väljutatakse rütmiliselt kusejuhade kaudu koos kusega kloaaki. Kusejuhahad teevad minutis 3...6 kontraktsiooni.

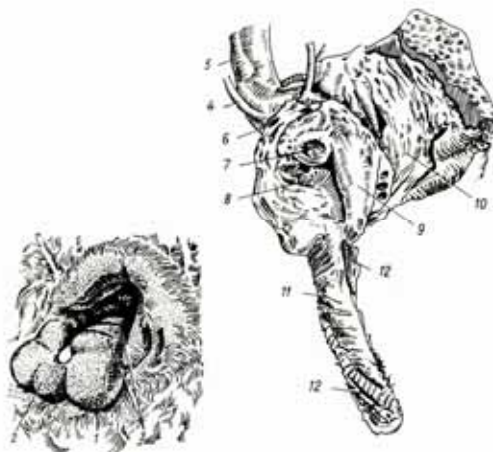
Lindude suguelundid tagavad liigi säilivuse, põllumajanduslindudel aga primaarse toodanguna veel ka munevuse. Lindude suguelundid koosnevad sugunäärmetest (isaslindudel munandid, emaslindudel munasari), kus valmivad sugurakud, ning suguteedest, mille kaudu valminud sugurakud liiguvad viljastuskohale. Sugunäärmed on ühtlasi ka sisesekretoorsed näärmed, mille suguhormoonid tagavad lindude erinevate sugupoolte väga erineva sugulise käitumise ja välimuse.

Lindude isassuguelundid koosnevad oakujulistest kollaka või valge värvusega munanditest, munandimanustest, seemnejuhadest ja paaritusorganist (joonis 1.11.). Lindude paarismunandid paiknevad kereõõnes selgmiselt, neerudest veidi eespool. Tavaliselt on vasakpoolne munand arenenud paremini kui parempoolne. Paaritusperioodil suurenevad munandid mitmekordselt, näiteks isashanel 10,8 grammilt 24 grammile. Munandimanus esineb peene pikliku moodustisena munandite nõgusal sisepinnal. Väänlevad seemnejuhahad asetsevad paralleelselt selgroo ja kusejuhadega ning avanevad kloaaki. Kukkedel, isaskalkuneil ja isaspärkanadel on suguti (paarituselund) vähearenenud, enamikul veelindudel (hanedel, partidel, muskuspardidel, luikedel) on kloaagi kõhtmisel seinal paiknev suguti erektsiooni puhul küllalt suur ning diferentseerunud elund. Veelindude suguti välispinnal asetseb spiraalselt kulgev ja erektsiooni puhul sulguv seemnevagu (purskevagu). Lisasugunäärmed ja välised suguelundid lindudel puuduvad.

Spermigenees toimub kukel tavaliselt ühtlase intensiivsusega, teistel põllumajanduslindudel ja uluklindudel sesoonselt, nende paaritus- ehk mänguperioodil. Spermid on linnuliigiti välimuselt väga erinevad, samuti on ejakulaadis erinev eri linnuliikidesse kuuluvate isaslindude sperma tihedus ja kogus. Kukelt saadakse korraga 0,4...1,6, aga isashanelt 0,1...0,2 ml ejakulaati. 1 ml-s leghorni kuke spermas on

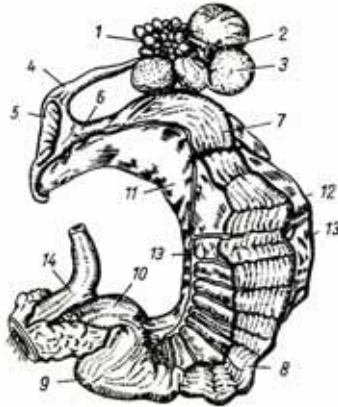
1,40 milj spermi. Pärast paaritamist (seemendamist) liiguvad spermid kana suguteedes küllaltki kiiresti. 2 tundi pärast paaritamist on nad levinud kogu tupes, 5 tunni pärast emakas, ööpäeva pärast liiguvad nad läbi kitsuse, 4...5 päeva pärast on nad kõikjal munajuha algusosas. Viljastumisvõimelistena on spermid munajuhas sõltuvalt linnuliigist 15 (põldvutil) kuni 60 päeva (kalkunil).

Emaslindudel on evolutsiooni käigus alles jäänud ainult vasakpoolsed suguorganid – munasari ja -juha (joonis 1.12.). Ehkki parempoolsed suguorganid esinevad loodetel algmetena, puuduvad nad täiskasvanud lindudel kas täielikult või siis esinevad ainult rudimentidena. Näiteks 5...7-päevasel kanalootel on vasakpoolne munasarja alge parempoolsest juba suurem. Parempoolse munasarja esinemine on põllumajanduslindude puhul suur haruldus, see võib olla ainult atavism. Vaid kodupartidel võivad üliharva esineda mõlemapoolsed munasarjad.



Joonis 1.11. Isaskalkuni (vasakul) ja isashane (paremal) kopulatsioonielundid: 1 – külgmine peenisekeha, 2 – keskne peenisekeha, 3 – lümfikurn, 4 – kusejuha, 5 – pärasool, 6 – kusejuhaava, 7 – koprodeum (roojasool), 8 – seemnejuhanäsa, 9 – urodeum (uriinisool), 10 – proktodeum (päraksool), 11 – peenis, 12 – seemnevagu

Munasari on munarebu moodustamiskoht. Rebud on rikkalikult toitainetega varustatud munarakud, mille arv ulatub munemist alustaval kanal 586...3605. Kana maksimaalseks eluaja munatoodanguks on olnud 1500 muna, seega ei suuda kana kogu eluaja kestel munasarjas peituvat munatoodangu reservi realiseerida. Munasari paikneb kereõõnes seljatoese all, vasakpoolse neeru eesosa läheduses. Tibudel, noorkanadel ja munemast lakanud kanadel on ta plaatjas, sisaldades oma pinnal ja sees erineva suurusega, õhukesest, veresoontega varustatud kihnust (folliikulist) ümbritsetud ümaraid rebukesi. Munemisperioodi vaheajal esinevad kana munasarjas mikroskoopilised ja kuni 6 mm läbimõõduga valged rebud. Munemisperioodil lisatakse munarakkudele kiiresti toitaineid, siis on kanal munasarjas keskmiselt 6...10 rebu, mille läbimõõt algab 6 mm-st. Munarebu kasv valminud rebuni kestab 10...20 päeva, kusjuures rebu kasvab ladestudes. Ööpäeva kestel tekkinud rebukihi paksus on arengu algul umbes 1,5 mm, munemiseelselt umbes 0,7 mm. Rebu mass kasvab kõige kiiremini viimasel nädalal enne munemist. Rebu ladestub küll pidevate kihtidena, kuid ei ladestu iduketta (blastodiski) piirkonda. See jääb rebuga katmata. Et iduketas püsib kogu aeg rebu pinnal, siis ulatub varem moodustunud valge rebu ümara tulbakujulise rebutaelana rebu keskelt pinnale.



Joonis 1.12. Kana suguelundid skemaatiliselt: 1 – aeglaselt arenevad folliikulid munasarjas, 2 – ovulatsioonivalmis folliikul, 3 – kiiresti arenev folliikul, 4 – lehter, 5 – lehtriava, 6 – lehtrikael, 7 – valguosa, 8 – kitsus, 9 – emakas, 10 – tupp, 11 – munajuha kõhtmine side, 12 – munajuha selgmine side, 13 – veresooneid, 14 – kloaak

Peale munarakkude (rebude) viljastumiseks ja muna moodustamiseks ettevalmistamise produtseerib munasari ka suguhormoone östrogeeni, androgeeni ja progesterooni. Ovulatsioon (munaraku vabanemine munasarjast) toimub rebu ümbritseva kihnu rebenemisel stigmaks nimetataval veresoontevabal kohal. Kanadel toimub ovulatsioon spontaanselt keskmiselt pool tundi pärast munemist. Seega ei mõjuta paaritus ovulatsiooni ning toidumunade tootmisel ei ole kukke kanakarjas vaja pidada. Kanadel on aga ovulatsiooni toimumiseks veel mitmeid tingimusi: ovulatsioon ei toimu tavaliselt enam pärast kella 16 (juhul kui valguspäev on kestnud vähemalt 9...10 tundi), vaid lükkub edasi järgmisele hommikule; ööpäevase valgustuse korral toimub munemine ja ka ovulatsioon igal kellaajal ööpäeva kestel; ovulatsioon toimub kanadel valges, pimedus takistab seda. Munasarjast vabanenud rebu folliikul püsib mõne aja karikakujulisena ja siis taandareneb. Kollaskeha, nagu imetajate munasarjades, lindudel ei teki.

Munajuha on elund, mille läbides lisatakse rebule kaks kolmandikku muna massist: munavalge, koorealused kiudkestad ja lubikoor. Mittemunel kanal on munajuha pikkus 11...18 cm ja diameeter 0,4...7,0 mm, intensiivselt munejal kanal aga vastavalt 37...86 cm ja 0,6...10 cm. Munajuha on torujas vääniline elund, mis asetseb linnu kereõõne vasakpoolses selgmises osas ja mille valendik avaneb munasarja poolses osas otse kereõõnde, lõpposa aga kloaaki. Morfoloogiliste tunnuste ja füsioloogiliste funktsioonide alusel jaotatakse munajuha viide ossa: lehter, valguosa, kitsus, emakas ja tupp. Valguosa, kitsuse ja emaka limaskestas asetsevad arvukad näärmed, mis koos limaskesta pinnaepiteeli rakkudega valmistavad munavalge, kiudkestad ja lubikoore. Lehter on kanadel munajuha kõige eesmine osa, pikkusega 8...9 cm. Ta laieneval algusel on kaks piklikku jätket, mis sidemetega kinnituvad kõhuseina külge. Tänu nende sidemete liikuvusele on liikuv ka kogu lehtriiosa, mistõttu munasarjast vabanenud rebu juhatakse paremini lehtrisse. Lehtri tagapoolne osa kitseneb, moodustades lehtri kaela (pikkus 2...4 cm). Seestpoolt on lehter kaetud vähemärgatavate spiraalsete pikikurdudega, mis munajuha valguosale üleminekul moodustavad harja. Munajuha lehtriosas toimub ka

iduketta viljastamine. Folliikulist vabanenud rebu haarab munajuha lehter, kus ta viibib 20 minutit. Kui rebu läbib lehtri kaelaosa, lisatakse talle rebukeeriste valgukiht.

Valguosa (ka suurosa) on tunduvalt paksemate seintega ning ühtlasi ka pikim (30...35 cm) ja suurima läbimõõduga munajuha alaosa. Valguosa sisepinnal kulgevad 15...25 paksu (2,5 mm) spiraalselt kulgevad kõrget (4,5 mm) pikikurdu. Üleminek kitsuseks toimub pikikurde risti lõikava ringvao kaudu järsult; ringvao kurrud on madalad (1,5 mm). Valguosas on hästi arenenud munavalku eritavad näärmed, mis eritavad ka lüisosüümi. Valguosas viibib munarebu 2,5...3 tundi. Siin lisatakse rebule rebukeeriste valgukihi (keeriskihi) peale esiteks muna sisemine vedela munavalge kiht. Kitsuse poole edasiliikuv muna pöörleb aeglaselt ümber pikitelje. Samal ajal eritunud mutsiinitalisest valgust ülipeened valguniidid keritakse üksteise peale. Pöörlemisel pingutatud mutsiinniitide vahe täitub tiheda munavalgega, moodustades muna tiheda munavalge kihi. Munavalges vabalt ujuv munarebu võtab oma tiheduse tõttu sellise asendi, et looteketas jääb ülespoole. Muna pideva pöörlemise tõttu muutuvad mutsiinniidid muna otstel pikkamööda munakeeristeks. Keerised moodustuvad kogu selle aja kestel, mil muna liigub kitsuse poole, kitsuses ja isegi emakas viibimise alguses. Muna edasiliikumise kiirus on valguosa lõpupoolel 2,3 mm minutis. Valguosa lõpus on rebul valgu keeriskiht, sisemine vedela ja tiheda munavalge kiht. Selles staadiumis sisaldab muna 40...60% täiesti formeerunud muna valgukogusest.

Kitsus on väikese diameetriga, pikkusega 8 cm, tugevate ringlihastega munajuha osa. Kitsuse üleminek emakaks on morfoloogiliselt raskesti piiritletav. Saabudes kitsusse, ärritab muna kitsuse algusosa näärmeid ja tugevdab nende sekretsiooni, kutsudes esile keratiinitalise valgu terakestena väljutamise. Imades endasse vett valguterakesed paisuvad, ühinevad niitjaks kleepuvaks massiks, ümbritsevad munavalge ja moodustavad seega muna kiudkesta. Pärast seda muna peatub mõni aeg kitsuses. Edasi liikumisel moodustatakse samalaadset ka koorealune kiudkest. Muna kiudkesta moodustanud valguniitidega võrreldes on koorealune kiudkest märgatavalt jämedamakiulisest valgulisest materjalist. Samaaegselt kiudkestade moodustamisega toimub ka välimise vedela valgukihi kogumine munasse, millega alustati juba ka valguosas. Kitsuses liigub muna edasi aeglasemalt (1,4 mm minutis) kui valguosas. Kitsuse läbib muna keskmiselt 70 minutiga.

Emakas on keskmiselt 8...9 cm pikkune munajuha osa, mille seintes on küllalt paks kiht piki- ja rõngaslihaseid. Seestpoolt on emakas kaetud pikikurdudesse koondunud näärmekoega. Emaka ja tupe piiril on tugev sfinkterlihas. Emakanäärmed eritavad peamiselt ainult mineraalaineid ja vett sisaldavat sekreeti. Esialgu tungivad vesi ja mineraalsoolad osmoosi tõttu läbi muna kiudkestade munasse, kusjuures munavalk vedeldub, muna maht suureneb ja kiudkestad tõmbuvad pingule. Muna on saamas valmis, algab viimane etapp – lubikoore moodustumine. Selleks hakkavad välimisele, koore kiudkestale moodustuma väikesed kaltsiumkarbonaadi terakesed. Nende vahele sadestatakse vähesel määral valguosakesi, mis nagu tsementeeriks mineraalaineosakesi. Sellisel tekib algul nibu- ehk mamillaarkiht ja hiljem sellest väljapoole 2/3 koore pakusest moodustav käsn- ehk spongioskiht. Emakas viibib muna 9...20 tundi. Selle aja kestel kantakse näärmete abil munakoore ca 5 g kaltsiumikarbonaati. Et emakanäärmetel ei ole kaltsiumivarusid, tuleb kogu kaltsium transportida kohale vere kaudu. Seetõttu on munejal kanal munakoore moodustamise ajal vere kaltsiumisisaldus 2...3 korda ja fosfaatide sisaldus 75% võrra suurem kui mittemuneval kanal. Kaltsiumioonid kantakse

emakanäärmetesse vere vesinikkarbonaatide abil, ilmselt lahustuva kaltsiumvesinikkarbonaadi näol.

Pärast koore moodustamist lisatakse lubikoorele, sõltuvalt linnuliigist ja tõust, veel pigmente. Põllumajanduslindude munakoore värvus võib olla väga mitmesugune: täpiline ja laiguline on ta põldvuttidel, hele- kuni tumepruun lihakanadel, pruunikatähniline kalkunitel ja pärlikanadel jne. Munakoore värvus sõitub peamise pigmendi, ovoporfiriini kontsentratsioonist ja jaotumisest munakoores.

Tupeosa on munajuha lõpposa, mille pikkus on 7...8 cm. Tupel on hästiarenenud kiht ringlihaseid ning sisepind on kaetud hulga madalate näärmekurdudega. Siinsete näärmete sekreediga, mis oma koostiselt sarnaneb kiudkestade valguga, kaetakse muna lubikoor õhukese kihina. See valgukiht, kutiikul, suleb munakoore poorid, kaitstes muna mikroorganismide sissetungi eest kloaagi läbimise ajal ja ka hiljem, muna jahtudes. Ka hoiab ta ära vee liigse aurumise pooride kaudu hautamise ajal. Seetõttu ei tohigi haudemune pesta. Muna tupes nimetamisväärselt ei peatu. Tugevate tupelihaste abil surutakse ta edasi kloaaki ja väljutatakse sealtkaudu. Kokku läbib muna munajuha keskmiselt 23,5...24 tunni jooksul. Enamikul juhtudel munetakse muna teravama otsaga ees.

1.2.8. Endokriinnäärmed

Lindudel loetakse endokriinnäärmete hulka kilpnääre, paratüreoidnäärmed, neerumanused (suprarenaalnäärmed), pankreasesaared, sugunäärmed, hüpofüüs ja epifüüs ning ka endokriinset aktiivsust omav Fabriciuse paun.

Kilpnäärme talitlust iseloomustab võime deponeerida veres tsirkuleerivaid joodiühendeid ja transformeerida neid orgaanilisteks, spetsiifilisteks joodiühenditeks. Kilpnäärme peamiseks hormooniks on türoksiin, vähemal määral ka di- ja tri-joodtüroksiin. Viimane ületab oma aktiivsuse poolest türoksiini ca kümnekordselt. Türoksiin optimaalsetes doosides kiirendab munasarjas folliikulite valmimist ja stimuleerib kogu munasarja funktsioneerimist. Türoksiini suurenenud doosid veres seevastu pidurdavad sugunäärmete tegevust – väheneb munemisintensiivsus, algab sulgimine. Türoksiinipreparaatide manustamisega on lindudel võimalik esile kutsuda sundsulgimist. Suurenenud türoksiinitase veres kutsub esile organismis 10...15% suurema gaasivahetuse, muudab valguainevahetust ja kiirendab rasvade lagundamist, mille tagajärjeks on kehatemperatuuri ja lindude ärrituvuse tõus ning lõpuks linnu kiire kõhnumine. Juhul, kui tibul eemaldatakse kilpnääre, pidurdub järsult kasv ja areng, kukkedel ja isaspartidel on sel juhul sugunäärmed alaarenenud ja spermatogenees peaaegu soikunud.

Paratüreoidnäärmete (kõrvalkilpnäärmete) hormooniks on parathormoon, mis on veres kaltsiumi- ja fosforisisalduse regulaatoriks. Paratüreoidnäärmete eemaldamine partidel lõpeb ööpäeva järgi surmaga. Kanadel ei lõpe selline operatsioon küll surmaga, kuid kutsub esile mitmesuguseid anomaaliaid muna moodustumise protsessis. Parathormoon võtab vere kaltsiumi regulaatorina osa ka muna lubikoore moodustamisest ja luudest labiilse kaltsiumi ülekandmisest verre. Ratsiooni vähese kaltsiumi ja D₃-vitamiini sisalduse puhul paratüreoidnäärmed suurenevad.

Pankreasesaared produtseerivad insuliini. Insuliin reguleerib eeskätt süsivesikute ainevahetust ja nende deponeerimist glükogeenina maksas, vähendab vere

suhkrusisaldust. Insuliini süstimine kukkedele suurendas nende munandeid, kanadel aga peatas ovulatsiooni. Kõhunäärme eemaldamisel hakkasid linnud kiiresti lahjuma. Insuliin tagab rasva moodustamise süsivesikuist ja stimuleerib valkude sünteesi. Insuliini mitteküllaldase kontsentratsiooni korral veres tõuseb selles suhkrusisaldus, suhkur jõuab sel puhul ka uriini.

Suprarenaalnäärmete (neerumanuste) **koor ja säsi** produtseerivad kumbki erinevaid hormone: säsi e medulla adrenaliini ja noradrenaliini; koor e korteks 40 rasvaslahustuvat steroidhormooni, nn kortikosteroide. Suprarenaalnäärmete säsi poolt produtseeritaval adrenaliinil on suur mõju organismi süsivesikute ainevahetusele: ta stimuleerib glükogeeni lagundamist maksas ja selle üleminekut glükoosiks, mille tagajärjel veres suhkrukogus suureneb. Adrenaliin suurendab ka südamelihaste töövoimet, ahendab veresoonte valendikku ja seega suurendab vererõhku. Adrenaliin mõjub ka suletuppede lihastikule, need lühenevad (tõmbuvad kokku) ja suled selle tagajärjel tõusevad (turritavad) risti nahaga. Tavaliselt on adrenaliini organismis tühistes kogustes, kuid linnu suurenenud ärrituvuse korral paisatakse adrenaliini kiiresti verre, kus ta, ärritades närvisüsteemi, mobiliseerib kõik organismi jõud välisärritajate vastu. Noradrenaliinil on võrreldes adrenaliiniga organismi talitlusi suunates rida erinevusi. Näiteks, kui adrenaliin kiirendab südame tööd, siis noradrenaliin, vastupidi, aeglustab seda. Säsi adrenaliini sünteesiv funktsioon ei ole seni üksikasjadeni tuntud, kuid teatakse, et adrenaliin tekib aminohappe türosiini ainevahetuses. Noradrenaliin on tõenäoliselt üheks vaheproduktiks selles sünteesis.

Suprarenaalnäärmete koore eemaldamine kutsub lindudel esile surma. Koore poolt produtseeritavad steroidhormoonid jaotatakse nende toime alusel organismis glükokortikosteroidideks, mineraalkortikosteroidideks ja suguhormoonideks. Glükokortikosteroidid reguleerivad süsivesikute ainevahetust, soodustavad glükogeneesi. Mineraalkortikosteroidid reguleerivad mineraalainete ainevahetust ja soodustavad vee tagasiimendumist neerudes. Suprarenaalnäärmete koor toodab vähesel määral ka suguhormoone – androgeene (meessuguhormoone) ja östrogeene (naissuguhormoone), mis mõjutavad ainult suguelundite talitlusi.

Sugunäärmed produtseerivad erinevaid hormone, millel on suur tähtsus organismi kasvule ja arengule. Munasarja folliikulites toodab emasorganism naissuguhormoone – östrogeene, follikuliini, progesterooni. Östrogeenid, sattudes verre, stimuleerivad ja valmistavad munajuha ette muna moodustamiseks, aga võtavad ka osa sekundaarsete sugutunnuste väljakujunemisest. Isaslindude munandites moodustuvad androgeensed hormoonid, eesotsas testosterooniga. Androgeensed hormoonid mõjutavad teiseste sugutunnuste arengut (sulestik, kukel hari jt), keha ja lihastiku üldist arengut, isassuguelundite väljakujunemist, ainevahetust ja isaslindudele omast käitumist.

Hüpofüüsi eessagara hormoonidest on olulisemad: folliikulite kasvu stimuleeriv hormoon, kindlustab folliikulite valmimist ja spermiogeneesi; luteiniseeriv hormoon, stimuleerib isaslindudel isassuguhormooni, kanadel tagab pideva munemistsükli ja pidurdab östrogeensete ja androgeensete hormoonide sekretsiooni; türeotropiin, stimuleerib kilpnäärme hormonaalset talitlust; adrenokortikotropiin stimuleerib suprarenaalnäärmete koore hormoonide sünteesi; somatotroopne hormoon somatotropiin, stimuleerib valgu biosünteesi, kudede ja elundite kasvu.

Hüpfüüsi tagasagara (hüpotaalamuse) talitluses on olulisem hormoonide oksütotsiini ja antidiuretiini tootmine. Viimane neist hormoonidest reguleerib vedelike (ka vee) vahetust neerudes koos suprarenaalnäärmete kortikosterooniga. Oksütotsiin tugevdab silelihaste kokkutõmbeid munajuha emakaosas ja sooltraktis. Hüpfüüs on tihedalt seotud kesknärvisüsteemiga ja reageerib kiiresti välisärritustele, kutsudes esile hormoonide suurenenud väljutamise verre.

Epifüüsi endokriinse talitluse kohta on senini andmeid vähe. On leitud, et temas olevates veresoontes on lümfotsüütide kogumeid. Arvatakse, et ta avaldab antagonistlikku mõju hüpfüüsi eessagaras produtseeritavale luteiniseerivale hormoonile, pidurdades seega testosterooni sünteesi ja ovulatsiooni. Seda kinnitavad ka katsed, kus noortel kukkedel epifüüs eemaldati ja peale seda algas nende enneaegne suguline valmimine.

Fabriciuse pauna kohta on esitatud materjali alapeatükis 1.2.5.

1.2.9. Meeleelundid

Lindude meeleelundite talitlust on uuritud senini vähe. Allpool on esitatud lühidalt erisusi lindude meeleelundite talitluses, võrreldes neid imetajatega.

Lindude nägemisteravus, -kaugus ja värvide nägemine sõltub linnuliigist ja vanusest. Nägemisteravuselt on lindudest väljapaistvad röövlinnud, põllumajanduslindude nägemisteravus on aga samuti hea, eriti kalkunitel ja kanalistel. Mõnede linnuliikide tibude ja noorlindude nägemisteravus on seejuures parem kui vanalindudel. Nägemine sõltub suuresti ka valguse tihedusest (intensiivsusest). Pimedas kanalised ei toitu ja on väheliikuvad. Kanadel algab pimedus 0,4 luksist täieliku pimeduse poole. Nõrgas valguses näevad kanad päevalindudena halvasti.

Kanad nokivad hästi punase ja rohelise valgusega valgustatud sööta. Violetse valgusega valgustatud sööta nad ei näe. Kanatibude värvidenägemise kohta arvatakse, et nad näevad kogu spektri valgusskaala ulatuses, kuid värvide erinevust märkavad alles siis, kui üksikud esemed on värvilise valgusega valgustatud 10 korda tugevamini kui teised. Ühtlase valgustatuse korral kanatibud eristavad paremini rohelist värvust kui sinist. Kalkunitibude nägemine muutub täiesti normaalseks alles mõni päev pärast koorumist, mistõttu nad näevad põrandal olevaid esemeid algul halvasti. Seepärast on otstarbekas kalkunitibude kunstema ümbrust 2–4 päeva kestel täiendavalt valgustada. Et kalkunitibudele meeldivad eeskätt läikivad esemed ja nad näevad hästi rohelist valgust, paigutatakse nende sööma- ja joomaõpetamiseks sööda- ja jooginõudesse nii läikivaid klaashelmeid kui ka hakitud rohelist materjali.

Lindudel on väga erinev kuulmisvõime. Kõige teravam on see kakulistel. Linnud kuulevad häält (helisid) sagedusskaalal vahemikus 200–18 000 hertsi (Hz). Absoluutväärtuseks on see kanadel 90–9000 Hz. Tööstuslikus linnukasvatuses on oluline häälte (müra) tugevus lindlates, mida mõõdetakse detsibellides (dB). Lubatud müratugevus linnukasvatushooneis on 70–85 dB. Suurem müra mõjub halvavalt lindude elutegevusele ja vähendab nende toodanguvõimet.

1.2.10. Närvisüsteem

Lindude närvisüsteem on talitluselt ulatuslikult sarnane imetajate närvisüsteemiga, kuid lindude klassile omase küllalt suurte anatoomiliste ja füsioloogiliste iseärasustega: peaaegu on suhteliselt pisike, ajupoolkerad on vähearenenud, haistmissibulad väikesed, suuraju koorel pole vagusid. Seejuures on aga lindudel samasugused pea- ja seljaajukestad nagu imetajatel. Seljaaju on lindudel võrreldes imetajatega aga enam arenenud. Sõltuvalt tagasihoidlikult arenenud ajupoolkerade poolt juhitavast käitumuslikust närvitalitlusest on põllumajanduslinnud väga stressialtid. Stressi tekkepõhjusteks ja näiteks hüsteeriahoogude tekkeks on piisav ka ühekordne võõra heli või valgussähvatuses esinemine.

1.2.11. Linnukasvatuse kiiret kasvu põhjustavad olulisemad tegurid

Viimasel poolel sajandil on linnukasvatussaaduste tootmine teinud läbi hiiglasliku arenguhüppe. Olles veel möödunud sajandi viiekümnendail aastail maailmas lihatoodangult kitse- ja lambaliha, sealih ja veiseliha järel neljandal kohal, on linnuliha tootmine saavutamas 2007. või 2008. a maailmas esikohta, sealih ja veiselihatoodangu ees. Kitse- ja lambaliha, mis oli Aasia, Austraalia ja osaliselt Aafrika ning Euroopa elanikkonna toidus peamine lihaliik, on käesolevaks ajaks jäänud toodangumahult neljandale kohale. Linnuliha toodang on viimasel kahekümnel aastal suurenenud maailmas (mandrite kaupa) aastas 3...6%.

Eeltoodud perioodil on maailmas suurenenud kanamunade toodang keskmiselt 2,5...3,5% aastas. Ka selles osas on toodang käsitletud perioodil peaaegu kahekordistunud.

Eeltoodu ei tähenda muidugi seda, et maailma elanikkond tarbib linnukasvatussaadusi elaniku kohta ka kaks korda rohkem. Veidi rohkem kui poole sajandiga on maailma elanikkond teatavasti suurenenud rohkem kui 2,5 korda.

Alljärgnevalt esitatakse põgusalt linnukasvatussaaduste tootmise kiiret kasvu põhjustanud tegureid.

Suur sigivus. Munakana ja vutt munevad aastas keskmiselt 300 muna, 85%-lise koorumise puhul saadakse 255 tibu. Lihakanadelt saadakse aastas keskmiselt 150 tibu. Lihapartidelt, kalkunitelt ja hanedelt saadakse aastas vastavalt 160, 80 ja 40 tibu. Mõnevõrra võivad eeltoodud linnuliikidega konkureerida sigivuses vaid küülik ja siga, kes annavad aastas vastavalt ka kuni 60 ja 25 järglast. Emise aastatoodangu, 25 tapaküpse peekonsea elusmassi (2500 kg) katavad aga 6 lihakana tibud.

Lühike tootmistsükkel. Munakanad hakkavad munema 140...150-päevaselt, vutid 45-päevaselt. Koos hautamisega kulub uue põlvkonna munemahakkamiseni neil vastavalt 161...171 ja 61 päeva. See võimaldab teoreetiliselt aretajail saada munakanalt kaks, vuttidelt 5 põlvkonda aastas. Kanabroileritibust tapaküpse broilerini nagu vutibroileritelgi kulub väga vähe aega, vastavalt 42 päeva. Lühike tootmistsükkel kiirendab ka rahaliste vahendite käivet.

Kunstlik hautamine. Linnuloote emaväline arenemine on kogu tööstusliku linnukasvatuse võtmeküsimus. Rakendades linnuloote arenguks kunstlikku hautamist, saab võimalikuks plaanipärane linnukarja(de) suurus, munade hautamisele panek, noorlindude (ka broilerite) üleskasvatamine ja toodangumahud, seega kogu tootmistsükli

planeerimine. Teiste loomaliikide puhul, kus ka küll kasutatakse inna tsükleerimist, ei ole tootmistsükli nii täpne planeerimine kui linnukasvatustes siiski võimalik.

Noorlindude kiire kasv. Kanabroileritibu (koorumisakaal 38 g) suurendab oma kehamassi tapaküpsuseni (2,4 kg) 42 päeva kestel umbes 60 korda. Vasikas suurendab oma kehamassi (36 kg) samas ajavahemikus 80 kilogrammini ehk umbes 2,2 korda, seapõrsas 13 korda. Kui vasikas peaks suurendama oma kehamassi toodud ajavahemikus sama arv kordi kui kanabroiler, kaaluks ta 42 päevaselt umbes 2,2 tonni.

Väike söödakulu toodanguühikule. Kanabroilerid kulutavad 1 kg massi-iibele 1,6...1,8, pardibroilerid 2,3 ja kalkunibroilerid 2,4 kg segajõusööta. 1 kg kanamunamassi tootmiseks on see näitaja 2,2 kg. Sealiha tootmisel kulutatakse 1 kg massi-iibele 3, veiseliha tootmisel 6...7, lambaliha tootmisel 7...8 kg (arvutatuna kuivainele) sööta. Kanabroileriliha ja kanamunade tootmisel on söödakulu 1,6...1,3 korda väiksem kui sealiha tootmisel ning 3,6 ja 4,2 korda väiksem kui veise ja lambaliha tootmisel.

Suur tapasaagis. Kanabroilerite tapasaagis on kaasajal, mil tapaküpseteks loetakse 40...42-päevased ja 2...2,2 kg-sed linnud, 70±1%. Nuumatud hanedel ja partidel võib tapasaagis ulatuda 85%-ni. Noorte lihaste ja lammaste vastav näitaja on maksimaalselt 55±5%.

Suur toiduainetoodang kehamassiühiku kohta. Munavutt, kehamassiga 240 g, muneb aastas 300 muna, á 13,5 g. Seega toodab vutt aastas umbes 4 kg kooreta munamassi, mis sisaldab 530 g valku ja 440 g lipiide. 1 kg kehamassi kohta toodab vutt valku 2200 g, lipiide 1850 g. 10 000 kg-lise aastatoodanguga 700-kg-lise kehamassiga piimalehma aastaseks valgutoodanguks on 350 g, piimarasva toodanguks 400 kg. 1 kg kehamassi kohta toodab munavutt aastas arvestuslikult toiduvalku seega 4,4 ja lipiide 3,2 korda rohkem kui kõrgetoodanguline piimalehm. Vutid ületavad oma toodanguintensiivsusega 1,8...2 korda ka kõrgetoodangulisi munakanu.

Munade ja linnuliha väga head dieetilised omadused. Noorlindude (broilerite) lihakehas on rasva 4...8%, v.a veelinnubroilerid. Lihakehas olev rasv on umbes 2/3 osas talletatud nahaaluse ja sisemise rasvana, mida on soovi korral kerge lihast eraldada. Linnurasv on aga ka toitainena võrrelduna teiste loomsete rasvadega tarbijaile tervislikum, kuna sisaldab palju rohkem küllastamata rasvhappeid. Inimorganismile väga sobiv linnuliha kõrge valgusisaldus (kana- ja kalkunibroilerite rinnalihastes kuni 22%) on teiseks oluliseks faktoriks, mis linnuliha tarbimist on pidevalt suurendanud. Linnumuna kui loote arenguks kõiki toitaineid sisaldav ja preserva kaideldav toiduaine omab kõrgeima koha dieettoitude hulgas.

Lihalindude tapmine, linnuliha töötlemine ja toidumunade sorteerimine on kõrgtasemel mehaniseeritud ja automatiseeritud.

Linnukasvatussaadusi tarbivad kõik inimesed, sõltumata eri rassidesse ja uskudesse kuulumisest.

1.3. Lindude kunstlik seemendus

Kodulindude kunstliku seemenduse probleemid kerkisid linnukasvatajate ette seoses mõnede linnuliikide isaslindude vähesel sugulise aktiivsusega (lihatõugu kuked), madala viljastusvõimega (haned) ning emas- ja isaslindude kehamassi väga suure erinevusega (kalkunid). Eeltoodud asjaolude tõttu hakati arenenud linnukasvatusmaades möödunud sajandi kolmekümnendail aastail uurima võimalusi kodulindude kunstlikuks seemenduseks. Kukkedel sperma võtmise massaažimeetodi ja kanade seemendamise vaginaalmeetodi töötasid välja USA teadlased W. Burrows ja I. Quinn 1935. a, kuid selle ulatuslikum rakendamine algas pärast 1950. a. Käesoleva sajandi 80-ndatel aastatel olid lindude kunstliku seemenduse uurimisel ja rakendamisel juhtivateks maadeks Holland, Inglismaa, USA ja Kanada. Kunstliku seemenduse abil on saadud kanadel munade viljastatuseks üle 90%, partidel ligi 90%. Kalkunite raskete tõugude juures kasutatakse ainult kunstlikku seemendust.

Möödunud sajandi seitsmekümnendaist aastaist alates kasutatakse isaspartide spermat emasmuskuspartide seemendamiseks. Saadakse sigimisvõimetus hübriidid, nn mullardid, kes oma lihaomadustelt ja rasvase maksa tootmisvõime poolest ületavad mõlemad lähteliikisid.

Lindude kunstlikul seemendamisel on terve rida eeliseid, eriti aretustöö seisukohalt. Neist olulisemad on:

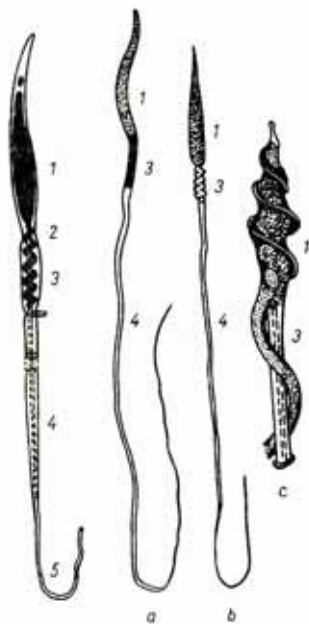
- * ühe kuke spermaga saab seemendada 50–60 kana, see annab võimaluse kukkede kiireks ja täpseks hindamiseks järglaste põhjal;
- * kiireneb haudemunade saamine, eriti õigustab kunstlik seemendus end rotatsioonipaarituse korral;
- * saadakse kiiresti palju järglasi väljavalitud väärtuslikelt isenditelt;
- * vähenevad kulutused kukkede pidamiseks;
- * munade viljastatus on eriti munemisperioodi algul ja lõpul parem.

Arenenud linnukasvatusmaades on kanade kunstliku seemenduse tehnika arendatud täiuslikkusele. Erinevate linnuliikide spermid on skemaatiliselt esitatud joonisel 1.13. Kui spermat ei kasutata võtmisjärgsel tunni jooksul, lisatakse spermide eluea pikendamiseks ja sperma mahu suurendamiseks mitmesuguseid lahjendeid. Tuntumad kodulindude sperma lahjendid on Lake, Tyrode, A-8, C-2 lahused (tabel 1.2.). Palju aastaid püsis kukkede sperma säilitamine sügavkülmutatult laboratoorsete katsete tasemel. 80-ndateks aastateks suudeti lahendada ka see probleem. Sperma külmutatakse vedelas lämmastikus (–196 °C) kas graanulite või õhukese kilena. Sperma säilib siis anabioosiseisundis ja seda saab edukalt transportida.

Eestis on võimalusi kanade kunstlikuks seemendamiseks põhjalikumalt uurinud I. Mändmets ja O. Paesalu. I. Mändmets selgitas 60-ndate aastate lõpus kukkedelt sperma saamise võimalusi elektriejakulatsioonimeetodil ja andis juhiseid sugukukkede hindamiseks. 1970. a ilmunud teadustöös nentis ta, et sugukukkede sperma omadusi tuleb kontrollida hiljemalt 5...6 kuu vanuselt. Steriilsed ja heade spermaomadustega kuked ei erine välimuselt üksteisest millegagi.

Praktilist kanade kunstlikku seemendamist Eestis alustas O. Paesalu, kes viis oma katsed läbi põhiliselt EPA Raadi õppe- ja katsemajandi lindude baasil. Spermat võeti kukkedelt

massaažimeetodil, kanu seemendati vaginaalmeetodil, soovitatavaks spermadoosiks oli 0,05...0,1 ml.



Joonis 1.13. Erinevate linnuliikide spermid: kuke (a), isaspardi (b) ja isashane (e) sperm peaosa. Vasakul sperm skemaatiline joonis: 1 – peaosa, 2 – kaelaosa, 3 – ühendus, 4 – keskosa, 5 – saba

Tabel 1.2. Tuntumad kodulindude sperma lahjendid

Reaktiiv	Aine kogus, g			
	Lake	Tyrode	A-8	C-2
10%-line äädikhape	–	–	0,15	0,2
Kaaliumtsitraat	0,128	–	–	–
Naatriumatsetaat	0,513	–	1,0	1,0
Naatriumglutamaat	1,920	–	–	–
Dikaaliumvesinikfosfaat	–	–	–	0,15
Naatriumkloriid	–	0,8	–	–
Kaaliumkloriid	–	0,02	–	–
Kaltsiumkloriid	–	0,02	–	–
Magneesiumkloriid	0,0676	0,01	–	–
Naatriumvesinikkarbonaat	–	0,01	0,15	0,15
Glükoos	1,000	1,0	1,0	0,5
Sahharoos	–	–	4,0	4,0
Bidestilleeritud vesi	100	100	100	100

Emaslindude seemendamise sagedus ja soovitatavad keskmised spermadoosid on toodud tabelis 1.3.

Tabel 1.3. Emaslindude seemendamise sagedus ja soovitatavad keskmised spermadoosid

Linnuliik	Sperma	Lahjendusaste	Seemendusdoos		Seemenduste intervall päevades
			ml	spermide arv milj.	
Kanad	lahjendamata	–	0,03–0,05	100–120	7–6
	lahjendatud	1:1–1:3	0,05–0,1	70–100	
Kalkunid	lahjendamata	–	0,025–0,03	120–130	10–7
	lahjendatud	1:3–1:5	0,04–0,05	80–100	
Haned	lahjendamata	–	0,05	30–50	7–6
	lahjendatud	1:3–1:5	0,1–0,2	30–50	
Pardid	lahjendamata	–	0,03–0,05	50–60	5–4
	lahjendatud	1:2–1:5	0,05–0,1	50–60	

Tavaliselt seemendatakse steriilsete seemenduspipettide või vahetatava otsikuga süstaldega. Pipett vahetatakse iga uue emaslinnu puhul. Tavaliselt seemendatakse vaginaalneetodil, mille juures spermadoos viiakse väljapööratud vagiina kaudu emakasuudme piirkonda. Lahjendatud sperma (lahjendamise vahekord on 1:3...1:7) tavaline doos on 0,05–0,10 ml.

Kalkunite kunstlikuks seemenduseks anti esimesed õpetused juba 1936...1937. a. Sellest ajast alates on seisukohad lindude kunstliku seemenduse tehnika osas tunduvalt muutunud. Isaskalkunid on vabapidamisel võimelised paaritama kuni 12 korda päevas. Kunstlikuks seemenduseks soovitatakse tänapäeval võtta isaskalkunitelt spermat 2–3 korda nädalas üks ejakulaat päevas.

Spermid püsivad emaskalkuni suguteedes suhteliselt kaua eluvõimelised, mille tõttu esineb lahkarmumusi sobiva seemendussageduse üle. USA-s on levinud arvamus, et munemisperioodi alguses 2–3 päeva järjest seemendatud emaskalkunitelt saab viljastatud mune 35–42 päeva. Endises Nõukogude Liidus nähti ette emaskalkunite esimene seemendamine pärast esimese muna munemist, teistkordne järgmisel päeval ja kolmas 3 päeva pärast teist seemendust. Edaspidiselt olid seemendustevahelised intervallid 18, 15, 12, 10, 8 päeva ja edasi seemendati iga 7 päeva tagant.

Eestis tegi kalkunite kunstliku seemenduse katseid esimesena 1971. a EPA eriloomakasvatuse kateedri vanemteadur O. Paesalu endises Tartu rajooni M. Härma nimelises kolhoosis (H. Tikk, 1983). Eestis leidis kalkunite kunstlik seemendamine praktilist kasutamist endises Järlepa tõulinnukasvanduses. Rida aastaid teostati seda Hollandi firma "Euribrid" juhendite alusel. Aretustöö seisukohalt osutusid kalkunite kunstliku seemenduse eelisteks loomuliku paaritusega võrreldes raskete kalkuniliinide juures munade parem viljastatus ja kulutuste vähenemine isaskalkunite pidamiseks.

Hanede kunstliku seemendamise juures on oluline osa isashanede õigel valikul, sest vaid pooled neist annavad spermat vajalikus koguses. Samuti ei reageeri kaugeltki kõik neist soodsalt massaažile ega allu ka treeningule. Isashanesid on vaja enne kasutuselevõttu massaažimeetodiga harjumiseks treenida 5...7 päeva. Treeningu algul on massaaži kestus üks minut, järgmistel päevadel 20...30 sekundit. Sperma kogumiseks võib kasutada pneumaatilisi spermakogujaid, millesse eelnevalt valatakse 0,3...0,5 ml 35 °C-ni soojendatud lahjendit. Isashanedelt võetakse spermat üle päeva või 2...3 korda nädalas. Emashanesid seemendatakse pärast kella 10 hommikul, mil enamik neist on juba

munenud. Seemendatakse 3...6 cm sügavusele. Kunstliku seemendusega on hanemunade viljastuseks saadud 85...95%. Isashanesid soovitatakse kunstlikuks seemenduseks kasutada mitu aastat järjest. Hanede kunstlikku seemendust katsetati lühiajaliselt endises Põdrangu sovhoosis, kuid erilist edu selle meetodi rakendamisel ei saadud.

Kalkunite ja hanede kunstliku seemenduse läbiviimiseks on vaja spetsiaalse väljaõppe saanud 3...4-inimeselist brigaadi ja vastavat varustust. Kunstliku seemenduse tehnika uueneb pidevalt ja kiiresti. Juba möödunud sajandi 70-ndatel aastatel võeti seemenduse läbiviimisel kasutusele automaat- ja poolautomaatsüsteeme.

Väga oluliseks faktoriks lindude kunstlikul seemendusel peetakse steriilsust, mis ei luba minimaalsetki haiguste ülekandevõimalust sperma võtmisel, selle lahjendamisel, säilitamisel ja emaslindude seemendamisel. Üheks olulisemaks tehnoloogiliseks võtteks on seejuures individuaalpipettide kasutamine seemendamisel.

1.4. Põllumajanduslindude söötmine

Linnukasvatuse intensiivse arengu üks tähtsamaid lähtealuseid on põllumajanduslindude söötmisõpetuse väga põhjalik läbitöötamine teadlaste poolt. Täpsete katsete alusel on selgitatud põhiliste põllumajanduslindude toitainete, makro- ja mikroelementide ning bioaktiivsete ainete tarve ja antud linnukasvatajate-praktikute käsutusse konkreetseid soovitusi vastavate söötmisnormide näol. Nende normide täiustamine ja kohaldamine lindude aretustöös saadud uute genotüüpidega toimub pidevalt. Lindude söötmisnorme täiendatakse või parandatakse tavaliselt iga 7...10 aasta järel. Et linnukasvatussaaduste omahinnast moodustavad söödakulud 65...75%, siis on täiesti mõistetu praktikute suur huvi lindude söötmisalaste uute uurimistulemuste vastu. Lindude söötmisküsimused on märgatavalt täpsemalt ja paremini uuritud kui põllumajandusloomade puhul.

Linnukasvatusteadlased on arvamisel, et söötmisvigadest tulenev madalam toodang suurendab omahinda munatootmisel 4...6% ja lihatootmisel 6...8%.

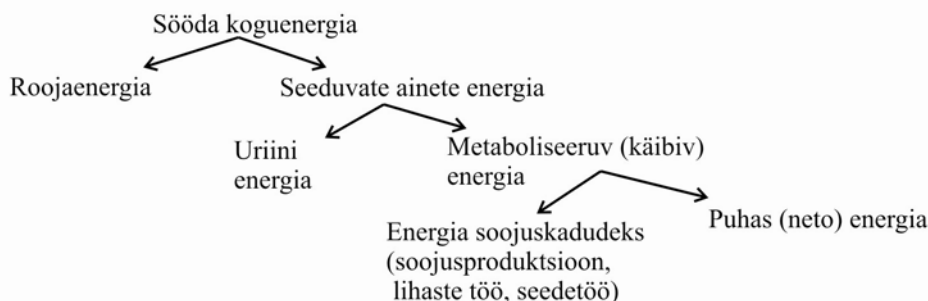
1.4.1. Lindude energia- ja toitainetetarve

Linu organismi normaalse elutegevuse tagamiseks on vajalik pidev energia, toit-, mineraal- ja bioloogiliste ainete juurdevool. Söödaga juurdetuleva energia arvel toimub kogu kasv, seede protsess, kehatemperatuuri säilitamine, siseorganite tegevus, lihaste töö ja produktsiooni moodustamine.

Toitainete soojusenergiat mõõdetakse kalorites (cal) või džaulides (J). Tänapäeval on tarvilusel rohkem kaloreid, kuigi rahvusvaheliselt käibel olev SI süsteem näeb ette kasutada džauli. Tihti antakse tabelis mõlemad näitajad paralleelselt, $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$.

Lindude söötmisõpetuses, samuti söötmisnormides kasutatakse mõistet sööda metaboliseeruv (käibiv, füsioloogiliselt kasulik) energia, mis võeti Eesti linnukasvatuses söötmise normeerimisel kasutusele 1965. a. Varem oli linnukasvatusteaduses kasutatud ka sööda bruto(kogu)energiat, aga ka sööda netoenergiat (puhast e produktiivenergiat).

Söödaenergia muundumise kohta loomorganismis annab ülevaate joonis 1.14. Põllumajanduslindude söötade energia, toitainete ja mineraalainete sisaldus on esitatud tabelis 1.4.



Joonis 1.14. Skeem söödaenergia muundumise kohta loomorganismis (Austic, Nesheim, 1990)

Tabel 1.4. Põllumajanduslindude söötade mineraal- ja toitainete sisaldus (%) (Tikk, Piirsalu 1997)

Söödad	Metaboliseeruvat energiat 100 g		Toor-proteiini	Toor-rasva	Toor-kiudu	Mineraalained		
	kcal	kJ				Ca	P	Na
Valge mais	332	1390	9,0	4,3	2,2	0,03	0,31	0,03
Kollane mais	340	1424	9,3	4,3	2,2	0,04	0,30	0,03
Kaer	274	1147	11,0	5,2	12,6	0,12	0,35	0,17
Nisu	291	1218	11,5	1,1	3,5	0,04	0,47	0,11
Hirsitangud	332	1390	11,6	3,9	2,1	0,01	0,32	0,03
Hirss	280	1172	11,2	4,3	9,7	0,01	0,28	0,03
Rukis	269	1126	12,0	2,1	2,2	0,08	0,34	0,10
Sorgo	300	1256	11,2	2,8	3,0	0,01	0,24	0,06
Oder	267	1118	11,6	2,8	5,5	0,06	0,34	0,04
Kooritud oder	305	1277	13,0	2,8	1,5	0,06	0,40	0,03
Põlduba	237	992	26,4	1,0	5,2	0,11	0,53	0,02
Hernes	228	955	22,7	1,5	5,2	0,14	0,37	0,07
Nisukliid	183	766	15,8	4,2	9,1	0,13	1,11	0,21
Arahhisekook	310	1298	48,1	11,5	7,5	0,04	0,92	0,05
Linakook	287	1202	33,1	9,9	9,4	0,31	0,71	0,06
Päevalillesrott	267	1118	42,0	3,5	15,0	0,30	0,82	0,94
Päevalillekook	288	1206	39,6	9,2	13,3	0,30	0,82	0,94
Sojasrott	297	1243	43,0	0,5	6,2	0,55	0,70	0,51
Sojakook	315	1319	40,9	7,2	5,3	0,66	0,66	0,51
Puuvillasrott	255	1068	43,0	1,3	12,7	0,24	1,15	0,25
Puuvillakook	259	1084	37,0	7,2	10,7	0,31	0,97	0,24
Söödapärm	282	1181	47,1	1,2	8,7	2,03	1,26	0,13
Kuivatatud pagaripärm	335	1403	54,1	1,1	2,1	1,25	1,59	0,13
Hüdroliüspärm	282	1181	45,0	1,2	0,7	2,03	1,27	0,13
Kaseiin	292	1223	81,5	0,8	–	0,86	0,60	0,40
Verejahu	328	1373	82,0	2,5	–	0,02	0,18	0,85
Lihakondijahu, 37%	192	804	37,0	12,8	–	7,10	4,30	1,70
Lihakondijahu, 50%	287	1202	50,0	13,8	–	7,10	4,30	1,70
Sulejahu	209	875	86,6	3,6	–	0,20	0,80	0,10
Rasvane kalajahu	310	1298	42,3	11,6	–	8,00	6,40	2,70
Rasvata kalajahu	280	1172	61,5	2,2	–	8,00	6,40	2,70
Lössipulber	308	1290	34,0	1,0	–	1,29	0,98	0,54
Kohupiim, 9% rasva	140	586	12,7	9,0	–	0,30	0,24	0,15
Kanamunad, kooreta	147	615	13,0	9,3	–	0,05	0,21	0,13
Ristikujahu	167	699	16,0	2,9	24,7	0,93	0,19	0,06
Lutsernijahu	180	754	17,8	2,3	23,3	1,30	0,25	0,45
Kalarasv	856	3584	–	100,0	–	–	–	–
Taimne rasv	853	3571	–	100,0	–	–	–	–
Loomne rasv	871	3647	–	100,0	–	–	–	–
Kondijahu	–	–	–	–	–	26,50	14,50	–
Teokarbid	–	–	–	–	–	37,00	–	–
Söödakriit	–	–	–	–	–	33,00	–	–
Lubjakivi	–	–	–	–	–	34,00	–	–
Trikaltsiumfosfaat	–	–	–	–	–	32,10	14,40	–
Dikaltsiumfosfaat	–	–	–	–	–	28,00	18,00	–
Keedusool	–	–	–	–	–	–	–	40,00

1.4.1.1. Söödaenergia

Söödaenergia on summaarne mõiste, koosnedes söödas oleva proteiini, süsivesikute (tärglis, suhkur, tselluloos) ja rasva energiast.

Lindude söödas on peamisteks energiaallikateks teraviljad: mais, nisu, oder, kaer, sorgo jt. Viimasel ajal lisanduvad lindude segajõusöötades mittetraditsiooniliste energiaallikatena söödarasvad, aga ka mitmed teised energiarikkad, inimtoiduks mittekasutatavad ja ja toitaineid sisaldavad ained.

Teraviljast saavad linnud enamiku energiat tärglise, vähem toorkiu (tselluloosi) seedumisel. Et tselluloosi lagundamine omastatavateks toitaineteks toimub lindudel tselluloosi lagundavate bakterite abil ainult umbsooltes, siis nende küllalt väikse mahutavuse tõttu saavad linnud (välja arvatud haned) tselluloosi seedumisel keskmiselt ainult sama koguse energiat, mis kulub kogu sööda toorkiu transpordiks läbi sooltrakti (3 kcal/g)

Et toorkiud ei muutuks lindude seedeprotsessis ainult koormavaks täiteaineks, nähakse söödas ette selle sisalduse ülemine piirväärtus. Tibudele on see madalam (3...5%), täiskasvanud produktiivlindudele ja noorlindudele kõrgem (5...10%).

Tärglise ja rasva kõrval on lindude olulisteks energiaallikateks söötades leiduvad suhkrud. Neist tuntumad on lihtsuhkrud – glükoos, fruktoos, galaktoos ja mannoos, millest olulisim on glükoos. Söötades on eeltoodud lihtsuhkruid puhtal kujul vähe, nad esinevad disahhariidide või polüsahhariidide koosseisus. Tuntuimad disahhariidid söötades on peedi- ja roosuhkur ning piimasuhkur (laktoos). Maltoosi, linnasesuhkrut leidub söötades üldiselt harva. Polüsahhariididest on lindudele energiaallikana olulisemad tärglis, vähem tselluloos, pentosaanid jt keerukad süsivesikute kompleksühendid. Linnud saavad eeltoodud ühenditest kasutada energiaallikana peamiselt tärglist, lagundades selle seedekanalis lihtsuhkruks. Tselluloosi seeduvuse kohta on andmed esitatud peatüki alguses. Piimasuhkrut e laktoosi ei saa linnud samuti omastada, kuna neil puudub seedetrakti ensüümide hulgas laktaas, mis selle disahhariidi lihtsuhkruteks lagundaks. Energia, samuti kõikide allpool käsitletavate toitainete, mineraalelementide ja vitamiinide Eestis kasutatavad normatiivid kanade segajõusöötades on esitatud allpeatükis 2.6.

1.4.1.2. Rasvhapete osa lindude toitumisel

Rasvad, koosnedes rasvhapetest, sisaldavad ligikaudu kaks korda rohkem energiat kui süsivesikud. Olulisemad söötades ja lindude kudedes leiduvad rasvhapped on esitatud tabelis 1.5.

Linnukasvatussaadustest sisaldab munapulber kuni 40%, kana- ja kalkunibroilerite liha vastavalt kuni 17 ja 12% rasva. Lindude rasvas on keskmiselt 38% küllastatud ja 62% küllastumata rasvhappeid, kui nende ratsioonile oli lisatud küllastatud rasvhappeid sisaldavat rasva. Küllastumata rasvhapete söötmisel oli aga üldtoodud vahekord 22:78. Küllastumata rasvhapped on aga inimoitlustuses eelistatamad, nad suurendavad vere kolesteroolisisaldust vähem kui küllastatud rasvhapped. Mõningate polüküllastumata rasvhapete toimet, nagu ω -3-rasvhapete (α -linoleenhape) positiivset mõju inimeste südame-veresoonkonna haigustele peetakse kaasajal tõestatuks. Seetõttu toodetakse alates käesoleva sajandi algusest ka Eestis ω -3-rasvhapetega rikastatud kana- ja vutimune. Positiivseid tulemusi on Eesti Maaülikoolis saadud ka kana- ja vutibroilerite ning noorküülikute lihas olevate lipiidide rikastamisel ω -3-rasvhapetega. Rasvad on ühtlasi ka

energia deponeerijad organismis, kusjuures kasvavatel lindudel leidub rasva organismis ca 6%, nuumatud lindudel ca 40%. Enamik rasvade rasvhapetest sünteesitakse linnuorganismis. Ainult üht, linoolhapet linnuorganismis ei sünteesita. Linoolhappe puudumisel kanatibude söödas kasvavad nad väga aeglaselt, olles seejuures vastuvõtlikud respiratoorsetele haigustele. Munakanad munevad linoolhappe defitsiidi puhul väikesi mune, milliste hautamisomadused on madalad. Arahhidoonhappe lisamisel munakanade ratsioonile eeltoodud sümptomid kaovad. Paremateks küllastumata rasvhapete allikaks lindudele on nende ratsioonidele lisatud taimsed rasvad (õlid) nagu rapsi-, lina-, päevalille-, sojaõli jt. Maisile põhinevates ratsioonides tavaliselt linoolhappe puudust ei esine, küll aga nisu-odra ratsioonides.

Tabel 1.5. Tavaliselt söödas ja kudedes leiduvad rasvhapped (Austic, Nesheim, 1990)

Rasvhappe nimetus	Lihtsustatud valem	Sulamis- täpp C°	Iseloomustus
Küllastatud rasvhapped			
Lauristiinhape	12:0	43,6	} Looduses palju kookosõlis Tavaline loomsetes rasvades Suure osatähtsusega küllastatud rasvhapped loomsete rasvade koostises
Müristiinhape	14:0	53,8	
Palmitiinhape	16:0	62,9	
Steariinhape	18:0	69,9	
Küllastumata rasvhapped			
Palmitoolhape	16:1	1,5	Palju loomsetes rasvades
Oleiinhape	18:1	14,0	Suure osatähtsusega küllastumata rasvhape loomsete rasvade koostises
Linoolhape	18:2	−5,0	Söötmisel asendamatul, sünteesimatu loomorganismi poolt
Linoleenhape	18:3	−14,4	Rikkalikult taimsetes õlides
Arahhidoonhape	20:4	−49,5	Asendamatul rasvhape, mis sünteesitakse loomorganismis linoolhapest

1.4.1.3. Energia ja toorproteiini suhe

Linnu poolt söödav söödakogus sõltub suurel määral selles leiduvast energiakogusest. Energiavaest sööta süüakse rohkem, energiarikast aga vähem. Väheses söödaenergia, kuid sööda kõrge proteiinitaseme korral hakkab linnu organism kasutama proteiini organismi energiavajaduse rahuldamiseks, mis ei ole linnukasvataja seisukohalt ökonoomne. Seetõttu on linnu ratsionaalseks varustamiseks energia ja toitaineid, eeskätt proteiini (valguga), vajalik hoida segajõusöötades teatud kindel suhe metaboliseeruva energia ja toorproteiinisalduse vahel, viimasel ajal ka energia- ja üksikute aminohapete sisalduse vahel. Selline suhe saadakse, kui 1 kg sööda metaboliseeruva energia (kcal-tes) jagatakse sööda toorproteiinisaldusega (%-des).

Ratsiooni (segajõudsööda) energiasisaldust saab suurendada söödarasvade lisamisega. Kui tärglase ja suhkruke keskmine soojusväärtus on linnu organismis 5,3...5,6 kcal/g, siis söödarasvade puhul on see näitaja tavaliselt 8,5...9,3 kcal/g. Seetõttu suurendab ratsioonile juba 1...4% rasva lisamine tunduvalt selle energiasisaldust. Tihti viiakse aga

energiavaestes söödasegudes alumise lubatud piirini ka toorproteiinisaldus, et saavutada antud linnurühmale ettenähtud energia-proteiini suhe. Selline võte on üldiselt kasulikum kui sööta lindudele madala energia-, kuid kõrge proteiinisisaldusega sööta.

Täiskasvanud lindude ratsioonides (kanad, pardid, kalkunid) on energia-proteiini suhe 160...180:1, broilerite (lihalindude) kasvatamisel 140...150:1. Kitsam on see suhe kalkunibroilerite esimeses kasvujärgus (104:1), laiem täiskasvanud hanedel (179:1).

1.4.1.4. Lindude energiatarbe eiramise tagajärjed

Lindude söödavajadust tuntakse kaasajal rakendatavate söötmisnormide alusel küllalt üksikasjalikult. Sellele vaatamata lastakse näiteks munakanadel munemisperioodil rasvuda, neid energiarikaste söötadega üle söötes. Samas teatakse ka teisi lindude rasvumise põhjusi: lindude pidamisviisid, -režiimid ja söötmise erinõuded.

Organism vajab rasva moodustamiseks kaks korda rohkem sööta kui näiteks lihaste või sidekoe moodustamiseks. Üldiselt toimub, vaatamata kaasaegsete jõusöödatehaste poolt tehtavate segajõusöötade heale kvaliteedile, eriti munakanakasvatuses erinevate vanus- ja toodangurühmadesse kuuluvate lindude energiaga ülesöötmise. Munakanade puhul tähendab see enamikul munemise lõpetanud lindudel 100...300 g liigset rasva, mis on ladestunud kõhuõõnde, siseelundite ümbrusse ja naha alla. Seda rasva (eriti siseelundele ladestunud rasva) on toiduainena raske kasutada. 100 g rasva kogumiseks kulutab munakana ca 0,45...0,50 kg segajõusööta, kana rasvumise korral võib sööda ülekulu ühe kana kohta olla 1,5...2,0 kg. Paljudel juhtudel saab munakanade rasvumine alguse söödas ebaõigest proteiini ja metaboliseeruva energia suhtest. Oluline on ka asendamatute aminohapete normidekohane olemasolu segajõusöötas. Nn kriitiliste aminohapete, lüsiini, metioniini, tsüstiini ja trüptofaani kogused segajõusöötas peavad vastama normatiividele.

Kanade rasvumisest hoidumiseks on oluline nii munakanade söötmiskordade arv valguspäeva kestel kui ka söödarenni (-nõude) tühjakssöömine valguspäeva lõpuks. Ööpäevaringselt kättesaadava sööda puhul on kanad vähemliikuvad, kuid tarbivad rohkem sööta kui elutegevuseks ja toodanguks kulub. Ülejäänud energia talletatakse organismi rasvana. Olulist osa rasva talletamisel organismi omab kanade vanus. Vananedes suureneb rasva kogus organismis, seejuures sisaldavad ka koed rohkem rasva kui noorel linnul. Seetõttu realiseeritaksegi kaasajal kanabroilerid 40...42-päevastena, mil neil on lihakehas veel suhteliselt vähe rasva, 4...6%. Eestis müüdavad importbroilerid on kasvatatud vanemaks, nende lihakeha rasvasisaldus on seetõttu 10...16%.

Veelgi tähtsam on noorte munakanade kehamassi jälgimine nende kasvatamisel või sisseostmisel munakanafarmi. Noorkanade kehamass peab vastama kasvatatavale kanakrossile ettenähtud kaaluvahemikule. Liiga kerged või rasked noorkanad ei ole head munejad. Kaaluvahemikust raskemad noorkanad on tegelikult rasvunud. Eri kanatõugude puhul on rasvumise tase küllalt märgatav.

Lihakanad (sugukanad kanabroilerite tootmiseks) reageerivad toitainete ebaõigele vahekorrale söötas, aga ka söötmiskordade arvu, sööda koostise ja koguse muutmisele tavaliselt munatoodangu languse, kuid kehamassi suurenemisega. Täiskasvanud lindudel saab see toimuda ainult rasva arvel. Eestis kasvatatavate munakanakrosside puhul on munemisperioodi lõpul rohkem rasvunud kanu pruuni munakoorega mune munevates (värvilise sulestikuga) krossides. Sugupooliti on rasva rohkem (25%) kanadel. Kukkede kasv on kiirem ja kestab kauem. Neid asjaolusid arvestades kasvatatakse kaasajal kukk- ja

kanabroilereid eraldi, söödetakse erinevate ratsioonidega ja realiseeritakse eri vanuses – kanabroilerid varem, kukkbroilerid hiljem. Kanabroilerite sugukanakarjas, et tagada mõlema sugupoole maksimaalset sugulist aktiivsust ja saada rohkem kvaliteetseid haudemune, söödetakse sugukanu ja -kukkesid eraldi ratsioonidega.

Keskkonna(pidamis)tingimustest mõjutavad kanade toitainete omastamist pidamisviis, õhutemperatuur ja -niiskus, aga ka paigutustihedus. Allapanul pidamisel tarbivad kanad sööta ca 5–8% rohkem kui puurispidamisel, kuna kanad kasutavad rohkem energiat liikumiseks. Ka võimaldavad allapanul peetavate kanade söötmisliinid rohkem sööta maha nokkida.

Oluline on kanala õhu temperatuur ja niiskusesisaldus. Madala õhutemperatuuri korral (+12 °C ja madalam) peavad kanad kehatemperatuuri säilitamiseks kasutama 4...5 % võrra rohkem sööta kui näiteks lindla +16...+18° C temperatuuri puhul. Niisked ruumid (relatiivne niiskus 65% ja rohkem) suurendavad samuti kanade söödakulu, kuna niiskus suurendab soojuskiirgust ja seega soojakadu. Eeltoodust selgub, et kuidagi ei ole majanduslikult otstarbekas lindude abil lindlat jõusööda arvelt kütta. Söödakulu võivad aga suurendada aga ka kanade liigne veetarbimine, lendlemine, kehv sulgedega kattumine jt pidamistingimuste poolt tekitatud häired. Samas häirivad ekstreemsed pidamistingimused otseselt lindude ainevahetust, sealhulgas ka rasvade ainevahetust.

1.4.2. Toorproteiini ja aminohapete mõju lindude toodangule

Proteiinid on keerukad, kõrge molekulmassiga orgaanilised ühendid, mida tuntakse peamiselt valkude ja amiididena. Valgud koosnevad liigile, kudedele, organitele ja produktsioonile spetsiifilises vahekorras aminohapetest, millistest tavaliselt kuni 25 leiduvad valkude koostises.

Valkude bioloogiline tähtsus on väga mitmekülgne: nad on korraka nii uute kudede ülesehitusmaterjaliks kui ka olemasolevate täiustamiseks; nad on organismis fermentide ja hormoonide koostises nende alusmaterjalina. Valkude üleminekul energiaks vabaneb pea sama soojushulk kui süsivesikuist, nad on aga võimelised transformeeruma ka süsivesikuiks või rasvadeks. Viimased aga organismis valguks transformeeruda ei saa. Linnukasvatustoodangu valk moodustatakse seega ainult söödavalgu, s.o toorproteiini baasil. Seega on toorproteiini, samuti aminohapete õige normeermise tähtsus põllumajanduslindude söötmisel väga oluline.

Tähtsamaks kui toorproteiini kogust tulebki söödas lugeda selle aminohappelist koostist. Oma tähtsusest organismi talitlustes jaotatakse aminohapped kahte suurde rühma: asendamatud ja asendatavad. Esimesse rühma kuuluvad need aminohapped, mida organism ei ole võimeline sünteesima. Lindude organismis ei sünteesita järgmisi aminohappeid: lüsiin, metioniin, tsüstiin, trüptofaan, arginiin, histidiin, leutsiin, isoleutsiin, fenüülalaniin, treoniin ja valiin. Need ülalloetletud 11 aminohapet on lindudele asendamatud, neid nad peavad saama söödaga vajalikes kogustes. Aminohapete soovitatavad normid põllumajanduslindude segajõusöötades näevad küll ette ka glütsiini ja türosiini koguseid, kuid nende kohta leidub lindude söötmisalastes uurimistöodes vähe informatsiooni.

Praktikas esineb ratsioonides kõige sagedamini lüsiini ning väävlitsisaldavate aminohapete metioniini, tsüstiini ja trüptofaani puudust (Nutrition..., 1989). Neist neljast

sõltub enamikul juhtudel lindude kasv ja produktiivsus, mistõttu neid nimetatakse ka kriitilisteks aminohapeteks. Viimasel ajal on lülitatud nn. kriitiliste aminohapete nimistusse ka treoniin. Et neid ja ka teisi asendamatuid aminohappeid sisaldab rohkem loomne proteiin, siis loetakse loomset proteiini sisaldavaid ratsioone täisväärtuslikumateks kui taimset proteiini sisaldavaid ratsioone (segajõusöötaid). Tihti peale määratakse analüüsimisel koos metioniin ja tsüstiin ning fenüülalaniin ja türosiin, mistõttu ka normatiivides esitatakse nende aminohapete kohta andmed summaarselt.

Aminohapete jaotatust asendatavaiks ja asendamatuiks ei tohi võtta siiski absoluutselt. Järjest rohkem koguneb andmeid, mis viitavad sellise jaotuse suhtelisusele. Viimasel ajal ollakse seisukohal, et võrdväärset uurimist vajavad aminohapete mõlemad rühmad.

Lüsiin. Lüsiin on linnu organismis vajalik kõige olulisemate valkude, nukleoproteiidide, sünteesiks ja lämmastiku ainevahetuse reguleerimiseks, tagades seega linnu normaalse kasvu ja toodangu. Lüsiinile on iseloomulik tema aeglane ja mittetäielik imendumine läbi sooleseina. Seetõttu ollakse arvamisel, et ainult pool organismis omastatud lüsiinist läheb munakanadel üle muna koostisse. Lüsiini vähesuse korral ratsioonis väheneb sugulindude, samuti aga ka noorlindude produktiivsus. Veres väheneb sel juhul erütrotsüütide arv ja hemoglobiinisaldus, väheneb söödast kaltsiumi omastamine, ebanormaalselt võivad muutuda elundite mõõtmed, mass ja proportsioonid. Suure lüsiinisalduse puhul esineb noorlindudel paralüüs, sulestiku alaareng ja selle värvuse muutumine.

Lüsiini liig, mis võib esineda loomse proteiini ülekülluse puhul ratsioonis, võib esile kutsuda noorlindudel kasvuseisakuid, täiskasvanud lindudel aga isegi sulgede vahetuse. Tavaliselt saavutatakse lüsiini normaalne tase põllumajanduslindude ratsioonides siis, kui seal on 25...30% loomse päritoluga toorproteiini, ülejäänud taimse päritoluga. Kuivõrd tänapäeval on tavaline loomse proteiini puudus lindude ratsioonides, soovitatakse lüsiinipuudus katta sünteetilise söödalüsiiniga, mille puhta lüsiini sisaldus võib olla 68...70%. Et sünteetilise lüsiini lisamine on efektiivsem noorlindudele, vähemefektiivne aga munade tootmisel, antakse söödalüsiini eeskätt noortele sugulindudele ja broileritele. Valge munakoorega munakanade söötmisnormides on tööstuskanadele ette nähtud lüsiinitasemeks 0,75%. Päevase söödaku 115 g puhul teeb see päevaseks tarbenormiks u. 863 mg lüsiini.

Metioniin. Metioniin, üks väävlitsisaldavatest aminohapetest, kuulub samuti kui lüsiingi nn. kriitiliste aminohapete hulka. Ta on üks aktiivsemaid ühendeid oksüdeerumis-redutseerumis-protsessides, võttes osa paljude ühendite moodustamisest (kreatiin, seriin, tsüstiin), mille osa ainevahetusprotsessides on väga oluline. Metioniin on seotud ka rasva ainevahetuse reguleerimisega, hoides ära rasva infiltratsiooni maksakudedesse; ta on vajalik vere vormelementide moodustamiseks ja kasvuks; koos tsüstiiniga võtab osa sulgede moodustamisest. Ratsiooni normidekohasel metioniinisaldusel on tagatud noorlindude normaalne juurdekasv ja hilisem lihakehade kõrge kvaliteet, sest metioniin tagab rasva ühtlase jaotumise lihaste vahele ja nahaalusesse sidekoesse.

Metioniini defitsiit mõjub munatoodangut ja noorlindude juurdekasvu vähendavalt: lindudel kaob isu, tekib aneemia. Kõrge kalorsusega ratsioonide puhul, aga samuti ratsioonis koliinipuuduse korral kutsub metioniinipuudus esile maksa rasvväärastuse ja neerude funktsionaalseid häireid. Kõrge kalorsusega ratsioonides tuleb tõsta tunduvalt ka metioniini taset, sama tuleb teha ka soja- ja päevalillesrotirikaste ratsioonide puhul. Igati

õigustab end sünteetiliste metioniinivormide kasutamine lindude segajõusöötades. Muneja kana metioniinitarve sõltub munemisperioodi eri aegadel peamiselt tema vanusest, mil lineaarselt vanusega väheneb ka munemisintensiivsus.

Tsüstiin. Tsüstiin, teine oluline väävlit sisaldav asendamatü aminohape, mängib väga olulist osa süsivesikute ainevahetuses ja hapendumis-taandamisprotsessides. Tema abil viiakse organismist välja mitmeid mürgiseid ainevahetusühendeid, ta aitab ka noorlindude organismil võidelda lihaskoe düstroofia vastu. Viimane areneb tavaliselt E-vitamiini puudusel. Eriti oluline on tsüstiin noorlindudele (Ensminger *et al.*, 1990). Tsüstiin on ühtlasi kõikide kudede valgu oluline struktuurelement. Tsüstiin ja metioniin on kogu organismi ainevahetuses omavahel tugevasti seotud. Kui söödaratsioonis esineb nende aminohapete summaarne puudus, saab seda leevendada sünteetilise metioniini lisamisega.

Metioniin + tsüstiin on aminohapped, mis riiklikes standardites on ära toodud summaarselt. Metioniin ja tsüstiin võivad üksteist teatud koguses asendada. Väävlitsisaldavaks, organismis sünteesitavaks aminohappeks on ka tüsteiin. Nende kolme aminohappe ainevahetus on tihedalt seotud. Tsüstiin ja tüsteiin võivad kergesti teineteiseks üle minna. Organism on võimeline sünteesima metioniinist tsüstiini, vastupidi aga mitte. Tsüstiiniga saab asendada 1/3 organismile vajalikust metioniinikogusest.

Trüptofaan. Trüptofaanil on oluline tähtsus lindude toitumisfüsioloogias. Osaledes valkude sünteesil, vereloomeelundite talitluses, hemoglobiini sünteesil ja enamiku endokriinelundite füsioloogiliste talitluste suunamisel, on ta ka nikotiinhappe (B₃-vitamiini) provitamiin. Trüptofaaniivaegus kutsub organismis esile kõrgenenud nukleiinhapete tarbe. Trüptofaan on eriti vajalik kasvavale organismile ka selleks, et saaks ilmnedä B₁₂-vitamiini toime. Olles üks kolmest väävlitsisaldavast kriitilisest aminohapest, peetakse ta normidekohast sisaldust segajõusöödas sama tähtsaks kui metioniinil ja tsüstiinil. Trüptofaani leidub rikkalikult pärmides, kookides-srottides ja loomsetes söötades.

Trüptofaani defitsiiti on võimalik katta B₃-vitamiini, aga ka alati rikkalikult B-rühma vitamiine sisaldavate pärmide ratsioonile lisamisega. Trüptofaan on seotud ka lindude normaalse viljastuse ja loote arengu tagamisega. Trüptofaani puudusel söödas on munade viljastatus ja titude kooruvus madalad, noorlindude massi-iibed väikesed, esineb aneemiat. Koos eeltooduga on häiritud endokriinelundite funktsioonid ja väheneb organismi immuunsus. Samuti on häiritud lipiidide transport maksast verre. Trüptofaani defitsiidi puhul on lindude vere hemoglobiinisaldus ja vereseerumi valgufraktsioonide sisaldus tavaliselt normist madalamad.

Treoniin. Treoniin on aminohapete seriini (asendatav aminohape) ja metioniini antagonist. Valguainevahetuse teatud etappidel võib ta muunduda aminohape glütsiiniks, võtab osa ka leutsiini ainevahetusest. Treoniin mõjutab tunduval määral kolesteriini, rasvhapete ja süsivesikute sünteesi organismis. Mõjutades söödavalgu paremat omastatavust, sõltub treoniinist olulisel määral noorlindude hea juurdekasv ja täiskasvanud lindude produktiivsus. Treoniinipuudus ratsioonis kutsub esile rasva kõrgendatud ladestumise maksa. Viimasel ajal on treoniin üks rohkem uuritavaid aminohappeid linnukasvatases ja on uurijate poolt tihti lülitatud kriitiliste aminohapete rühma. Treoniinivaeguse korral ei kasuta organism normaalselt sööda lämmastikku (st proteiini) ning seetõttu esineb kasvupidurdus.

Arginiin. Arginiin on oluline süsivesikute ainevahetuses, olles kreatiini ja kreatiniini moodustamise allikas. Viimastel on oluline osa täita organismi energiavahetuses, aga ka sulevalkude moodustamisel. Arginiin on väga oluline aminohape noorlindude normaalse kasvu ja täiskasvanud lindude sigivuse, aga samuti sisesekretsiooninäärmete normaalse funktsiooni tagamiseks. Arginiin võtab osa ferment arginaasi sünteesist. Aminohapete arginiini ja lüsiini vahel esineb organismis antagonism. Lüsiini ülesöötmisel arginiini omastamine väheneb, koos sellega väheneb lindude juurdekasv ning halveneb kaltsiumi ladestumine luukoesse, sellega kaasneb tibude lamamajäämine. Tibude organismis arginiin ei moodustu, täiskasvanud linnud on aga võimelised arginiini sünteesima. Seetõttu peetakse arginiini poolasendamatuks aminohappeks. Et lihasevalgust moodustab arginiin 6...7%, kanamunade valgust 6,7%, on arginiini normeerimine linnukasvatustes kasutatavates segajõusöötades oluline. Arginiinirikasteks söötadeks on loomsed söödajahud, õlikoogid ja srotid.

Fenüülalaniin ja türosiin. Fenüülalaniin ja türosiin on oma keemilise koostise ning struktuurivalemi poolest üsna lähedased ühendid. Seejuures võib fenüülalaniin organismis üle minna türosiiniks. Türosiini peavad mitmed uurijad poolasendamatuks aminohappeks. Seega võtab fenüülalaniin osa aminohappe türosiini, aga ka hormoonide türoksiini ja adrenaliini ning naha- ja sulepigmentide (eumelaniini ja melaniini) sünteesist. Fenüülalaniini defitsiidi puhul on häiritud kilpnäärme ja neerupearsete näärmete funktsioonid. Suureneb organismi türoksiinitarve, väheneb lindude produktiivsus. Pikemaajaline fenüülalaniini ja türosiini defitsiit söödas mõjub linnuorganismi ainevahetusele äärmiselt halvasti ning see võib lõppeda lindude surmaga. Poole fenüülalaniinitarbest võib katta türosiiniga, asendatava aminohappega. Suure türosiinisaldusega söödad on loomsed söödajahud: kala-, sule-, vere- ja lihajahu, aga ka maapähkli- ja sojasrott.

Glütsiin. Glütsiini loetakse täiskasvanud lindudele asendatavaks ja kergesti sünteesitavaks, kuid noorlindudele asendamatuks aminohappeks. Täiskasvanud linnu organismis sünteesitakse glütsiin suuremas ulatuses aminohapest seriinist, kusjuures oma osa on siin foolhappel (vitamiin B₉), püridoksaalfosfaadil (vitamiin B₆ derivaat), ka mangaanil. Vähemal määral sünteesitakse glütsiini organismis ka aminohapetest tsüsteiinist ja treoniinist. Rikkalikult leidub glütsiini liha-kondijahus (3,3%), kalajahus (4%) ja päevalille- ja maapähklisrottides (ca 3%). Väga oluliseks peetakse glütsiini tarbenormidest kinnipidamist kanabroilerite söötmisel.

Histidiin. Histidiin on vajalik eeskätt lindude lihaskoe valkude sünteesiks. Histidiin kuulub dipeptiidide karnosiini ja anseriini koosseisu. Viimaseid sisaldavad lihased ja nende funktsioon on lihaste taastamine nende üleväsimuse (kurnatuse) puhul. Histidiin stimuleerib hemoglobiini ja erütrotsüütide sünteesi. Dekarboksüleerumisel muutub histidiin histamiiniks, millel on koehormooni omadused. Ta laiendab kapillaare ja ahendab suuremaid veresooni, kutsub esile mitmete kudede ja organite silelihaste kontraheerumise (kokkutõmbumise), soodustab soolhappe sekretsiooni maos. Histidiini leidub rohkesti munavalges, 2,6%. Söötadest on histidiinirikad loomsed söödajahud ja õlikoogid ning srotid.

Leutsiin ja isoleutsiin. Leutsiin ja isoleutsiin on olulised vereplasma valkude ja teiste koevalkude sünteesil. Leutsiinainevahetuse väärustumisel võib tekkida küllaltki mürgiseks lõpp-produktiks atsetoon, millest osa on organism sunnitud väljutama kopsude kaudu. Isoleutsiini lagundamisel organismi ainevahetusprotsessides saadakse algul

propioon- ja äädikhape. Esimene neist võtab osa glükoosi, teine ketoonkehade sünteesist. Isoleutsiini on antagonistiks leutsiin. Juhul kui söödas on üleliigset leutsiini, siis hakatakse isoleutsiini koevedelikest ja kudetest välja tõrjuma. Rikkalikult on leutsiini lihasevalgus (7%) ja munavalgus (8,8%). Söötaedest on leutsiinirikkad loomsed söödajahud (verejahus koguni 10,3%) ja õlitaime seemnete srotid. Praktiliselt samades kogustes leidub eeltoodud kudedes ja söötades ka isoleutsiini.

Valiin. Valiin on oma mõjusfäärilt lähedane leutsiinile ja isoleutsiinile. Valiin on hädavajalik närvisüsteemi, kõhunäärme ja maksa normaalseks funktsioneerimiseks, ta on väga oluline koevalkude ning glükogeeni sünteesil. Valiini vaegus söödas vähendab lindude isu ja juurdekasvu ning kutsub esile pöördumatuid generatiivseid muutusi kesknärvisüsteemis: koordinatsioonihäired liikumisel, suurenenud tundlikkus välisärritustele ja stressidele.

1.4.3. Lindude makro- ja mikromineraalelementide tarve

Põllumajanduslindude söötmisalaste uurimistööde ja nende alusel koostatud söötmisnormide alusel loetakse lindude söötmisel makromineraalelementideks, lühendatult makroelementideks kaltsium, fosfor, naatrium, kaalium, magneesium, kloor ja väävel. Mikromineraalelementide e mikroelementide nimistu on pikem. Siia loetelusse kuuluvad mangaan, tsink, raud, vask, jood, koobalt, seleen, arseen, vanaadium, molübdeen, kroom, nikkel ja rida teisi. Meil käibelolevais söötmisnormides tuuakse andmed vaid Mn, Zn, Fe, Cu, I, Co ja Se kohta. As, V, Mo, Cr, Be, Si, Al, F, Cd, Pb, Sn, Li, Hg, Ag, W ja Ni kui ultramikroelementide soovitava sisalduse kohta söödasegudes seni üldtunnustatud normid puuduvad. Nende mõju linnufüsioloogiale veel uuritakse ja selgitatakse. On igati seaduspärane, et lähemal aastakümnel mõni eeltoodud ultramikroelementidest tuuakse üle söötmisnormidesse.

Põhiliselt on mineraalelemendid lindude kehas esindatud anorgaaniliste ühenditena, aga ka kõikides kudedes arvukate orgaaniliste ühendite koostises. Mineraalelemendid osalevad otseselt või kaudselt kõigis organismis toimuvates biokeemilistes reaktsioonides. Nende põhilised funktsioonid võib jagada üldjoontes nelja rühma (Sikk, 2005): struktuuralsed, füsioloogilised, katalüütilised ja regulaarsed.

1.4.3.1. Makroelementid

Lindude elutegevuse kestel on nende füsioloogias kaks väga pingelist perioodi, kui toimub suuremahuline mineraalainete ladestumine: skeleti luustumisprotsess kasvuperioodil ja muna, eriti muna lubikoore, moodustamine munemisperioodil.

Kasvuperioodil sõltub makroelementide vajadus linnuliigist, vanusest ja mineraalainete omastatavuse astmest (seedekefitsiendist). Noorlinnud omastavad söödast kõige halvemini kaltsiumi ja magneesiumi, 50...60% piirides. Paremini saadakse kätte fosfor, 60...75% ulatuses. Naatriumi, kaaliumi ja kloori omastatavus sõltub noorlindudel kõige rohkem aga liigist ja vanusest, ulatudes enamikul juhtudel 55...85%-ni. Seejuures on aga eeltoodud makroelementide omastatavus esimesel elukuul enamikul linnuliikidel väga kõrge.

Alljärgnevalt vaadeldakse üksikute makroelementide mõju põllumajanduslindude kasvule ja produktiivsusele. Eestis soovitatavates söötmisnormides kanadele on toodud ka makroelementide kogused.

Kaltsium (Ca). Kaltsium peab moodustama linnu päevasest söödakogusest noorlindudel 1...1,7%, munejatel lindudel 1,6...4,0%, olles seega kõige suurema kontsentratsiooniga makroelement söödas. Munejate lindude, eriti intensiivselt munevate kanade kaltsiumitarve on suur. Munakana keskmise suurusega muna sisaldab kokku 2,1...2,2 g kaltsiumi, elutegevuseks muna moodustamise ajal kulutatakse veel 0,1 g kaltsiumi. Seega intensiivselt muneva munakana päevane kaltsiumitarve on 2,2...2,3 g, lihakanal 2,4...2,5 g. Et enamik munas olevast kaltsiumist asub munakoores peamiselt kaltsiumkarbonaadina, siis on munakoore tugevus otseselt sõltuvuses söödaga saadavast kaltsiumikogusest. Kui munejate kanade söödas on vähe kaltsiumi, saadakse palju õhukese koorega, mõradega või lekkivaid mune. Selliste munade kogus meie vabariigi farmides on 1...5%. Ka teistes arenenud linnukasvatusega maades on pragunenud ja purunenud koorega munade osatähtsus küllaltki suur. Peale õhukese munakoore on munade purunemise põhjusi ka teisi, neist olulisemad on: vähe töökindlad munakogumisseadmed, muna kuju, suurus ning munakoore füüsikaline struktuur, s.o kaltsiumkarbonaadi kristallide paigutus munakoores. Kõrgetoodangulistel kanadel on munakoor enamasti alati õhem kui madalatoodangulistel.

Muna moodustamise ajast ca 80% kulub lubikoore moodustamisele. Seejuures on leitud, et mida kauem muna emakas koore moodustamiseks peatub, seda tugevam on ka koor. Koore moodustamise ajal kulutatakse 150 mg kaltsiumi tunnis, kokku munakoore moodustamiseks aga keskmiselt 4 g CaCO_3 . Seejuures on söödast kaltsiumi omastamise protsent munakanadel keskmiselt 50, lihakanadel 40.

Munakoore moodustamiseks vajaminev kaltsium võetakse 60...75% ulatuses otseselt seedeprotsessi kaasabil sooltraktis olevast söödast, ülejäänu aga linnu luustikus olevast nn labiilse kaltsiumina. Neil päevil, mil kana ei mune, taastatakse luustiku kaltsiumireserv. Igapäevase munemise puhul toimub see ajal, mil munajuhas munakoort aktiivselt ei moodustu. Intensiivse munemise ja rikkaliku, kuid kaltsiumivaese sööda korral hakkavad munakanad munema õhukese koorega või lubikooreta (nn nahk-) mune ning alles siis jäävad osteomalaatsia tõttu jalutuks ning lõpetavad munemise. Eeltoodust lähtudes on munejatele lindudele pidev ja normidekohane kaltsiumi söötmine kõrge munaproduktiivsuse alus.

Meil kasutatavates söötmissnormides-soovitustes on munakanadele ette nähtud kogu munemisperioodiks söödas 3,1% kaltsiumi, lihakanadele vastavalt vanusele 2,8...2,7%. Samal ajal aga soovitatakse lähtuda kanade söötmisel nii munemisintensiivsusest (tabel 1.6) kui ka munemisintensiivsusest ja tarbitud sööda kogusest (tabel 1.7.). Tabelites 1.6 ja 1.7 soovitatud kaltsiuminormid ei arvesta aga siiski küllaldaselt tipptoodangut andva noore munakana kaltsiumitarvet, samuti kana suurenevat kaltsiumitarvet munemisperioodi lõpupoole. Juba 1981. a esineb Euroopa maade kanakasvatajatele ettenähtud soovitustes sööda mineraalainete sisalduses kuni 4,0%-lisi kaltsiuminorme paljudelt autoritelt.

Muneja kana kaltsiumiainevahetuses on oluline söödas leiduv kaltsiumiallikas. Kõige paremini omastab kana kaltsiumi teokarpidest ja teiste limuste kodadest, halvemini lubjakivisõmerikust ja söödakriidist. Kõige kõrgema seedekoefitsiendiga saab kana küll kaltsiumi kätte kaltsiumlaktaadi vesilahusest, tööstuslikule kanakasvatusele on aga see kaltsiumiallikas liiga kallis. Munakanade söödakaltsiumi põhikogus saadi endises Nõukogude Liidus siiski limuste kodade kaevandustest Musta ja Aasovi mere kallastel ning kohalikku lubjakivi kasutades. Teokarpide ja lubjakivi söötmisel, eriti puurikanadele, tuleb silmas pidada, et neid leiduks kogu söödas ühtlaselt ja normidekohaselt. Isukohaselt

võib munakana päevas ära süüa 10...15 g teokarpe või lubjakivisõmerikku. Siis jääb aga söömata vähemalt pool sellest kogusest jõusööta. Tagajärjeks on otsene produktiivsuse langus. Kaudselt mõjutab aga selline kogus kaltsiumi organismi kaltsiumi ja fosfori ainevahetust negatiivselt. Nimelt on fosfori imendumist soodustav ferment fütaas aktiivne pH 3,7 puhul. Suure kaltsiumikoguse puhul nihkub pH peensooles aluselise poole, mistõttu fosfor imendub halvasti ja viiakse organismist soolestiku kaudu välja. See on aga tavaliselt nõrga munakoore tekkimise üks põhjuseid. Kaltsiumi sellise söötmise korral saadakse seega otse vastupidine tulemus, 8...12% nõrga koore ja mõradega mune. Kaltsiumi parem omastatavus saadakse teokarpide, lubjakivisõmeriku, söödakriidi ja tri-või dikaltsiumfosfaadi kooskasutamisel, kusjuures söödale olgu lisatud normidekohaselt D₃-vitamiini. Kaltsiumi liia suhtes on noorlinnud samuti väga tundlikud. Juba 50%-line kaltsiumisisalduse suurenemine segajõusöödas võib põhjustada ebasoovitavaid nähte – söömuse ja rasva seeduvuse halvenemine, kusjuures on häiritud ka magneesiumi-, tsingi-, vase-, raua-, mangaani- ja joodiainevahetus. Kaltsiumiliig inhibeerib nende imendumist peensooles. Kaltsiumivaegus põhjustab munakanadel munakoore kvaliteedi ja munade inkubatsiooniomaduste halvenemise, kusjuures sellega kaasnevad väljaheidete suur fosforisisaldus ja madal vereseerumi kaltsiumisisaldus.

Tabel 1.6. Muna. ja lihatõugu kanade kaltsiumitarbe sõltuvus munemisintensiivsusest

Munemis- intensiivsus %	Munakanad		Lihakanad	
	kana kohta päevas g	sisaldus ratsioonis %	kana kohta päevas g	sisaldus ratsioonis %
100	4,6	4,2	6,2	4,1
90	4,1	3,7	5,6	3,7
80	3,7	3,4	5,0	3,3
70	3,2	2,9	4,3	2,9
60	2,8	2,5	3,7	2,5
50	2,3	2,1	3,1	2,1
40	–	–	2,5	1,6
30	–	–	1,9	1,2

Tabel 1.7. Munakanadele soovitatav sööda kaltsiumisisaldus sõltuvalt tarbitud sööda-
kogusest ja munemisintensiivsusest %

Söödatarbimine linnu kohta päevas g	Munemisintensiivsus %			
	60	70	80	90
90	3,0	3,5	4,0	4,5
100	2,7	3,1	3,6	4,1
110	2,5	2,9	3,3	3,7
120	2,3	2,6	3,0	3,4
125	2,2	2,5	2,9	3,2
130	2,1	2,4	2,7	3,1
135	2,0	2,3	2,7	3,0

Tibudel ja noorlindudel tuntakse kaltsiumivaeguse tõttu kliinilise haigusena **rahhiiti**. Ei ole alati täpselt määratletav kas rahhiiti haigestumise põhjuseks on kaltsiumi või fosfori või D₃-vitamiini puudus. Tavaliselt on siin üheks haiguse põhjustajaks kindlasti D₃-vitamiini puudus. Rahhiidi puhul lindude isu halveneb või kaob üldse; söödakasutus halveneb; kasv pidurdub; esineb liikumishäireid (lonkamine kerge haigusvormi korral); luud on poorsed, pehmed, deformeerunud epifüüsides; kõhrkoe luustumine aeglustub;

esineb jäsemete toruluude, selgroo, roiete deformatsioone, luud sageli ei kannu lindu; linnul on raskusi mahaheitmise ja ülestõusmisega, ta võib jääda liikumisvõimetuks.

Fosfor (P) on kaltsiumi kõrval olulisemaid makroelemente, mis on vajalik normaalseks rakusiseseks ja rakkudevaheliseks ainevahetuseks. Ta on kudede ehituse struktuurelement, teda sisaldavad organismi kõik koed ja koevedelikud. Suurem osa fosforist organismis on luukoes (ca 80%), lihaskoes on teda ca 10%, 1% närvikoe koostises ning ülejäänud 9% kõikides ülejäänud kudedes ja organites. Fosforiainevahetus ei ole üksnes seotud teiste mineraalainetega, vaid on tihedalt seotud ka valgu-, rasva- ja süsivesikute ainevahetusega.

Põllumajanduslindude fosforiallikad on peamiselt fosfaadid (di- ja trikaltsiumfosfaadid), vähem taimsetest saadustest hangitav orgaanilistes ühendites olev fosfor (fütiinfosfor), arvestataval määral aga loomsetest söötadest hangitav fosfor (fosfatiidid, fosfoproteiidid, nukleoproteiidid jt). Kõige halvemini omastavad põllumajanduslinnud fosforit taimsetest söötadest, noorlinnud ainult 30%, täiskasvanud linnud kuni 50%. Loomsetest söötadest omastatakse P aga keskmiselt 90%-liselt. Fosfori omastamine linnuorganismi poolt sõltub mitmetest faktoritest, millest eriti tähtis on kaltsiumi ja fosfori suhe söödas. Munakanadele peetakse näiteks optimaalseks kaltsiumi ja fosfori vahekorda 3...5:1. Oluline fosfori omastamise faktor linnuorganismis on küllaldane D₃-vitamiini kogus söödas. D₃-vitamiini manusel varustatakse verd pidevalt anorgaanilise fosforiga, tema mõjul toimub pidev orgaanilise fosfori muundumine anorgaaniliseks. Vere aluselise fosfaasi varu täiendatakse pidevalt, vastavalt selle kasutamisele ainevahetuses. Fosfori omastatavusele võib samuti mõju avaldada söödas olev valguallikas. Näiteks sojavalg võib normidekohase kaltsiumi, fosfori ja D₃-vitamiini leidumisel söödas kutsuda noorlindudel esile rahhiiditaolisi nähte. Seevastu sünteetiliste aminohapete lüsiini ja metioniini, B₂- ja B₁₂-vitamiini lisamine söödale parandab fosfori omastatavust.

Ollakse arvamisel, et täiskasvanud lindude ratsioonides fosforivaegust pole. Munakanade söödas peaks olema 0,50% omastatavat või 0,70% üldfosforit, 0,5...0,8% piiridesse jäävad peaaegu kõikide maade üldfosforinormid (Mineral..., 1981) munakanadele. Omastatavat fosforit soovitatakse aga munakanadele 0,3...0,5% piirides. Noorlinnud omastavad üldfosforit 60...80% piires. Omastatavat fosforit nähakse noorlindude söödas ette sõltuvalt linnuliigist ja vanusest 0,18...0,55-ni. Seejuures on kõrgeim omastatava fosfori määr ette nähtud kalkunibroileritele, madalaim põldvutitibudele.

Nii noorlindude kui ka täiskasvanud lindude sööda fosforisisalduse kohta ollakse arvamisel, et fosfori norme võiks 0,1...0,2% võrra vähendada, kahjustamata seejuures lindude produktiivsust. On leitud ka otsene seos vereseerumis sisalduva anorgaanilise fosfori hulga, luude tugevuse ja juurdekasvu intensiivsuse vahel kanatibudel. Rohkesti uuritakse kaasajal erinevate fütaasipreparaatide positiivset mõju kanabroilerite ja munakanade produktiivsusanõtajaile nagu söödakasutus, kasv, munatoodang ja seda peamiselt orgaanilise fosfori parema omastamise tõttu.

Naatrium (Na). Organismis on naatriumil ulatuslikud ülesanded. Ta on osmootse rõhu hoidja rakkudes ja kehavedelikes, reguleerides seega veeainevahetust, loob optimaalse keskkonna fermentide tegevusele ja võtab osa närviimpulsside edastamisest närvisüsteemis. Naatriumi kontsentratsioon veres on püsiv, organismis naatriumisisalduse reguleerijad on neerupealiste koore hormoonid, eeskätt aldosteroon.

Naatriumi norm põllumajanduslindude segajõusöötades on 0,15...0,17%. Välismaal kasutatavates noorlindude söötmisnormides on naatriumimäär 0,12...0,15% piires ja täiskasvanud sugulindudele 0,12...0,20%. 0,3% naatriumi ratsioonis peetakse kanadele juba mõnevõrra toksiliseks. Naatriumi defitsiit söödas pidurdab noorlindude kasvu: tõuseb põhiainevahetuse tase, suureneb maksa glükogeenisaldus, alaneb vere pH ja bikarbonaatide sisaldus, samuti naatriumi- ja kloriididesisaldus. Naatriumirikkad söödad on enamik loomseid söötasid (kalajahu, lihakondijahu jt) aga ka pärmid ja srotid. Naatriumidefitsiidi puhul lisatakse söödasegudele peent keedusoola, tavaliselt 0,4–0,6% ratsioonist. Toksiliseks peetakse segajõusöötades üle 2% keedusoola.

Kaalium (K). Kaaliumi osatähtsus organismis on lähedane naatriumi omale, ta on viimase antagonist. Ka kaaliumi, nagu naatriumigi ainevahetusest sõltub suurel määral õige osmootne rõhk rakkudes ja kudedes. Kogu organismi kaaliumist on ca 65% lihaskoes. Kaaliumi leidub palju liblikõielistes, rohujuhus, õlikookides ja sroottides. Standardsetes segajõusöötades leidub kaaliumi 0,5...0,6%, maisi-soja ratsioonides 0,7...1,3%. 1,4% kaaliumi kanabroilerite söödas vähendab juba nende juurdekasvu. Kaaliumivajadus on aga noorlindudel (0,3...0,6% ratsioonist) kui ka täiskasvanud sugulindudel (0,2...0,4%) märgatavalt madalam kui selle elemendi sisaldus segajõusöötades. Seetõttu kaaliumi segajõusöötadele tavaliselt ei lisata. Kaaliumi puudusnähtuste kirjeldusi lindude söötmisalasest kirjanduses ei esine.

Kloor (Cl). Kloori kontsentratsioon taimsetes söötades on kõrge, veelgi kõrgem on see loomsetes söötades. Lindude kloorivajadus on küllaltki väike, kanatibudel ja munejatel kanadel 0,06% ratsiooni kuivainest. Siit ka järeldus, et keedusoola lisatakse ratsioonile ikkagi ainult lindude naatriumivajaduse rahuldamiseks. Organismis paikneb enamik kloorist rakuvälistes koevedelikes, ainult 15...17% otseselt keharakkudes. Klooriioon on oluline anioon enamikes koevedelikes vajaliku osmootse rõhu ja happelis-aluselise tasakaalu hoidmiseks vereplasmas.

Põllumajanduslindude kloorivajadus on väike, tunduvalt väiksem kui naatriumivajadus. Noorlindudele nähakse ette ratsiooni 0,04...0,14%-line kloorisisaldus, täiskasvanud sugulindudele 0,08...0,21%. Loomsete söötade olemasolul ratsioonis põllumajanduslindudel kloori defitsiiti tavaliselt ei teki.

Magneesium (Mg). Magneesiumil on sarnaselt kaaliumiga täita linnu organismis rakusise katiooni osa. Ta on oluline spetsiifiline aktivaator ja kofaktor mitmetele fermentisüsteemidele seedeprotsessis. Kuivõrd söötades leidub lindude elutegevuseks ja toodanguks magneesiumi küllaldaselt, on enamik uurimistöid viidud läbi magneesiumi liigse koguse mõju selgitamiseks. Kanatibudel kutsub magneesiumi 10...20-kordne normi ületav doos esile mürgitusnähud: linnud jäävad algul kasvus maha, luudes väheneb mineraaloolade koguhulk, söödakasutus halveneb, suureneb luude ja teiste kudede magneesiumisisaldus, suureneb suremus. 20...30-kordne magneesiumi üledoseerimine vähendab järsult munevust, muna keskmist massi, linnu kehamassi, munakoore paksust ja söödakasutust. Magneesiuminormiks peetakse noorlindudele 0,03...0,055% (5...6-nädalastele põlvuttidele ainult 0,007...0,012%) ja täiskasvanud sugulindudele 0,02...0,05% segajõusööst. Eestis kasutatavates põllumajanduslindude söötmisnormides on kanade magneesiuminormiks 0,05...0,06% kanatibudele ja noorkanadele 0,04...0,06% segajõusööst (Tikk, Piirsalu, 1997).

Väävel (S) kuulub lindudele asendamatu aminohapete metioniini, tsüstiini ja trüptofaani, aga ka organismis sünteesitava aminohappe tsüsteiini koosseisu. Peale selle leidub teda tauriini, glutatiooni, vitamiinide B₁ ja H ning hormoon insuliini koosseisus. Väävel osaleb organismis samades funktsioonides mis üllalootetud ühendid. Linnud katavad oma väävlivajaduse peamiselt taimsetest söötadest saadavate väävlitsisaldavate aminohapete, sulfiidide ja sulfaatidega. Linnuorganismis leidub palju väävlit nahas ja sulgedes (keratiinis). Eestis lindude tavaratsioonides väävli üleküllust ja puudust ei ole täheldatud.

1.4.3.2. Mikroelemendid

Mikroelemendid toimivad organismis biokatalüsaatoritena, aidates reguleerida ainevahetusprotsesse nii linnu organismis tervikuna kui ka kudedes ja rakkudes. Viimastel aastakümnetel on kogu maailmas tunduvalt tõusnud huvi mikro- ja ultramikroelementide mõju ja kasutusvõimaluste uurimise vastu. Oluliselt on selgunud mikroelementide osa biokatalüsaatorite mitmetes funktsioonides, mistõttu neid on hakatud ka laialdasemalt kasutama.

Põllumajanduslindudele eluliselt vajalikeks mikroelementideks loetakse mangaan, raud, vask, tsink, jood, koobalt ja seleen. Organismis on nende elementide (v.a koobalt) kontsentratsioon 10^{-3} ... 10^{-6} %. Tööstuslikult valmistatud segajõusöötades tavaliselt mikroelementide defitsiiti ei täheldata, sest tehastes lisatakse mikroelemente vastavalt normidele.

Mangaan (Mn) on vajalik nii luukoe kasvuks kui ka selle mineraliseerumiseks. Mangaan mõjub noorlindude kasvule ja täiskasvanud lindude produktiivsusele, ka embrüonaalse arengu protsessidele ja vereloomeorganite tööle. Ainevahetusprotsesse mõjutab mangaan vastavate ensüümide aktiveerimisega. Mangaan määrab organismis ka C-vitamiini biosünteesi aktiivsuse ja mõjub leeliselise fosfataasi tasemele. Mangaani peamine depoo on maks. Maksast viiakse mangaan sapiga soolestikku. Mangaanivaegus pidurdab kasvu, võivad esineda halvatusnähud ja skeleti deformeerumine. Kasvaval linnul on vaeguse esimene tunnus **peroos**.

Peroos on mangaanivaeguse poolt tekitatud noorlindude, eeskätt kanabroilerite vaegushaigus. Munakanatibud ja noorlinnud haigestuvad peroosi harvemini. Haiguse puhul on teisel või kolmandal elunädalal tibudel üks, harvem mõlemad jalad kannaliigesest välja väänunud, mille põhjuseks on Achilleuse kõõluse libastumine, nn libisev kõõlus, mis ei suuda liigest moodustavaid luid omal kohal hoida. Jala väänumisele vaatamata on tibud liikuvad. Normaalse paigutustiheduse ja korraliku allapanu korral kasvavad nad ka üles. Peroosi teiseks tunnuseks on kannaliigese jämenemine. Peroosi põhjustena märgitakse erialakirjanduses peale mangaani puuduse ka mangaani ja B₄-vitamiini, koliini ainevahetushäireid. On ka teada, et mangaani omastamist söötades takistab ratsiooni suur kaltsiumi- ja fosforisisaldus (Sikk, 2005). Väljakujunenud peroos ei ole mangaani sooladega ravitav, seega on võimalik ainult sellest haigusest hoidumine söödas normidekohase mangaanitaseme hoidmise teel. Täiskasvanud linnud peroosi ei haigestu, kuid mangaani olulise defitsiidi korral langevad munemisintensiivsus, munakoore tugevus ja tibude kooruvus. Looted surevad inkubatsiooniperioodi lõpul. Mangaani soovitatav kogus lindude ratsioonis on 50...90 g tonni kohta.

Tsink (Zn) kuulub mitmete valkude, lipiidide ja süsivesikute ainevahetust stimuleerivate ensüümide ja hormoonide koostisse. Eriti oluline mõju on tsingil skeleti ja epiteelkudede arengule. Tsingi transport organismis toimub aeglaselt, kokku leidub teda lindude kehas ca 3 mg%. Ülearune tsink eraldatakse organismist sapi, kõhunäärme sekreedi ja soolenõrega. Tsingi vaeguse korral tekib mahajäämus kasvus, halveneb sulestumine. Kasvava organismi luud muutuvad lühemaks ja hapramaks, luude kaltsifikatsioon on häiritud, suguküpsus hilineb. Nahal tekib põletikulisi protsesse ning sarvestumist. Tsingi puuduse tunnus on primaarsete ja sekundaarsete lennusulgede, osalt ka sabasulgede puudulik areng. Täiskasvanud lindudel vähendab tsingi defitsiit munemisintensiivsust ja munakoore kvaliteeti, halveneb tibude kooruvus. Linnud muutuvad tundlikumaks A-avitamiinide suhtes.

Tsinki lisatakse lindude söödale tavaliselt tsinksulfaadina ja täisratsiooniliste segajõusöötade puhul tsingivaegust tavaliselt ei täheledata. Eestis kasutatavates põllumajanduslindudele soovitatavates söötmisnormides jääb tsingi kogus erinevate linnuliikide ja vanuserühmade puhul suurusjärku 40...70 g 1 tonnis söödas (Tikk, Piirsalu, 1997). Liigse tsingikoguse puhul on häiritud vase ja raua ainevahetus, pidurdub munevus. Suuremate tsingikogustega soovatakse esile kutsuda sundsulgemist.

Raud (Fe) kuulub hemoglobiini ja müoglobiini koostisse, olles seega organismis väga oluline element. Raud kuulub ka mõnede ensüümide koostisse, võtab osa hapendamis- ja taandamisreaktsioonidest ja tal on mõju perifeerse vererõhu reguleerimisele. Paljud välisautorid ei pea üldse vajalikuks lindude ratsioonile rauaühendite lisamist, sest standardsegajõusöödad sisaldavad raua küllaldaselt. On tõestatud, et väga vähesel rauasisaldusega (spetsiaalselt koostatud) ratsioonide korral langeb lindude veres kiiresti hematokriti- ja hemoglobiinitase. Munade heaks kooruvuseks peab lindude ratsiooni rauasisaldus olema vähemalt 55 g/t söödas. Rauavaene sööt põhjustab lindude sulgemist. Arvestades asjaoluga, et iga munaga väljutatakse linna organismist 1...2 mg Fe, on soovitatav siiski lisada lindude söödale ka rauapreparaate. Raud lisatakse segajõusöötadele tavaliselt raudsulfaadina kuni 250 g 1 tonni segajõusööda kohta. Lindudele on raurikkad söödad nisukliid, õlikoogid ja srotid ning loomsed söödadajad.

Raua omastamine organismi poolt sõltub väga oluliselt söödas olevate kaltsiumi, fosfori ja vase kogustest. Raua ja vase omavahelist suhet loetakse normaalseks, kui see on 7...10:1. Raua defitsiidi puhul esineb lindudel üldine nõrkus, suled kaotavad oma värvuse. Vere punalibled on normaalsest väiksemaid ja on kahvatud, sisaldades vähe hemoglobiini. Raua kandjaiks vereseerumis on transferriinid, mille tüübid on geneetiliselt determineeritud.

Vask (Cu) on organismile oluline kui katalüsaator vere loomise protsessides. Kuigi vask ise vere koostisse ei kuulu, osaleb ta hemoglobiini moodustamisel. Samal ajal leidub vaske ka ensüümides, mis osalevad skeleti mineraliseerumises, paljunemisprotsessides ja sulestiku pigmenteerumises. Vask tõstab organismi vastupanuvõimet infektsioonidele. Vase vähesus tekitab organismis verevaesust, hoolimata küllaldasest raua kogusest. Vase vaegus kajastub munemisintensiivsuse languses, munakoore halvenemises. Vaske leidub looduslikes söötades tavaliselt küllaldaselt, mistõttu tihti ei peeta tema täiendavat lisamist lindude ratsioonile isegi vajalikuks. Profülaktiliselt soovatakse lisada vaske lindude segajõusööda 1 tonni kohta 4 g (s.o 10 g vasksulfaati). CuSO_4 kogus munejate kanade söödas ei tohi ületada 0,1%, muidu langeb munevus ja õheneb munakoore. Iseloomulikuks vasevaesuse sümptomiks on aneemia, aga ka kesknärvisüsteemi häired. Vase omastamist

organismi poolt pidurdavad tsiingi, molübdeeni, väävli, kaltsiumi, seleeni ja kaadmiumi liig söödas. Viimasel ajal on leitud, et 150 g vaske tonni sööda kohta vähendab kanamunades kolesteroolisisaldust.

Jood (I) on otseselt seotud kilpnäärme talitlusega, kuuludes selles moodustuvate hormoonide koostisse. Joodi sisaldavad hormoonid reguleerivad organismis soojustekke protsesse, normaliseerivad kesknärvisüsteemi tööd, juhivad valkude, süsivesikute, rasvade ja mineraalainete ainevahetust, avaldavad mõju ka kasvule, paljunemisele ja sulgimisele. Joodivaeguse esmane tunnus on noorlindude kasvu pidurdumine, täiskasvanud lindudel avaldub see vähemärgatavalt. Joodi väga väheste sisalduse korral (10...20 µg 1 kg söödas) täheldatakse ka kooruvuse langust, loodete alakaalulisust ja koorunud tibude vähest elujõudu. Joodivaese ratsiooni korral tekib struuma, kilpnäärme mõõtmed suurenevad isegi 6...10 korda.

Lindude ratsioonidele lisatava joodi optimaalse koguse kohta on erinevaid arvamusi. Kanabroileritele on sobivaimaks joodisisalduseks 0,46...0,86 mg 1 kg sööda kohta. Tibude söödale soovitatakse joodi lisada 0,35...1,5 mg/kg, munejatele kanadele 0,4...2,4 mg/kg. Jood lisatakse tavaliselt kaaliumjodiidina (KI), kuid võib kasutada ka kaaliumjodaati KIO₃. KI on ebapüsiv ühend ja premiksi koostisesse tuleb ta lülitada stabiliseerituna. Selleks segatakse 92% KI 8% kaltsiumstearaadiga. Stabiliseerimiseks võib kasutada ka tümooli. Joodiga rikastatud munade tootmisel on kasutatud ka kaltsiumjodaati, mille abil suurendati kanamunade joodisisaldust 1,5...2,5 korda (Yalcin *et al.*, 2004).

Koobalt (Co) on koos raua ja vasega vajalik hemoglobiini ja erütrotsüütide moodustumiseks. Koobalt kuulub ka B₁₂-vitamiini koostisse. Mõningatel andmetel on lindude organismile Co vajalik ka küllaldase B₁₂-vitamiini olemasolu korral. Seda tõestab koobaltisoolade söödale lisamise kasulik mõju noorlindude kasvule, ainevahetusele, vereleomele ja ka sigimisfunktsioonidele. Kui linnu 1 g maksas leitakse alla 0,07 µg B₁₂-vitamiini, siis on tegemist terava koobaltipuudusega. Üksikutes söötades sisaldub koobaltit tavaliselt küllaldaselt, nii et selle elemendi lisamise vajadus lindude ratsioonile on mõnel määral vaieldav. Kuivõrd linnud omastavad koobaltit söötadest suhteliselt halvasti ja tema kasutamine organismi poolt sõltub paljudest teguritest, siis on meil koobalt siiski kohustuslikus korras segajõusöötadele lisatav mikroelement, kuigi sinna on lisatud B₁₂-vitamiini. Paljude uurimustega on tõestatud, et lindudele vajalik koobaltikogus 1 kg segajõusöödas on tibudele 100 µg, munakanadele 600 µg. Koobaltit võib segajõusöödale lisada sulfaadi, karbonaadi, kloriidi või nitraadina.

Seleen (Se) kuulub küll mikroelementide hulka, kuid teda normeeritakse väga väikestes kogustes. Tema bioloogiline tähtsus selgus alles 1957. a, mil tibudel E-vitamiini vaegusest põhjustatud eksudatiivset diateesi õnnestus ravida seleeni väikeste annustega. Nüüdseks on selgunud, et seleen väikestes kogustes stimuleerib, suurtes aga halvab ensüümide aktiivsust. Seleen mõjutab bioloogilisi oksüdeerimis- ja fosforileerimisprotsesse, aidates kindlustada lihaskoe normaalset toitumist. Seleen osaleb ka energia ülekandmises ühelt koelt teisele ja omab organismis ilmselt katalüütilisi funktsioone. Lindude organismis kuulub Se keerukate füsioloogiliselt aktiivsete ühendite koostisse. On kindlaks tehtud tihe füsioloogiline side E-vitamiini ja seleeni vahel. Profülaktilistes kogustes hoiab seleen ära **lihaste düstroofia** ja rasva liigse kogunemise organitesse, toimib ka kasvustimulaatorina. Eriti suur on seleeni mõju kanatibude kasvule esimesel kolmel elunädalal.

Füsioloogiliselt optimaalsete seleenikoguste vahemik on väga kitsas. Üle 5 mg seleeni 1 kg sööda kohta on lindudele juba kahjuliku mõjuga. Seleeni mürgistusnähud võivad ilmned juhul, kui söödetakse nn seleenimuldadel kasvatatud sööta. Linnud kõhnuvad, on isutud, unised, esineb sulgede väljalangemist. Esimene signaal on tibude kooruvuse langus. Seleeni toksilist mõju aitab vältida arseeni lisamine joogiveele koguses 5 mg/l.

Seleen on üks rohkem uuritud mikroelemente nii söötmissõpetuses (loomakasvatuses) kui ka toitumisõpetuses (humaanmeditsiinis) viimase kahekümne aasta jooksul. On selgitatud inimorganismi seleenivajadus, selle hankeallikad ja seleenipuudusest tingitud haigusnähud (Ward, 2003). Sama kehtib linnukasvatuses (Gill, 2003). Peamisteks küsimusringideks on seejuures anorgaanilise päritoluga seleeni (näit naatriumselenit) ja nn orgaanilise seleeni (näit seleenmetioniin) kasutamisevõimalused, aga ka kanamunade rikastamine orgaanilistes ühendites seleeniga.

1.4.3.3. Ultramikroelemendid

Ultramikroelementide rühma moodustavad elemendid, mille kontsentratsioon organismis on 10^{-6} %. Nendest olulisemad on molübdeen, arseen, ja vanaadium, millel on kindel füsioloogiline osatähtsus. Uuritud on paljusid ultramikroelemente, kuid mitmetel ei ole veel täpselt teada nende funktsioon organismis või pole nende lisamine lindude söödale andnud soovitud efekti. Osa ultramikroelemente on ka juba väikestes kogustes toksilise mõjuga. Lindudele vajalikest ning toksilistest mikro- ja ultramikroelementide kogustest annab ülevaate tabel 1.8. Kuivõrd ultramikroelemendid on õigustatult pälvinud nii teadlaste kui ka praktikute huvi, viiakse tõenäoliselt lähematel aastatel selles osas sisse muudatusi ka ametlikes söötmissõpetustes.

Tabel 1.8. Lindude mõnede makro- ja mikroelementide vajadus, talutav ja toksiline kogus (g tonnis söödas)

Mikroelement	Vajadus (kanabroilerid)	Talutav kogus	Toksiline kogus
As	–	10,0	100,0
Cd	–	0,5	5,0
Co	0,1	6,0	30,0
Cr	0,1	100,0	–
Cu	4,0	250,0	500,0
F	1,0	300,0	1000,0
I	0,35	100,0	2500,0
Fe	80,0	1600,0	2400,0
Pb	–	15,0	68,0
Mg	500,0	4000,0	8900,0
Mn	55,0	600,0	4800,0
Hg	–	5,0	20,0
Mo	0,24	5,0	10,0
Ni	0,006	60,0	700,0
Se	0,1	4,0	10,0
Si	30,0	–	–
S	200,0	–	–
V	3,0	15,0	120,0
Zn	50,0	1000,0	3000,0

Molübdeen (Mo) võtab organismis osa mitmetest ainevahetusprotsessidest, samuti rakusisese oksüdeerumisest. Lindude molübdeenitarve moodustab keskmiselt 0,5 g/t.

Tavaliselt sisaldub söötades Mo piisavalt. Mo vaeguse tunnused sarnanevad B₂-avitaminoosile. On siiski ka leitud, et sugulindude söödale on kasulik lisada molübdeeni koguses 1 g/t, siis ei väärastu tibudel nokad ega jalad. Broileritele soovitatav molübdeenikogus on 0,3 mg/kg kohta. Viimasel ajal on molübdeeniühendite lisamisega suudetud vähendada broilerite suremust ja parandada söödakasutust.

Arseeni (As) ühendeid kasutatakse veterinaarias ammustest aegadest kui toniseerivaid vahendeid. Käesoleva sajandi 40...50ndatel aastatel ilmusid USA-s esimesed teated mõningate arseeni orgaaniliste ühendite stimuleerivast mõjust põllumajanduslindude kasvule ja produktiivsusele, hiljem ka tibude kooruvusele. 45...50 mg arsenüülhappe lisamisel 1 kg kanabroilerite söödale suurenes viimaste kehamass 5%. Munejate kanade päevasele söödakogusele 5 mg As orgaanilise ühendi lisamine suurendas munevust, kuid 7-nädalase söötmise järel ületas As kontsentratsioon linnulihas inimtoiduainele lubatud piirid. Ohtlikkus kadus 5 päeva pärast söötmise lõpetamist. USA-s ja Kanadas praktiseeriti aastaid vitamiini-mineraalpremiksite koostises 3-nitro-4-oksfenüülarsoonhappe või arsenüülhappe lisamist (vastavalt 45 või 90 g/t) broilerite ja kalkunite segajõusöödale. Arseen on kumulatiivne mürk ning tuleb arvestada tema kuhjumise võimalusega lindude lihas ja munades. Kuigi As orgaanilised ühendid on palju vähem toksilised tema anorgaanilistest ühenditest, on arseeniühendite söötmisel tingimata vajalik range kontroll ja üledoseerimise vältimine. Peab arvestama, et suure koguse merest pärit söötade (kala- ja krillijahu, vetikad jne) kasutamisel võib arseen ladestuda lindude organismis. Kui lindude ja loomade organismis leidub tavaliselt 0,3...0,07 mg/kg As, siis mõnede merekalade organismis on seda isegi 3...4 mg/kg. Enamikul juhtudel ollakse seisukohal, et arseeni sisaldus lindude söödas ei tohi ületada 10 mg/kg.

Arseen on seleeni ja joodi antagonist. Seleenimürgituste korral on arseeniühenditel neutraliseeriv mõju. Seejuures suureneb arseeniühendite ratsioonile lisamisel lindude K-vitamiini tarve.

Vanaadium (V) on üks neid ultramikroelemente, mida linnud söödaga paratamatult saavad, eriti kui mineraalsööda koostisse kuuluvad looduslikud fosfaadid. Eeldatakse, et lindude füsioloogiline vanaadiumitarve on allpool 3 mg/kg. Vastavaid katseid korraldada on raske, sest taimede vanaadiumisisaldus muudab vanaadiumivaba ratsiooni koostamise keerukaks. Odra vanaadiumisisaldus on näiteks 0,3, heeringajahul 2,7 mg/kg. Katseandmeid lindude söödale V lisamise vajalikkusest on vähe. Märksa rohkem nenditakse vanaadiumi toksilist mõju. Ohtlik pole V doosini 10 mg/kg. Selline V kogus ei alandanud munemisintensiivsust, muna keskmist massi ega söödakasutust. Kogused üle 200 mg/kg põhjustavad lindude massilist hukkumist. Vanaadiumi toksilisust aitab vähendada askorbiinhappe lisamine ratsioonile.

Kroomi (Cr) füsioloogilised kogused on tavaliselt seotud transferriinidega. Kroom lülitub nukleiinhapetesse, osaledes ka valkude sünteesis. Suhteliselt palju kroomi sisaldub ka lindude lihas. Eeltoodu tõttu peetakse kroomi lindudele tingimata vajalikuks ultramikroelemendiks. Looduslikest söötadest valmistatud ratsioonis võib kroom osutada defitsiitseks ja see mõjub otseselt munavalge kvaliteedile ja Haughi ühikule. Kroom pidurdab ka vanaadiumi kahjulikku mõju. Kuni 10 mg kroomi lisamine 1 kg-le söödale suurendab usutavalt Haughi ühikut. Lindudele peetakse eluliselt vajalikuks Cr doosiks 300...500 µg/kg.

Lindudele vajalikuks ultramikroelemendiks peetakse ka **niklit (Ni)**. Organismis koguneb nikkel luudesse, maksa, aorti, põrna, neerudesse. Lindude söödale soovitatakse niklit lisada kloriidina. Soovitatavad kogused varieeruvad 0,05 kuni 5 mg/kg sööda kohta. Nikkel on lindudele suhteliselt vähemürge, toksilisust on täheldatud 70...150 mg/kg korral. Nikli liia tunnuseks on jalgade erkkollaseks muutmine ja naha dermatiit.

Ultramikroelementidest on täheldatud mõningat kasutoovat mõju lindude produktiivsusele veel ka **berülliumil (Be)**, **ränil (Si)** ja **alumiiniumil (Al)**. Be pikaajaline söötmine väikestes doosides halvendas küll söödakasutust, kuid suurendas seejuures munamassi. On ka teada, et Be läbib kiiresti lindude seedetrakti ega ladestu organismis. Letaalne doos on seetõttu suhteliselt suur ja tavalistes tingimustes sellist ei kohta. Kukkede ole letaalseks doosiks 3,715 mg 1 kg kehamassi kohta. Räni ja alumiinium suurendavad (võimalik, et alumosilikaatidetaolises koosmõjus) lindude organismi vastupanuvõimet ebasoodsatele tingimustele. Lõplikult pole Si ja Al bioloogiline roll veel selge.

Fluori (F) vajadus pole veel selge. On teada, et fluor mõjutab joodi ainevahetust. Väga vähestes kogustes leidub fluori peaaegu kõikides söötades, kuid mõnedes fosfaatides võib fluorisisaldus ulatuda kuni 4%-ni. Mineraalsöötades tuleb seetõttu fluorisisaldust arvestada, et ei esineks ülesöötmist. Linnud on fluori liia suhtes küll vähem tundlikud kui põllumajandusloomad. Maksimaalne F kogus on lindude puhul 35 mg ühe kg kehamassi kohta. Luustiku tugevdamise eesmärgil soovitatakse lindudele anda kasvuperioodil juua fluoreeritud vett. Selleks lisatakse 1 liitrile joogiveele 100...300 mg fluori. Kasvukiirusele ega lindude edasisele produktiivsusele selline lisand ei mõju. Veega joodetava fluoriga peab olema ettevaatlikum kui söödaga antava fluoriga. Söödas on talutavaks fluori koguseks 400 mg/kg. Üle selle piiri ulatuvad fluori kogused pidurdavad kasvu, alandavad munemisintensiivsust ja võivad esile kutsuda luude deformeerumist.

Ultramikroelementidest on lindude söötmisel uuritud veel ka **seatina (Pb)** ja **kaadmiumi (Cd)**, kuid pole täheldatud nende kasulikku mõju. Pb söötmisel ei mõjunud 10 ja 100 mg/kg veel halvasti, kuid kogus 1 g/kg vähendas tugevasti juurdekasvu ja suurendas söödakulu. Cd kohta on teada, et see element koguneb neerudesse, suure kontsentratsiooni korral ka maksa ja lihastesse. Tibude kasvu aeglustav mõju algab juba Cd doosist üle 5 mg/kg sööda kohta. Väikestes kogustes ei mõju Cd halvasti munemisintensiivsusele ja munakoorele. 600 mg/kg Cd alandas lindude isu ja vähendas munemisintensiivsust.

Lindude söötmisalasates uuringutes on veel vähe materjali hõbeda (Ag), volframi (W), liitiumi (Li), tina (Sn), broomi (Br), boori (B) ja elavhõbeda (Hg) kohta. Nagu viimasel kümnendil molübdeeni esilekerkimine, võib ka eeltoodud loetelust mõni elementidest lähitulevikus lindude söötmisel tähelepanu keskmeks olla.

1.4.4. Lindude vitamiinide tarve

Üks lindude segajõusöötadele lisatav bioloogiliselt aktiivsete ainete rühm on vitamiinid. Vitamiinideks nimetatakse organismi katalüsaatori ülesandeid täitvaid madalmolekulaarseid orgaanilisi aineid. Vitamiinid või nende derivaadid võtavad osa raku ainevahetuse regulatsioonist. Suure osa suhtes on kindlaks tehtud koensüümiaktiivsus (Tohver, 1977). Tänapäeval ulatub tuntud vitamiinide arv viiekümne ligedale, kuid linnukasvatases oluliste vitamiinide hulk on märksa väiksem. Tähtsamad vitamiinid ja nende nimetused on toodud tabelis 1.9.

Lindude seedetrakti mikrofloora on suuteline mitmeid vitamiine ise sünteesima. Nende arvel väheneb lindude vajadus vitamiinide järele süüda koostises. Lindude vitamiinitarvet mõjutavad geneetilised iseärasused, keskkonna temperatuur, vitamiinidega kindlustatus embrüonaalsel perioodil, vitamiinsöötade seeduvus, antivitaminide sisaldus süüdas, võimalik vitamiinide omavaheline toime, stress jne. Näiteks suurendab C-vitamiini tarvet kõrge temperatuur, B-rühma ja K-vitamiini tarvet puurispidamine. Vitamiine vajab organism väga väikestes kogustes, mistõttu neil pole nimetamisväärt energeetilist tähtsust.

Tabel 1.9. Tähtsamate vitamiinide nimetused

Vitamiin	Sünonüümid
A	retinool, akserofool, antikserofoolne vitamiin
D	ergokaltsiferool (D ₂), kolekalsiferool (D ₃), antirahhiitne vitamiin
E	tokoferool, antisteriilsusvitamiin
K	menadioon, fülokinoon (K ₁), koagulatsioonivitamin
B ₁	tiamiin, aneuriin
B ₂	riboflaviin, laktoflaviin, kasvuvitamin
B ₃	pantoteenhape, G-vitamiin, antidermatiitne vitamiin
B ₄	koliin
B ₅	PP-vitamiin, nikotiinhape, nikotiinamiid, antipellaagiline vitamiin
B ₆	püridoksiin, adermiin, antidermatiitne vitamiin I
B ₁₂	kobalamiin, tsüanokobalamiin, antianeemiline vitamiin
B ₁₅	pangaamhape
B _c	foolhape, M-vitamiin, B ₁₀ - või B ₁₁ -vitamiin
C	askorbiinhape, antiskorbutne vitamiin
H	biotiin, B ₇ -vitamiin, antidermatiitne vitamiin II
P	tsitriin, permeaablusvitamiin
U	aktiveeritud metioniin
Tähtsümbolit pole	paraaminobensoehape
Tähtsümbolit pole	mesoinositol, inosiit

Kanade ratsioonide koostamisel võetakse aluseks eksperimentaalselt kindlaksmääratud soovitusel, süütmisnormid. Tavaliselt valmistatakse segajöusöüda jaoks mineraalainetest ja vitamiinidest ühine eelsegu ehk premiks. Mikroelemendid säiluvad premiksites suhteliselt hästi, vitamiinid aga lagunevad mikroelementide juuresolekul tunduvalt kiiremini. Seetõttu soovitatakse teha mikroelementide ja vitamiinide segud eraldi. Vitamiinide säilivusele premiksites avaldavad eriti kahjulikku mõju sulfaadid ja kloriidid. Vajalik oleks kasutada seal karbonaate ja antioksidante, siis vitamiinide säilivus paraneb suuresti.

Kõik peamised vitamiinid on jaotatavad vees ja rasvas lahustuvaiks. Mõlemasse rühma kuuluvatel vitamiinidel on rühma piires üsna mitmeid ühiseid omadusi. Rasvas lahustuvaids vitamiine ladestatakse koos lipiididega maksas, vees lahustuvaids salvestab organism aga tühis koguses. Seetõttu on viimaseid vaja viia organismi iga päev. Vees lahustuvaids vitamiinid (C- ja B-grupp) on olulised komponendid erinevates ensüümides. Rasvas lahustuvaids vitamiinid mõjutavad elusrakkude ainevahetust aeglaselt ja kaudselt. Näiteks võtavad nad osa pikka toimumisaega nõudvaits protsessidest, nagu luukoe moodustumisest ja epiteelkudede tekkest. Rasvas lahustuvaids vitamiinid osalevad ka organismi kaitses infektsioonide vastu.

1.4.4.1. Rasvas lahustuvad vitamiinid

Rasvas lahustuvate vitamiinide A, D, E ja K karakterseks omaduseks on vitameeria esinemine (ühe ja sama vitamiini nimetuse all mõistetakse tervet rida üksteisest mõnevõrra erinevaid aineid erisuguste keemiliste valemitega).

A-vitamiini, retinooli leidub ainult loomsetes söötades. Taimedes esineb A-vitamiini provitamiin – karotiin. Loomorganismis moodustub A-vitamiin söödas leiduvatest karotiinidest ensümaatilisel teel peensoole seinas, maksas ja veres. Karotiin leidub ka õigesti kuivatatud rohujahus, kuid seoses sööda töötlemise ja granuleerimisega nende aktiivsus langeb. Segajõusööda komponentides A-vitamiin peaaegu puudub ja teda tuleb sinna täiendavalt lisada. A-vitamiini koguseid arvestatakse rahvusvahelistes ühikutes (RÜ). 1 RÜ A-vitamiini on võrdne 0,38 µg retinooliga, 1 µg karotinoidide või 0,68 µg β-karotiiniga. Lindude söödale lisatud A-vitamiini õige koguse kriteerium on selle vitamiini sisaldus lindude maksas ja munades. Tervete kanade maksa mõnede vitamiinide normaalne sisaldus on toodud tabelis 1.10. Haudemuna peab sisaldama 6,5...8,5 µg A-vitamiini 1 g rebus. Nimetatud kogusest kõrgemale on munarebu A-vitamiini sisaldust raske tõsta, sest see vitamiin deponeerub maksas. Kui rebus leitakse 9...10 µg 1 g rebu kohta A-vitamiini, on analüüsides tavaliselt viga.

Tabel 1.10. Vitamiinide sisaldus tervete munatõugu kanatibude ja kanade maksas mg%

Vanus päevades	A-vitamiin	E-vitamiin	C-vitamiin
1	25–30	0,55	7–10
30	70–80	1,00	15–18
60	180–200	1,40	20–23
90	230–260	1,50	×
120	250–290	×	×
150	300–400	1,60	×
330	×	1,85	25–30
360	900–1100	×	25–30
420	1000–1300	×	25–30

A-vitamiin tagab õige ainevahetuse ja talitluse kõigis epiteliaalkudedes. Esimestel elupäevadel rahuldavad tibud oma A-vitamiinitarbe jääkrebust. A-vitamiini vaeguse puhul tekivad tibel nagemishäired, **kseroftalmia**. Silmadest eraldub rähma, tekivad liikumishäired ja kasvu aeglustumine. Tibud kõhnuvad, muutuvad nõrgaks, sulestik läheb turri, käies linnud vaaruvad. Väheneb vastupanuvõime nakkushaigustele. Munejatel kanadel väheneb toodang ja halvenevad hautamistulemused.

A-vitamiinitarve suureneb sooletrakti haigestumise korral 2...3 ja stresside korral 1,5...2 korda. A-vitamiini rohkus alandab ratsioonis seleeni ja E-vitamiini mõju, mistõttu sagenevad eksudatiivse diateesi juhud. A-vitamiini liiga suurte annuste korral väheneb munatoodang ja tekib hele, peaaegu hall rebu. Linnud taluvad siiski kuni 500-kordset üledoosi.

D-vitamiini esineb looduses kahel kujul – ergokaltsiferoolina (D₂) ja kolekaltsiferoolina (D₃). Viimane on lindude organismis, võrreldes D₂-vitamiiniga, kuni 50 korda aktiivsem. Tuntakse ka vitameere D₄ (aktiveeritud 22-dehüdroergosterool) ja D₅. Vitamiin D rahvusvaheline ühik (RÜ) on 0,025 g puhast kristalset vitameeri D₃. D-vitamiini olulisim funktsioon on linnu organismi normaalse kasvuprotsessi tagamises, sest ta on seotud

kaltsiumi ja fosfori ainevahetusega. D-vitamiin aitab säilitada kaltsiumi ja fosfori normaalset taset veres ning reguleerib luude mineraliseerumist.

Taimne sööt on D-vitamiini poolest suhteliselt vaene. Kodulinnud võivad D₃-vitamiini ise sünteesida 7-dehüdrokolesteriinist päikesevalguse toimet. Puurilindudel see võimalus loomulikult puudub. Tibude ja noorlindude D-vitamiini puuduse tüüpiline tagajärg on **rahhiit**. Iseloomulikud on muutused rinnakus. See pehmeneb, liigesed paksenevad, ka noka pehmeneb. Jalgade ja tiibade luud muutuvad elastseiks. Raskeneb lindude liikumine, tüüpiliseks muutub istumine "pingviiniasendis". Munejatel kanadel halveneb tunduvalt munakoore kvaliteet, vähem märgatav on munemisintensiivsuse langus.

Lindude D-vitamiini tarve on tihedas seoses ratsiooni kaltsiumi- ja fosforisisaldusega. Kui ratsioonis pole kaltsiumi ja fosfori vahekord õige, tuleb D-vitamiini kogust suurendada. Rahhiit võib lindudel tekkida küll D-vitamiini vaegusest, kuid tihedamini on rahhiidi tekke põhjuseks siiski kaltsiumi või fosfori vaegus ja siis ei aita ka D-vitamiini lisamine söödale (Ensminger *et al.*, 1990). D-vitamiini tarve tõuseb nii nõrga kui ka kunstliku valgustuse korral. Kaerarikas ratsioon nõuab samuti D-vitamiini koguse suurendamist. Tumeda sulestikuga linnud vajavad umbes kaks korda rohkem D-vitamiini kui valge sulestikuga isendid. Üledoseerimise korral on D-vitamiin toksiline. 100...1000-kordsed annused põhjustavad neerude ja arterite lupjumist. Surmav D-vitamiini annus kanale on 50 000 RÜ.

E-vitamiini, α -tokoferooli tähtsamaid omadusi on toimimine antioksidandina, kaitses rasvhappeid, karotiini ja A-vitamiini oksüdeerumise eest. E-vitamiin takistab ka erütrotsüütide hemolüüsi ja normaliseerib hapniku tarbimist kudedes (Austic, Nesheim, 1990). E-avitamiinoosi korral võivad tekkida **eksudatiivne diatees**, **entsefalomalaatsia** (hullu tibu haigus), **lihaste düstroofia**, madal viljastatus ja kooruvus. Tuntakse α -, β - ja γ -tokoferoole, neist bioloogiliselt kõige aktiivsem on α -tokoferool. 1 RÜ E-vitamiini on võrdne 1 mg DL- α -tokoferoolatsetaadiga. Tokoferoole leidub rikkalikult taimeõlides.

E-vitamiini vaeguse korral tekivad närvisüsteemi häired, lihaste kahjustused, maksa puudulikkus. Tibudel ei ilmne vaeguse tunnuseid tavaliselt varem kui 3...4 nädala vanuselt. Tibud jäävad loiuks, mõned jalutuks, langevad küljeli, sibavad jalgadega. Raskematel juhtudel tõmbuvad kael ja pea seljale. Isasvuttidel on E-vitamiini vaeguse korral täheldatud steriilsust. E-vitamiini vaegust aitab leevendada seleen. Seleenis väheses ratsioonis suurendab omakorda E-vitamiini tarvet, samuti suurendab seda ratsiooni vähene väävlitsisaldavate aminohapete ja suur küllastumata rasvhapete sisaldus. E-vitamiini tarvet tõstavad tugevasti ka stressiolukorrad.

E-vitamiini rohkus (üle 100 mg/kg sööda kohta) suurendab lindude resistentsust mitmete nakkuste vastu. Kilpnäärme talitlushäired tekivad annuse korral 220 RÜ 1 kg sööda kohta. Toksiline doos on 2200 RÜ 1 kg sööda kohta.

K-vitamiini tähtsus seisneb vere hüübumisvõime tõstmises, stimuleerides protrombiini teket maksas. Tuntakse 7 K-vitameeri. Olulisemad neist on K₁ (α -füllokinoon), mida leidub paljudes taimedes. K₂-vitameeri sünteesitakse lindude seedetraktis (mikroobne süntees), mistõttu normaalsetes pidamis- ja söötmingimustes K-avitamiinoosi ei täheldata. On saadud ka vitameer K₃, mis on vees lahustuv, nimetusega vikasool. K-vitamiini vaegust võib mõnikord täheldada tibudel, kui sugulindude söödas oli seda vitamiini vähe. Siis on ka tibude kehas K-vitamiini varud väikesed, nende seedetrakti

mikrofloora on aga alles vähe arenenud. K-avitaminoosi võivad põhjustada ka antibakteriaalsed preparaadid, koktsidiostaatikumid, salitsülaadid ja mõned oksüdeerunud rasvhapped, mis kõik pidurdavad K-vitamiini sünteesi soolestikus. K-vitamiini vaeguse tunnuseks on vere aeglane hüübumine, mistõttu väikesedki vigastused (näiteks märgistamine) võivad muutuda eluohtlikuks. Tekivad ka verevalumid naha alla, lihastes ja kehaõõntes. Normaalseks peetakse vere hüübumist 18...20 sekundi pärast. K-avitaminoosi korral see aeg pikeneb 4...7 korda.

1.4.4.2. Vees lahustuvad vitamiinid

Vees lahustuvad vitamiinid B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, B₆, B₁₂, B_c, H ja C ei ladestu organismis, nende vähesus alandab ensüümide aktiivsust, sest nad on koensüümide otsesed eellased.

B₁-vitamiin, tiamiin on vajalik süsivesikute muutmisel rasvadeks. Organismis kuulub ta ensüüm karboksülaasi koostisse. Teda sünteesivad taimed ja mikroorganismid. B₁-vitamiin on suhteliselt vastupidav, ei oksüdeeru õhuhapniku ega valguse toimel. B₁-vitamiini vaegus viib organismis püroviinamarihappe kuhjumisele, see aga mürgitab organismi, toimides eriti kahjulikult närvitüvedesse ja ajukoosse.

Kodulindude B₁-vitamiini tarve on suurem kui koduloomadel, kuid teravat B₁-vitamiini vaegust täheldatakse harva. Vaegust võivad põhjustada mõned ravimid, mis pidurdavad tiamiini imendumist. B₁-vitamiini puudumisel tekib lindudel **polüneuriit**, mille selge tunnus on pea küljele pööramine ja üles vaatamine. Kui lindude sööt sisaldab pärmi või hüdrolüüspärmi, siis avitaminoosi peaaegu ei teki. Mittekvaliteetsetest koostisosadest segajõusööt võib B₁-avitaminoosi siiski tekitada ja selle vältimiseks näevad normatiivid ette sünteetilise B₁-vitamiini lisamist.

B₂-vitamiin, riboflaviin on üks levinumaid ja olulisemaid B-grupi vitamiine. Looduses sünteesivad B₂-vitamiini kõik rohelised taimed ja enamik mikroobe. Sellest hoolimata sisaldab enamik lindude segajõusöötade koostisosadest riboflaviini suhteliselt vähe. Head B₂-vitamiini allikad on söödapärm ja rohujahtu.

Organismis osaleb B₂-vitamiin hingamisensüümide koostises (Tohver, 1977). Noore kasvava organismi jaoks on B₂-vitamiin kasvutegur, ta vaeguse esmane tunnus on kasvu pidurdumine. Esimesel elunädalal on tibal olles haudemunadest kaasa saadud B₂-vitamiini reserv. B₂-vitamiini vaeguse korral jäävad tibud kasvus kängu, hoiavad pea ja saba tavalisest madalamal, seda nii lamades kui ka seistes. Esineb kõhulahtisust. Raskematel juhtudel tibud lamavad, üks või mõlemad jalad küljele sirutatud. Osal (10...20%) haigetest lindudest kõverduvad varbad sissepoole. Haigust nimetatakse **kõverdunud varvaste halvatus**eks. Kirjeldatud sümptomid kujunevad lindudel välja järkjärgult, 2...3 nädala jooksul. Täiskasvanud kanadel võib esineda B₂-vitamiini puuduse korral madalat tibude kooruvust ja rasvunud südant, maksa ja neerusid.

B₃-vitamiini, pantoteenhapet sünteesivad kõik rohelised taimed ja enamik mikroobe. Organismis on B₃-vitamiin koensüüm A koostisosa, olles eriti tähtis rasvhapete sünteesil ja oksüdeerumisel. Selle vitamiini vaegus on võimalik nii täiskasvanud kui ka noorlindudel. Vaeguse tunnus noorlindudel on kleepunud silmalaud ning silma- ja nokanurkadesse tekkinud pruunikad korbaid. Broilereil aeglustub juurdekasv ja sulestumine. On leitud seos B₃- ja B₁₂-vitamiini vajaduse vahel. B₁₂-vitamiinist suhteliselt vaese ratsiooni korral tõusis sugukanade B₃-vitamiini tarve. Eriti oluline on vajalik B₃-

vitamiini taseme tagamine suguvuttidele. Defitsiidi korral sageneb embrüote suremus inkubatsiooniperioodi lõpul ja loodete hemorraagia, tekib turseid ja jalgade käandumisi.

B₄-vitamiinil, koliinil on organismis mitmeid ülesandeid, tähtsaim neist on olla rasvade ainevahetuse katalüsaator. Linnud on võimelised seda vitamiini ise sünteesima, kuid intensiivse kasvu perioodil ei rahulda süntees lindude vajadusi täielikult. B₄-vitamiini vaeguse puhul ladestub rakkudesse tugevasti rasva. Vaeguse korral tibude kasv aeglustub, esineb luude kasvu häireid ja tekib haigulik seisund, nn **perooos**. Haigete tibude kõõlused pehmenevad ja paksenevad. Tibud ei suuda tõusta, nende jalad nõtkuvad liigestest. Noortele kanadele on B₄-vitamiin vajalik munade normaalseks moodustumiseks, vähendades kahe rebuga munade teket. Lindude B₄-vitamiini tarve on tihedalt seotud sööda energiasisaldusega. Kui söödas on palju metaboliseeruvat energiat, on ka koliinitarve suur. Osaliselt võib B₄-vitamiini asendada metioniin ja betaiin. Söödalisandina kasutatakse tavaliselt koliinkloriidi, mis on võrdlemisi ebapüsiv ühend. B₄-vitamiini normeerimisel pole veel täielikku üksmeelt.

B₅-vitamiinil, PP vitamiinil on organismis suur füsioloogiline osatähtsus. Ta on väga oluliste koensüümide koostisosa ja sellega seoses aitab reguleerida redutseerimis-oksüdeerimisprotsesse, süsivesikute, valkude ja rasvade ainevahetust, kontrollida närvisüsteemi, veresoontkonna ja soolestiku tööd. Looduses leidub B₅-vitamiini laialdaselt. Linnud sünteesivad seda ka ise trüptofaanist. Kui söödavalk ei sisalda küllaldaselt trüptofaani, võib tekkida B₅-vitamiini defitsiit. Lindudel võib see tekkida näiteks maisirikka ratsiooni korral. B₅-vitamiini vaegusele on iseloomulik tibude keele ja suu limaskesta põletik, keel muutub tumedaks. Tibudel aeglustub sulestumine, deformeeruvad jalad ning nahk hakkab kestendama **dermatiidi** tõttu. Eriti oluline on hoolitseda küllaldase koguse B₅-vitamiini eest tibude esimesel 30 elupäeval.

B₆-vitamiin, püridoksiin on looduses laialt levinud, teda sünteesivad rohelised taimed ja paljud mikroobid. B₆-vitamiin osaleb aminohapete ning lipiidide ainevahetuses, on oluline vereleomeprotsessis. B₆-vitamiini vajadus sõltub oluliselt ratsiooni koostisest ja suureneb valgurikka sööda korral. B₆-avitaminoosi täheldatakse harva. Sagedamini on seda esinenud noorlindudel, kui sööda proteiinisisaldus on tavalisest kõrgem. B₆-vitamiini vaeguse korral kaob lindudel isu, kasv aeglustub, pidurdub sulgede kasv. Tibud jäävad kängu, mõned liigutavad pead üles-alla. Võivad esineda krambihood, tibu rabab tiibadega, langeb külili või selili. Täiskasvanud lindudel väheneb isu, linnud kõhnuvad. B₆-vitamiin talletub organismis vaid väikestes kogustes, mistõttu teda on pidevalt vaja saada söödaga. Tarve tõuseb, kui ratsiooni valguallikaks on sojajahu.

B₁₂-vitamiin, kobalamiin on vitamiinidest ainuke, mille molekulis sisaldub metalli (4,5% Co). B₁₂-vitamiini sünteesivad ainult mikroorganismid, seetõttu moodustub teda seedetraktis. Taimsed söödad B₁₂-vitamiini ei sisalda ning väheste loomsete söötade sisaldusega ratsioon võib kergesti tekitada lindudel B₁₂-avitaminoosi. Sügavallapanul peetavad linnud saavad osa B₁₂-vitamiini ka allapanust. B₁₂-vitamiini iseloomustab kõrge bioloogiline aktiivsus. Ta mõjub vahetult valgu ainevahetusele, soodustab rasva ladestumist organismis ja A-vitamiini moodustumist karotiinist ning mõjutab glükoosi oksüdatsiooni kudedes. B₁₂-vitamiin on seotud foolhappega, stimuleerides selle üleminekut aktiivsesse vormi, mis omakorda hoiab ära pahaloomulise kehvvveresuse. Siit tuleneb ka B₁₂-vitamiini kasutamine kehvvveresuse raviks. Värskes munarebus peaks sisalduma 8,3 µg/kg B₁₂-vitamiini, avitaminoosi korral langeb see 1,8 µg/kg-ni.

B₁₂-vitamiini vähesuse korral sugulindude söödas nende munades looted hautamisel deformeeruvad ja surevad. Vastkoorunud avitaminoosetel tibudel on patoloogilisi muutusi neerudes ja düstroofilisi muutusi jäsemetes. Noorlinnud on vastuvõtlikud haigustele, aeglustub sulestumine, esineb **kare sulestik**, sekundaarsed sootunnused kujunevad välja puudulikult, veres väheneb hemoglobiini- ja erütrotsüütide sisaldus. Broileritel pidurdub B₁₂-vitamiini vaeguse korral kasv, söödakulu suureneb, nad võivad haigestuda **peroosi**. Kui broilerite sööta on rikastatud B₁₂-vitamiiniga (60 µg/kg), võib ratsioonis sisalduvat loomset valku edukalt asendada taimsega.

B_c-vitamiin, foolhape esineb rikkalikult nii taimellehtedes kui ka loomsetes kudedes ning tal on esmajärguline tähtsus aminohapete ja puriinide sünteesil. B_c-vitamiin kuulub ka vereloomet mõjutavate faktorite hulka. Defitsiidi korral väheneb veres hematokrit, seiskub linnu kasv, tekib kaelaosa paralüüs ja **aneemia**. Pärast foolhappe manustamist paranevad linnud kiiresti. B_c-vitamiini vaegusest tekkinud aneemianähud meenutavad B₁₂-vitamiini vaegusest tekkinud aneemiat, kuid ei tekita närvisüsteemi häireid. Kasvatatel lindudel on B_c-vitamiini vähesuse tunnusteks ka halb sulestumine ja naha pigmenteerumine. Vitamiini sekundaarset defitsiiti on täheldatud, kui ravimitena on manustatud foolhappe antagonistid – sulfoonamiidid ja antibiootikumid. B_c-vitamiini lisamine koguses 1,0 g/t broilerite söödale mõjus hästi lindude kasvule.

C-vitamiin, askorbiinhape kuulub tuntumate ja hästi uuritud vitamiinide hulka. Looduses leidub teda laialdaselt, peamiselt taimedes. C-vitamiini toimemehhanism organismis pole veel täielikult selgitatud. Mingil tundmatul viisil võtab ta osa tugikudede moodustumisest ja red-oks-katalüsaatorina osaleb paljudes reaktsioonides. C-vitamiin aitab leevendada A-, E-, B₁-, B₂-, B₃- ja B₁₂-vitamiini puudust. C-vitamiin oksüdeerub kergesti, mistõttu söötade kuumtöötlemisel ta hävib. C-vitamiini vaegust lindudel ei täheldata. Lindude tarbe rahuldab tavaliselt C-vitamiini süntees organismis endas. Kuigi lindudel ei tunta C-vitamiini vaeguse sümptoome, soovitatakse teda siiski mõnedel juhtudel lindude ratsioonile lisada (kuumal aastaajal ja stresside korral). Lihatoogude sugukanade söödale lisatud C-vitamiin tõstab munevust, parandab munade kvaliteeti, vähendab suremust embrüonaalperioodil ja parandab kooruvust. Kasulikuks on C-vitamiini lisamine söödale osutunud ka broilerikasvatases.

H-vitamiini, biotiini leidub tõenäoliselt kõigis taimedes ja loomades. H-vitamiini sünteesivad ka soole mikroobid. Ta võtab osa rasvhapete sünteesist ning leutsiini ja isoleutsiini lõhustamisest, on mitmete ensüümide koensüümiks. H-vitamiini puudust täheldatakse ainult lindudel, sest neil on biotiini loomulik süntees soolestikus puudulik. Allapanul peetavad linnud saavad H-vitamiini mõningal määral allapanu nokkimisega, kuid see ei osutu küllaldaseks koguseks.

H-vitamiini vaegus avaldub sagedamini kui arvatakse. Vaeguse esmane tunnus on **dermatiit**, mis osaliselt sarnaneb pantoteenhappe vaeguse korral esinevate nähtudega. H-vitamiini vähesuse korral ilmnevad esimesed nahapõletiku tunnused jalgadel, B₃-vitamiini vaeguse korral aga pea piirkonnas, suu ja silmade ümbruses. Biotiini puuduse nähud hakkavad ilmnema 3...4 nädalat pärast biotiinivaese söödaga söötmise algust. Tibudel lõhenevad varvaste alused, tekivad pruunikad korbad. Mõnedel lindudel langevad varbaotsad koos küüntega ära. Sellised varbakõnte on täheldatud biotiini puuduse läbipõdenud kalkunitel ja kanadel. Need on **peroosi** tunnused. Täiskasvanud kanadel ei lange H-vitamiini puuduse tagajärjel munatoodang, küll aga väheneb tibude kooruvus ja koorunud tibud on nõrgad. Biotiinivaestest munadest koorunud ja biotiinivaesel söödal

olnud tibude maks on suurenenud, hele. Tibud surevad pärast rebu täielikku imendumist, pärast 10. elupäeva. Sellised nähud hoiab ära H-vitamiini tase broilerite ratsioonis 75 µg/kg.

Ülalesitatud 14 vitamiini kuuluvad Eestis soovitatud põllumajanduslindude söötmisnormidesse (Tikk, Piirsalu, 1997). Tihti vitamiinide loetelusse kuuluvaid pangaamhapet, tsitriini, aktiveeritud metioniini (U-vitamiini), paraaminobensoehapet ja mesoinositooli on lindude söötmisel senini vähe uuritud ja rakendatud, mistõttu on vara rääkida nende mõjust organismi elutegevusele.

1.4.5. Lindude söödalisandid

Euroopa Liidu direktiivide 70/524/EEC ja 93/113 EEC järgi jaotatakse söödalisandid 14 rühma: A – antibiootikumid; B – antioksidandid; C – aroom- ja maitseained; D – koktsidiostaadid ja meditsiinilised ained; E – emulgaatorid, stabilisaatorid, paksendajad ja želeerivad ained; F – värvained ja pigmendid; G – säilitusained; H – vitamiinid, provitamiinid ja sarnast efekti omavad keemiliselt täpselt määratletud ained; I – mineraalelemendid; J – kasvustimulaatorid; L – sideained, paakumisvastased ained ja koagulandid; M – happesuse regulaatorid; N – ensüümid; O – mikroorganismid.

Euroopa Liidus mõistetakse söödalisandite all aineid, mis soodustavad põllumajandusloomadele ja -lindudele söödetavate söötade omastamist ja selle kaudu loomade paremat varustamist toitainetega, mõjustades seedetrakti mikrofloora arengut ning parandades söötade seeduvust ning loomade ja lindude jõudlust.

Euroopa Liidus on söötade, nende kasutamise ja turustamise kohta kehtestatud enne Eesti Vabariigi Söödaseaduse (1998) vastuvõtmist 43 direktiivi. Söödalisanditeks defineeritud ainete kohta kehtivad Euroopa Liidus viis alljärgnevat direktiivi: direktiiv 70/524/EEC (käsitleb söötades leiduvaid lisaaineid), direktiiv 93/113/EEC (käsitleb ensüümide, mikroorganismide söötades kasutamist ja tunnustamist), direktiiv 87/153/EEC (kajastab söödalisandite hindamise põhimõtteid), direktiiv 82/471/EEC (käsitleb teatud tooteid, *resp.* aminohappeid), direktiiv 83/228/EEC (teatud toodete, *resp.* aminohapete hindamise põhimõtteid). Lisaks neile on söödalisandite ametlikuks kontrolliks kehtestatud vastavad analüüsimeetodid.

1.4.5.1. Söödaensüümid

Ensüümid ehk fermentid on lindude organismis pidevalt toimuva ainevahetuse liikumapanevaks jõuks. Nende toimel lagunevad toitained seedetraktis oma ehituskomponentideks. Nüüdisajal tuntakse tuhandeid ensüümsüsteeme, mis osalevad ainevahetuses. Tegevuse üldsuunast lähtudes jaotatakse seedeensüümid suurematesse alarühmadesse:

- proteaasid – lagundavad valke aminohapeteks
- amülaasid – tärklise glükoosiks,
- tsellulaasid – toorkiu disahhariidideks,
- lipaasid – rasva rasvhapeteks.

Kui lindude seedetraktis jääb mõni ensüüm inaktiivseks, kasutatakse ka toitaineid piiratud ulatuses. Lindude söödale ensüümide lisamisest võib eeldada söödakomponentide märksa paremat omastatavust. Eriti vajalikuks võib ensüümpreparaate pidada lindude esimestel elunädalatel, mil endogeensed ensüümsüsteemid pole veel täielikult välja arenenud, samuti toorkiurikaste ratsioonide korral. Linnu organismis ei allu keskmiselt 1/3 söödaga

saadud orgaanilisest ainest seedimisele. Nende kadude vähendamine ensüümpreparaatide abil kasvõi 2...3% annab suure ökonoomilise efekti. Ensüümpreparaatide abil sööda parema kasutamise probleem on äratanud kogu maailma teadlaste ja praktikute huvi. Ensüümide intensiivne uurimine nende kasutamiseks looma- ja linnukasvatustes algas möödunud sajandi 60ndatel aastatel, Baltimaades 70...80ndatel aastatel.

Kokkuvõtlikult võib söödaensüümide kasutamise kohta katsetulemuste alusel öelda: nad parandavad üksikute söötade seeduvust; suurendavad rakukestadest tärglase ja proteiini kättesaadavust linnu enda seedesüsteemidele; vähendavad söötade spetsiifiliste inhibiitorite mõju, mis ei ole lindudel võimalik endi ensüümide abil; abistavad tunduvalt tibude ja noorlindude seedetegevust perioodil, mil nende seedeensüümide produktsioon ei ole veel täielikult välja kujunenud.

Lindude söötmisel kasutatavad ensüümpreparaadid on saadud bakterite ja seente elutegevuse tulemusena. Lindudele on proovitud sööta enamikku toodetavatest ensüümpreparaatidest. Nii kanabroileritel kui ka munejatel kanadel on saadud produktiivsuse tõus ja nenditud nende preparaatide soodsat mõju lindude ainevahetusele. Uurimistööd on tehtud arvukalt, neist põhjalikumatena väärivad nimetamist katsed maltavamoriiniga, protosubtiliini ja amülosubtiliini, tselloviridiiniga Leedus. Suhteliselt uus ja perspektiivne ensüümpreparaat on Leedus toodetav lüsoosüüm. Toodetakse teda *Bac. subtilis*e kultuurist ning kasutatakse kui resistentsust tõstvat ja soolestiku haigusi ravivat vahendit. Eeltoodu kõrval on kindlaks tehtud ka ratsiooni seeduvust tõstev toime. Viimasel ajal on Leedu ensüümitöösturid tootmisse andnud nn polüensüümid, mis sisaldavad lüsoosüümi, tsellulaasi, beetaglükonaasi, proteaase ja amülaase. Mitmeid Leedus toodetud ensüümpreparaate on kasutatud edukalt ka Eestis vutikasvatusalases uurimistöös (Mändmets jt, 1992; H. Tikk jt, 1996) ja koos probiootikumi ABP-3-ga kana- ning vutimunade tootmisel (V. Tikk jt, 1991).

Kaasajal on maailmas sadu söödaensüüme tootvaid firmasid, kes samaaegselt toodavad ka teisi söödalisandeid, mille efektiivsust linnukasvatusteadlaste poolt ulatuslikult uuritakse. Näiteks Baltimaade ja Soome 13. Linnukasvatuskongressil 2005. a. oli enamik esitatud teadustöid pühendatud söödalisanditele: fütogeenne preparaat Aviance Leedust (Sirvydis *et al.*, 2005), BIO-MOS Iirimaalt (Nollet *et al.*, 2005), sööda happelisust muutvate ainete ja botaaniliste söödalisandite mõju uurimus Lätist (Vitina *et al.*, 2005).

Alates möödunud sajandi lõpukümnest on söödaensüümid reeglipärased segajõusöötade koostisosad, mille nomenklatuur ja positiivsed mõjuvaldkonnad lindude söötmisel üha kiiremini avarduvad.

1.4.5.2. Antioksidandid

Antioksidantideks nimetatakse aineid, mis aeglustavad rasvade ja rasvas lahustuvate vitamiinide hapendumist. Kõrge kalorsusega segajõusöötade valmistamisel tuleb paratamatult kasutada loomseid ja taimseid rasvu, mis muudavad aga segajõusööda koostise vähepüsivaks. Rasvade koostis hakkab muutuma valguse, hapniku, soojust ja niiskuse mõjul. Rasvade iseenesliku oksüdeerumise tulemusena kuhjub segajõusööda lindude kasvule ja toodangule kahjulikult mõjuvaid ülihapendeid. Tekkinud ülihapendid kiirendavad omakorda rasvade, vitamiinide ja taimsete pigmentide lagunemist. Rasvade iseeneslik oksüdeerumine aeglustub lisatavate antioksidantide toimetel. Antioksidandi molekulid moodustavad aktiivsete radikaalidega ühinedes väheaktiivseid radikaale ning hapendumine kas lakkab või aeglustub tugevasti.

Antioksüdante leidub ka looduses, näiteks tokoferoolid, letsitiin, gossüpol, rutiin. Sünteetilistest antioksüdantidest on tuntumad järgmised: etoksiviin (santokviin), L-askorbiinhape, naatrium-L-askorbaat, kaltsium-L-askorbaat, 5,6-diatsetüül-L-askorbiinhape, 6-palmitüül-L-askorbiinhape, alfa-, gamma- ja delta-tokoferoolid, propüül-, oktüül- ja dodetsüülgallaadid, butüülhüdroksüanisool, butüülhüdroksütolueen. Kõiki eeltoodud antioksüdante võib linnukasvatustes (loomakasvatustes) segajäätetade koostises kasutada. Loetletud antioksüdantide maksimaalseks koguseks 1 tonnile söödale on 150 g. Mõnevõrra võib seda kogust vähendada, kui jäätetadega on taimse päritoluga letsitiine, mida sisaldavad sojakook ja -srott, pärm, liblikõielised taimed (rohujahu), kaerajahu. Antioksüdantide toime segajäätetades kestab olenevalt keskkonna temperatuurist 3...6 kuud, mille möödumisel rasvad oksüdeeruvad juba tavalisel tasemel.

1.4.5.3. Antibiootikumid

Antibiootikumid on mikroobse päritoluga ained, omades suurt füsioloogilist aktiivsust teiste mikroorganismide, nagu bakterite, viiruste, seente, ainuraksete ja teiste suhtes, pidurdades teiste mikroorganismide paljunemist. Eelkõige kasutatakse antibiootikume patogeense mikrofloora hävitamiseks, nakkushaiguste profülaktikaks ja teraapias. Juba mitu aastakümnet on lindude söödale antibiootikumide lisamisega püütud ära hoida haiguspuhanguid ning samal ajal soodsalt mõjutada ka lindude produktiivsust. Edu on sel alal saavutatud noorlindudega, sest väheneb suremus ja linnud kasutavad ka sööta paremini. Välismaal on näiteks kanabroilerite söötmisel saadud häid tulemusi nikarbasiini, monensiini, virginiamütsiini ja batsitratsiini söötmisel. Ökonoomiliselt on osutunud kasulikuks koktsidiostaatide söõtmine koos antibiootikumidega. Ilma antibiootikumideta toimetulek nõuab linnukasvatust majanditelt eelkõige kõrget tootmiskultuuri ja head sanitaarset seisundit.

Söödaantibiootikumidele on esitatud mitmeid kõrgendatud nõudeid, nad ei tohi olla lindudele toksilised, kantserogeenide omadustega ega kuhjuda organismis. Nendele nõudmistele vastas antibiootikum tsink-batsitratsiin.

Tsinkbatsitratsiin saadakse tööstuses *Bacillus licheniformis*'e elutegevuse tulemusena. Tuntakse 10 erinevat batsitratsiini fraktsiooni. Neist olulisim on batsitratsiin A, mille ehituse keerulisust näitab summaarne valem $C_{66}H_{103}O_{16}N_{17}$. Tööstuses valmistatavad söödaantibiootikumid pole tavaliselt puhtad ained, vaid sisaldavad ka biosünteesi kõrvalprodukte, nagu vitamiine, ensüüme, samuti toitekeskkonna jääke. Tsinkbatsitratsiini võib sööta munakanadele 15...100 mg, kuni 4 nädala vanustele kalkunitele ja teistele kodulindudele (välja arvatud pardid, haned, tuvid) 5...50 mg, kuni 26 nädala vanustele kalkunitele ja kuni 16 nädala vanustele teistele kodulindudele (välja arvatud pardid, haned, tuvid) 5...20 mg 1 kg täisratsioonilise segajäätetade kohta.

Spiramütsiini saadakse *Streptomyces ambofaciens*'i kultuurist või keemilisel sünteesil, soovatakse kasutada kuni 26 nädala vanustele kalkunitele jt kodulindudele (välja arvatud pardid, haned, tuvid, munakanad) 5–20 mg/kg.

Virgiiniamütsiini toodetakse aktinomütsetide *Streptomyces virginiae*, *Str. loidensis*'e, *Str. mitakaensis*'e, *Str. pristinaspiralis*'e ja *St. ostreogriseus*'e kultuuridest. Kasutatakse samas doosis samadele linnurühmadele mis spiramütsiini, kuid on lubatud ka munakanadele segajäätetades doosis 20 mg/kg. Virgiiniamütsiini kasutamine munakanade söödas (40 mg/kg) suurendas munemisintensiivsust 5,3% ja munamassi 2%. Söödakulu

vähenes sealjuures 1 kg munamassi tootmiseks 2,8%. Kanabroileritele koos segajõusöödaga söödetud virgiiniamütsiin (50 mg/kg) suurendas nende kehamassi 16%, kusjuures söödakulu vähenes 9%.

Flavofosfolipooli (kaubanduslik nimetus flavomütsiin) toodetakse aktinomütsetide *Streptomyces bambergenesis*'e, *Str. geysiriensis*'e ja *Str. ghanaensis*'e baasil. Flavofosfolipooli lisatakse munakanade segajõusöödale 2...5 mg/kg kohta, kuni 26 nädalastele kalkunitele vastavalt 1...20 mg, kuni 16 nädala vanustele kodulindudele (välja arvatud pardid, haned, tuvid) 1...20 mg/kg kohta. Kuni kuue nädala vanustele kanabroileritele lisati segajõusöödale flavofosfolipooli 100 mg/kg kohta. Katserühma lindude massi-iive suurenes 8%, söödalämmastikku kasutati 17% ja metaboliseeruvat energiat 3% paremini.

Avilamütsiin on saadud aktinomütseedi *Streptomyces viridochromogenes*'e kultuurist. Lubatakse sööta kanabroileritele 2,5...10 mg/kg segajõusööda kohta.

Eelkäsitletud viit antibiootikum – tsinkbatsitratsiini, spiramütsiini, virgiiniamütsiini, flavofosfolipooli ja avilamütsiini on lubatud Eestis kasutada lindude jõusöödashoides. Samalaadset on Euroopa Liidus uurimisstaadiumis nelja antibiootikumi – virgiiniamütsiini, tülosiinfosfaadi, spiramütsiini ja tsinkbatsitratsiini keelustamine. Loetus esimese kolme antibiootikumi keelustamisprogramm on seotud eelkõige resistentsete mikroobitüvede tekkega nimetatud antibiootikumide suhtes ja sarnaste antibiootikumide kasutamisega humaanmeditsiinis. Ka tsinkbatsitratsiini keelustamisetepanekud on otseselt seotud ta vahetu kasutamisega humaanmeditsiinis.

1.4.5.4. Lindude söödale lisatavad ravimpreparaadid

Eesti Vabariigi Söödashoides (1998) on selle rühma (D) söödashoiditena lubatud 20 nimetust, mida lühendatult iseloomustatakse tabelis 1.11. Tabelis 1.11. toodud söödashoididest dimetridasool ja nifurasool ei kuulu koktsidiostaatide hulka, ülejäänud on sünteetilised koktsidiostaadid ja nende kasutamine on küllalt täpselt määratletud.

1.4.5.5. Värvained ja pigmendid

Kanamunade rebu värvuse suunamist on uuritud rohkem kui pool sajandit. Soovitakse, et rebu oleks kuld-kollase värvusega ja arvatakse, et siis on selles ka kõige rohkem A-vitamiini. Selline arvamus ei ole teaduslikult põhjendatud. Munarebule annavad kollase värvuse põhiliselt taimsed kollased pigmendid – karotiinidid. Need jaotatakse vastavalt omadustele kahte rühma: karotiinid (lahustuvad hästi süsivesinikes) ja ksantofüllid (lahustuvad hästi etanoolis). Täpselt on teada α -, β - ja γ -karotiini struktuur ja nende A-vitamiiniks ülemineku aktiivsus. Ksantofüllidest on A-vitamiini provitamiiniks ainult krüptoksantiin. Munarebus on karotiinid ja ksantofüllid vahekorras 1:10, kusjuures β -karotiin on nõrgalt kollase värvusega, A-vitamiin aga värvusetu. Seega intensiivselt kollane rebu, mis sisaldab näiteks palju luteiini ja zeaksantiini, ei tarvitse üldse olulistes kogustes sisaldada A-vitamiini ega ta provitamiine. Kaasajal kasutatakse rebu värvuse intensiivsemaks muutmiseks peamiselt sünteetilisi värvaineid (Blanch, Hoffmann, 2000). Tavaliselt sisaldab kanamuna rebu pigment 70% luteiini, 20% zeaksantiini ja 10% krüptoksantiini. Naturaalsetest söödashoididest on ksantofüllide allikaina tuntud kollane mais, maisigluteenijahu, lutsernijahu, päevalilleõli, punane pipar jt.

Tabel 1.11. Linnukasvatustes lubatud koktsidiostaadid ja teised meditsiinilised ained ning nende lubatud sisaldusmäärad täisratsioonilistes segasöötades (Direktiiv 70/524/EEC, 1970, lühendatult)

Lisand	Linnuliik või -kategooria	Maksimaalne vanus	Sisaldus täisratsioonilises segasöödas mg/kg		Teised tingimused
			min	max	
Amproolium	Kodulinnud	–	62,5	125	1) kasutamine on keelatud alates munemise algusest ja vähemalt 3 päeva enne tapmist
Dinitolmiid	Kodulinnud	–	62,5	125	Nagu 1)
Dimetridasool	Kalkunid	–	100	200	2) kasutamine on keelatud alates munemise algusest ja vähemalt 6 päeva enne tapmist
	Pärkanad	–	125	150	
Metikloor-pindool	Broilerid	–	125	125	3) kasutamine on keelatud alates munemise algusest ja vähemalt 5 päeva enne tapmist
	Pärkanad	–	125	125	
Detsokinaat	Broilerid	–	20	40	4) kasutamine on keelatud vähemalt 3 päeva enne tapmist
Monensiin-naatrium	Broilerid	–	100	125	Nagu 4)
	Munakanatibud	16 näd	100	120	
Robenidiin	Kalkunid	16 näd	90	100	Nagu 4)
	Broilerid	–	30	60	
Ipronidasool	Kalkunid	–	50	85	Nagu 2)
	Broilerid	–	60	60	
Arprinosiid	Broilerid	–	60	60	5) kasutamine on keelatud vähemalt 5 päeva enne tapmist
	Munakanatibud	16 näd	60	60	
Lasalotsiid-naatrium	Broilerid	–	75	125	Nagu 5)
	Munakanatibud	16 näd	75	125	
Halofuginoon	Kalkunid	12 näd	90	125	Nagu 5)
	Broilerid	–	2	3	
	Kalkunid	12 näd	2	3	
Narasiin	Munakanatibud	16 näd	2	3	–
	Broilerid	–	60	70	
Salinomütsiin-naatrium	Broilerid	–	50	70	Nagu 5)
Nikarbasiin	Broilerid	4 näd	100	125	6) kasutamine on keelatud vähemalt 9 päeva enne tapmist
Nifursool	Kalkunid	–	50	75	Nagu 5)
Maduramütsiin-ammoonium	Broilerid	–	5	5	Nagu 5)
Diklasuriil	Broilerid	–	1	1	Nagu 5)
Narasiin/Nikarbasiin 1:1	Broilerid	–	80	100	Nagu 5)

Tänapäeval kasutatakse munarebu värvimiseks peamiselt sünteetilisi kollaseid ja punaseid pigmente. Eesti Vabariigi Söödaseaduse (1998) alusel võib segajöusöötadesse lisada 80 g/t kohta järgmisi karotinoide või ksantofülle: kapsantiin, beeta-apo-8-karotenaal, beeta-apo-8-karoteenhappe etülester, luteiin, krüptoksantiin, kantaksantiin, zeaksantiin,

tsitranaksantiin. Teisi söödalisandite rühmi, mis on esitatud pt. 1.4.5. alguses, lähemalt ei iseloomustata, kuna neid ei kasutata või kasutatakse vähe meie jõusöödatööstustes lindudele valmistatavates täisratsioonilistes segasöötades.

1.4.6. Lindude söötmisnormid ja segajõusöödad

1.4.6.1. Lindude söötmisnormid

Eestis kasutatavad põllumajanduslindudele soovitatavad söötmisnormid koostati aastatel 1995...1997, koostajad H. Tikk ja M. Piirsalu. Raamat "Põllumajanduslindudele soovitatavad söötmisnormid Eestis" (1997) oli tol ajal Baltimaades ainuke. Selles esitatud söötmisnorme on Eesti Linnukasvatajate Seltsi juhatus soovitanud kasutada Eestis lindudele segajõusöötade tootmisel. Söötmisnormid on esitatud 11 linnuliigi ja produktsioonisuuna kohta nii noor- kui ka täiskasvanud lindudele: valge munakoorega munakanadele, pruuni munakoorega munakanadele, lihakanadele ja kanabroileritele, kalkunitele, hanedele, partidele, muskuspardidele, farmisinikaelpartidele, vuttidele, pärlikanadele, faasanitele. Kõikide linnuliikide söötmisnormide esitamist käesoleva raamatu maht ei võimalda. Muna- ja lihakanadele soovitatavad söötmisnormid on esitatud raamatu 2.osas peatükis 2.6. Kokku on söötmisnormides iga üksiku linnurühma kohta esitatud 45 normatiivi. Põhiliselt nende normatiivide alusel toimubki Eestis lindudele täisväärtuslike (täisratsiooniliste) segajõusöötade tootmine.

1.4.6.2. Lindude söõtmine segajõusöötadega

Segajõusöödad on teaduslikult põhjendatud söötmisnormide alusel valmistatud kuivisöödasegud. Segajõusöötades on ette nähtud kõik vajalikud komponendid, mis tagavad toitainete optimaalse omastatavuse ja lindude maksimaalse produktiivsuse minimaalse söödakuluga. Oma kasutusotstarbelt jaotatakse segajõusöödad täisväärtuslikeks (täisratsioonilisteks) segajõusöötadeks, segajõusööda kontsentratsioonideks, valgu-vitamiinide-mineraalainete lisandideks ja premiksiseks.

Lindudele söödetakse segajõusöötasid kuivalt, enamikul juhtudest isukohaselt. Täisratsiooniliste segajõusöötade optimaalses koguses söömise tagab nende selline toitainetesisaldus, mis rahuldab kõikidesse eri linnuliikidesse, produktiivsuse ja vanuserühmadesse kuuluvate lindude toitainetetarbe. Kõige efektiivsemalt kasutavad põllumajanduslinnud segajõusööta granuleeritult, eriti vutid. Kuigi põllumajanduslinde söödetakse üldreeglina isukohaselt, on siiski linnuliigiti ja noorlindudel ka vastavalt vanusele välja töötatud keskmised segajõusöötade päevased kogused. Näiteks munakanad tarbivad päevas 110...115 g segajõusööta.

Segajõusööda kontsentratsioonid sisaldavad suurendatud kogustes proteiini, mineraalaineid ja vitamiine. Linnukasvatustajadele kasutatakse neid omatootetud teravilja baasil valmistatud segajõusöötade rikastamiseks. Nende keemiline koostis on tavaliselt märgitud retseptile.

Valgu-vitamiinide-mineraalainete lisandid on samuti ette nähtud kohalike söötade rikastamiseks. Tavaliselt lisatakse neid teraviljajahudele vahekorras 1:2...3.

Premiksid on segajõusöötades kasutatavad bioloogiliselt aktiivsete ainete segud, sisaldades vitamiine, mikroelemente, antibiootikume, antioksüdante, koktsidiostaate jt koos täiteainetega (peened nisukliid ja srotid). Harilikult lisatakse premiksid

segajõusöödale jõusöödatööstuses arvestusega 1% segajõusööda kogusest s.o 10 kg premiksit 1 tonnile segajõusöödale.

1.4.6.3. Lindude piiratud söötmine

Piiratud söötmist kasutatakse peamiselt noor- ja sugunoorlindude, vähem täiskasvanud sugulindude puhul.

Munakanatibude ja noorkanade üleskasvatamise edukusest oleneb suurel määral nende hilisem produktiivsus. Noorkana hakkab munema siis, kui ta suguelundid on vastavas arengujärgus ja kui ta kehamass saavutab antud liinile või krossile omase taseme. Juba 20. sajandi algusaastail leiti, et varem munema hakkavate kanade munatoodang on suurem. Peatselt taibati aga, et liiga varane munemahakkamine (120...130-päevaselt) ei ole samuti kasulik, sest munad on siis väikesed ja munatoodang jääb koguni vähemaks. Need seisukohad on maksvad nüüdisajalgi. Juhtivates kanade aretusfirmades püütakse saavutada kanade optimaalset varavalmivust ning seejuures lindude võimalikult väikest kehamassi, et seeläbi saavutada kokkuvõetud söödakulus. Varavalmivust peetakse endiselt kõrget munatoodangut tagavaks tunnuseks.

Üksikute noorlindude kehamass partii piires ei tohiks erineda üle 10%, kuid suurtootmises on see raskesti saavutatav. Seetõttu kasutatakse ühtliku ja produktiivse kanakarja saamiseks mitmesuguseid piiratud söötmise variante. Linde võib sööta ülepäeviti, vähendada isukohast söödaannust 70...75%-ni, vähendada sööda toorproteiini, metaboliseeruva energia või limiteerivate aminohapete sisaldust.

Rangemalt kui noorte munakanade üleskasvatamisel tuleb sööta limiteerida kanabroilerite põhikarja taastootmisel, aga ka põhikarja söötmisel. Noorte sugulindude päevast söödaannust piiratakse seejuures kuni 30% ja munejatel kanadel 10...15% võrreldes sellega, mida nad sööksid isukohaselt. Noorte sugulindude sööda piiramist soovitatakse alustada juba 4...5 nädala vanuselt, enamikul juhtudel ja välisfirmade soovitusel küll 8...9 nädalaselt. Sööda piiramisel tuleb aga paralleelselt jälgida lindude kehamassi vastavust antud krossile või liinile. Söötmissrežiimile lisaks rakendatakse muidugi ka vastavat valgusrežiimi. Noorkanad hakkavad selliste piirangute korral munema mõnevõrra hiljem, kuid munevad pikema munemisperioodi, munad on suuremad ja kooruvus parem kui isukohasel söötmisel.

Igapäevase sööda piiramise kõrval kasutatakse ühe või kahe näljapäeva sisseseedmist nädalas, madalakalorilist (kiudainerikast) sööta, aga ka ühe või kahe limiteeriva aminohappe piiramist söödas. Soovitatakse ka sugunoorlindude ülepäevast söötmist. Sel puhul antakse ühel päeval kahe päeva segajõusöödakogus ja järgmisel päeval riputatakse allapanusse kahe päeva norm kaera. Ülepäeviti söötmisel jätkub segajõusööda kõikidele lindudele. Järgmisel päeval on linnud kõik ühtviisi näljased ja saavad lisa vaid allapanule riputatud kaerast. Igapäevasest limiteeritud segajõusöödakogusest kõikidele, eriti linnukarja hierarhias madalamal astmel olevatele lindudele ei jätku. Ülepäeviti söötmisel on aga kanakarja kehamass ühtlikum, munemisperioodil jõutakse kiiresti tiptoodanguni ja linnud on stressoritele vastupidavamad. Muidugi peab olema anda kaerateri. Tuleb märkida, et eri maades mitmesuguste tõugude ja krossidega tehtud piiratud söötmise katsete tulemused ja nende põhjal antud soovitusel on mõnevõrra erinevad. Need sõltuvad paljus ka asjaolust, kui vanalt hakatakse noorkanade sööta piirama ja kas nad sööda piiramise algul on liinile omases standardkaalus. Kogu kasvuperioodil olgu sööda piiramise, õigemini söötmissrežiimi alus lindude kehamassi vastavus firma poolt

soovitatuga. Kui noorlinnud jäävad standardkaalust maha, tuleb sööda piiramine lõpetada. Sama kehtib tugevate stressinähtude (näiteks haiguspuhangute) puhul.

Sugunoorkanad viiakse munejate kanade söödale üle pikkamööda siis, kui nende kehamass moodustab 85...90% linile (krossile) omasest standardmassist. Kasutatakse ka üleminekuskeemi, mille kohaselt 170-päevaste noorkanade ratsioonile lisatakse 30% ja 180-päevaste ratsioonile 50% munejate kanad segajõusööta. Üleminek munejate kanade segajõusöödale lõpetatakse sel juhul 190-päevaseks.

Ka kanabroilerite põhikarjas kasutatakse enamikul juhtudel piiratud söötmist, seda peamiselt segajõusööda ja kaeraterade (ka odraterade) samaaegse söötmisega. Segajõusööt antakse ette söödaautomaatidest kas koguseliselt või kellaaajaliselt, kaer riputatakse koguseliselt allapanule. Terade andmisele, 10...20 g kana kohta päevas, tuleks ka meil suuremat tähelepanu pöörata nii lihatõugu noorkanade üleskasvatamisel kui ka sugukanade söötmisel.

1.4.6.4. Kruus lindude söödas

Lindude söötmisel ei tohi unustada ka nende kruusavajadust. Lindudel puudub efektiivne sööda purustamise võimalus juhul, kui lihasmaos puuduvad seedekivikesed (gastroliidid). Segajõusöötade ja granuleeritud segasöötade puhul seedekivikeste puudumine eriti oluliselt söödast toitaineid ja energia kättesaamist ei mõjuta, küll aga tervete või purustatud terade söötmise puhul. Kruusa või linna poolt seedekivikesteks valitud mõne teise materjali puhul lindude vabapidamisel (ekstensiivsel pidamisel) on nende seedekivikeste mass lihasmaos küllalt konstantne, sõltuvalt linna suuruselt 3...15 g. Põllumajanduslindude intensiivsel pidamisel ja täisratsiooniliste söötadega söötmisel on aga leitud, et võrreldes kruusa isukohase andmisega on ökonoomiliselt kasulik kruusakogust vähendada. Seda peamiselt asjaolu tõttu, et kruus võtab eriti lihasmaos liig palju ruumi enda alla, mistõttu sööt peenestatakse küllalt hästi, kuid seedekulga läbilaskevõime väheneb. Intensiivse pidamissüsteemi puhul soovitatakse munakanadele anda koos segajõusöödaga üks kord nädalas 5 g 3...4 mm läbimõõduga kruusakivikesi. Kanabroileritele ja munakanatibudele antakse alates 3. elunädalast samuti 5 g kruusa nädalas, kuid kivikeste läbimõõt peab olema siis 2...3 mm. Suuremate kruusakoguste ja peene või jällegi liiga jämeda kruusa söõtmine on ebaökonoomne. Seedekivikesi aitavad osaliselt asendada kaltsiumitarbe katteks söödetavad purustatud teokarbid koos nende hulgas leiduva kruusa ja liivaga.

1.4.7. Lindude joogiveetarve

Joogiveeta ja söödata suudab leghorni tõugu kana elada keskmiselt 6 päeva, joogiveeta ja söödaga 10 päeva, ainult joogiveega kuni 38 päeva. 80% elutegevuseks vajalikust veest peab lind saama joogiveega, ülejäänud moodustab söödas hangitud vesi ja nn ainevahetusvesi. 1 g rasva "põlemisel" organismis vabaneb 10,7 g, 1 g süsivesikutest 5,5 g ja 1 g proteiinist 4,1 g nn ainevahetusvett. Kui veehulk väheneb organismis tervikuna 10%, siis kutsub see esile järsu produktiivsuse languse, 20%-line vähenemine aga juba lindude surma. Lindude regulaarne jootmine puhta veega on seega üks maksimaalse produktiooni eeldusi.

Uurimistöödest selgub, et vaba juurdepääsu korral joogiveele tarvitavad puurilinnud seda liig palju, eriti munakanad. Seda püütakse seletada nende tegevusetusega, mistõttu kanad joovad vett füsioloogilisest vajadusest olenemata. Liigne joomine lahjendab seedemahlu,

mis omakorda halvendab söödakasutust, suurendab seega toodangu omahinda ja muudab ka väljaheidet vedelaks. Vedel sõnnik satub kergemini jootmissüsteemi, on raskesti kogutav, haiseb, määrab puuripõrandat ja soodustab kärbeste paljunemist. Mõnevõrra on suurem veetarbimine seotud ka lindude genotüübiga, aga ka keedusoola ülemäärase kogusega (üle 0,4%) segajõusöödas. Veetarde linnu kohta päevas on esitatud tabelis 1.12, mille alusel puuris peetava munakana kohta arvestatakse normaalsete pidamistingimuste korral 0,27 l vett päevas. Suvel, kui kanala temperatuur on kõrgem (30...35 °C), suureneb veetarde tunduvalt. Suurfarmides arvutatakse munakana veetarde järgmiselt: kui ruumi t° on 10...21 °C, on veetarde 1 kg segajõusööda kohta 2 l, kusjuures temperatuuri langedes väheneb proportsionaalselt nii joogivee kui ka söödakulu. Kõrgema t° puhul söövad linnud vähem ja joovad rohkem. Temperatuuri tõustes iga 0,56 °C võrra üle 21 °C suureneb kana veetarde 4% võrra.

Joogivee piiratud andmine on rohkem levinud munakanakasvatustes. Näiteks antakse munakanadele valguspäeva kestel 5 korda joogivett á 15 minutit, 3...3,5-tunniliste intervallidega. Kanu soovitatakse joota ka ainult hommikul ja õhtul, korraga 2 tunni kestel. Kasutatakse ka jootmissüsteemi iga 1 või 2 või 3 tunni tagant, iga kord 15 minutit. Et õige jootmissüsteem ja puhas joogivesi võivad tagada suure toodangu, see on ilmne fakt. Et aga sel puhul räägitakse toodangu tõusust, on ilmselt liialdamine. Selliste katsetulemuste puhul ei ole kasutatud jootmissüsteemi ega ka joogivesi olnud vajalikul tasemel.

Parimaks jootmissüsteemiks munakanatibudele tuleb lugeda nippeljootureid. Neid kasutades saavad linnud puhast vett ja tarbivad seda vähem kui rennjooturite puhul. Kanabroileritibud õpivad nipleid kasutama munakanatibudest märgatavalt aeglasemalt, mistõttu uuemates puuritüüpides (ka munakanatibudele) on kasutatud mitmesuguseid tassjootureid. Tassjooturite puuduseks on aga asjaolu, et linnud viivad nokaga neisse jõusööta. Surveklappidega tassjooturite puhul viib see rivist välja surveklapi ning jootur hakkab kas lekkima või ei anna vett peale. Klappideta tassjooturid peavad aga olema reguleeritud täpselt ühele nivoole neid veega varustava paagi veenivooga. Peale eeltoodu on kõik tassjooturid väga raskesti puhastatavad ja desinfitseeritavad.

Joogivee kättesaadavuse kõrval on oluline ta puhtus. P. Anderssoni (1993) poolt esitatud lindude joogivee keemilised normid on toodud tabelis 1.13. Joogivee bakterisisalduse kohta märgib ta, et bakterite üldarvu korral 100 ml-s vees üle 1000, on sellist vett kahtlane joogiveena kasutada. Kolibakterite sisaldus ei tohiks ületada 50/100 ml vee kohta.

Tabel 1.12. Põllumajanduslindude veetarve linnu kohta päevas l (Селянский и др., 1987)

Linnuliik ja vanuserühm	Keha- mass, kg	Veetarve optimaalsel temperatuuril (18...21 °C)	Suvekuudel (kui kella 13- aegne t° ulatub 38 °C-ni)	Vee ja sööda vahekord
Täiskasvanud linnud:				
munatõugu kanad	2,0	0,27	0,54	2,4:1
lihatõugu kanad	3,7	0,30	0,60	1,8:1
kalkunid	6,0	0,45	0,90	2,3:1
pardid	3,6	1,65	3,30	6,0:1
haned	7,0	1,50	3,00	4,3:1
pärilkanad	2,0	0,30	0,60	2,2:1
Munatõugu noorkanad vanuses näd.:				
1	0,06	0,01	0,02	1,4:1
4	0,25	0,06	0,12	1,8:1
8...9	0,63	0,15	0,30	1,8:1
12	0,94	0,17	0,34	1,7:1
20	1,54	0,23	0,46	1,8:1
Lihatõugu noorkanad vanuses näd.:				
1	0,06	0,02	0,04	1,8:1
4	0,60	0,10	0,20	1,8:1
8...9	1,30	0,15	0,30	1,6:1
12	2,30	0,20	0,40	1,5:1
20	3,20	0,23	0,46	1,4:1
20...22	3,30	0,24	0,48	2,6:1
Broilerid vanuses näd.:				
1	0,09	0,02	0,028	1,5:1
4	0,54	0,13	0,26	2,6:1
8...9	1,60	0,20	0,40	19,:1
Noorkalkunid vanuses näd.:				
1	0,10	0,04	0,08	2,1:1
4	0,67	0,13	0,26	2,2:1
8	1,50	0,23	0,46	2,3:1
12	2,80	0,35	0,70	2,3:1
16	3,80	0,42	0,84	2,3:1
24	4,30	0,45	0,90	2,3:1

Tabel 1.13. Lindude joogivee keemilised normid (Andersson, 1993) (mg/l)

Näitajad	Norm	Kõrge sisaldus
pH	5...9	
Raud (Fe)	<0,3	>0,5
Mangaan (Mn)	<0,2	>0,3
Kloor (Cl)	<50	>100
Sulfaadid (SO ₄)	<100	>250
Ammoonium (NH ₄)	<0,5	>1
Nitraadid (NO ₃)	<30	>45
Nitritid (NO ₂)	<0,02	>0,2
Fosfaadid (PO ₄)	<0,3	>1

1.5. Munade hautamine

1.5.1. Nõuded haudemunadele ja nende käsitlemine

Eri linnuliikide munad erinevad üksteisest suuruse, värvuse, säilituskestuse, kuju ja paljude morfoloogiliste omaduste poolest (tabel 1.14), mistõttu nende hautamise kestus ja hauderežiim on erinevad. Sel põhjusel on munade kunstlik hautamine üks keerulisemaid etappe linnuliha ja munade tootmisel üldse. Eraldi nõudeid hautamisele ja haudemunadele Euroopa Liidus kehtestatud ei ole, kuid siseriiklikult määrab selle suuremalt jaolt ära eri firmade poolt toodetud hauduri mark ja linnuliik.

Haudemunade kvaliteeti määravad põhilised tegurid on lindude põhikarja vanuseline koosseis, tervislik seisund, struktuur, nende söötmis- ja pidamistingimused, emas- ja isaslindude suhe karjas ning munade käsitlemisvõtted munemise momendist kuni haudesse asetamiseni. Haudemuna peab olema linnuliigile omase kujuga, tasane, pragudeta, ühetaolise koorega, väheliikuga rebuga, mis paikneb muna keskel. Õhuruum peab asetsema muna tõmbis otsas. Hautamiseks ei kõlba:

- linnuliigile mitteomase kujuga (ümmargused, pikaks veninud, ebakorrapärase kujuga) munad;
- koorededefektidega (mõradega, pragudega, õhukese koorega, lubikoore ebatasasuse tõttu kareda koorega) munad;
- kahe või enama rebuga munad;
- liikuga, purunenud või mujal kui muna tõmbis otsas paikneva õhuruumiga munad;
- veretäppide või mõne muu juhusliku lisandiga munad;
- väga liikuga või vastu koorealuseid kiudkesti kleepunud rebuga munad;
- rebumembraani purunemise tõttu segunenud või hallitanud sisuga munad;
- määrdunud munad;
- lootege (munade läbivalgustamisel on märgata loote arengu algust) munad;
- liiga suured ja väga väikesed munad;
- pikemat aega ilma eritingimusi rakendamata säilitatud munad, mille koor on kaotanud värsele munale omase mati varjundi ja läigib, õhuruum on suur, munakeerised ja rebu on liikuvad, munavalge on vedeldunud.

Tabel 1.14. Eri linnuliikide haudemunade tähtsamad morfoloogilised omadused

Linnuliik	Muna mass g	Muna pikem diameeter cm	Muna lühem diameeter cm	Muna kuju indeks %	Muna- koore keskmise paksus mm	Poore 1 cm ² munakoore kohta tk
Kanad	50–75	5,7–5,8	4,2–4,3	73–80	0,34–0,36	120–150
Pardid	60–105	7,1–7,9	4,5–4,8	67–76	0,38–0,40	60–80
Haned	120–200	8,6–9,2	5,6–6,1	60–70	0,50–0,55	30–50
Kalkunid	60–90	6,2–6,6	4,7–4,8	70–76	0,45–0,47	40–60
Pärilkanad	35–55	4,9	3,7	75–80	0,55–0,60	60–80
Vutid	10–13	2,9	2,2	76	0,17	–

1.5.2. Haudemunade tootmine

Hautamiseks võib mune koguda Veterinaar- ja Toiduameti poolt tunnustatud nakkusvabast farmist ja füsioloogiliselt täiskasvanud lindudelt. 2006. a oli Eestis üks lihakanade vanemkarja paljundusfarm, AS Tallegg, üks eesti vuttide aretusfarm - Eha Treieri farm ja üks vuttide tõufarm, Ülo Pullisaare Järveotsa farm, kus toodetakse haudemune tibude saamiseks. Kanadelt hakatakse haudemune võtma pärast teist munemiskuud. Haudemune tuleb püüda toota ja saada puhastena, sest seni ei ole leitud ühtegi moodust muna puhastamiseks seda kahjustamata.

Kvaliteetsete haudemunade tootmiseks tuleb (Leesment, 1977; Andersson, 1993):

1. Haudemune korjata vähemalt iga 2 tunni tagant.
2. Hoida pesad ja lindla alati heas korras.
3. Hoolitseda, et kanad ei muneks allapanule, st kindlustada küllaldane pesade arv.
4. Pesa olgu hämar ja maast mitte kõrgemal kui 60 cm.
5. Pesapinda olgu vähemalt 1 m² 100 kana kohta, individuaalpesade korral peaks olema üks pesa 5 kana kohta.
6. Puhtad ja määratud munad üksteisest eraldada.
7. Puhtad munad desinfitseerida otse lindlas, hiljemalt poolteist tundi pärast korjamist.
8. Munadele kindlustada õige säilitustemperatuur ja õhuniiskus.
9. Hoida munarestid ja muu kasutatav taara puhtana. Kasutada ühekordset taarat või taarat, mida saab pesta ja desinfitseerida.
10. Hoida munaruumis puhtust.
11. Paigutada munatõugu noorkanad lindlasse hiljemalt 120 päeva vanuselt, avada pesad, et linnud saaksid pesadega aegsasti kohaneda. Lihatõugu noorkanad paigutatakse munemiskanalasse 130...135 päevaselt.
12. Munade hea viljastatuse tagamiseks piisab munatüüpi kanadele ühest kukest 10...15 kana kohta. Lihatõugu kanadele on see suhe üks kukk 9...10 kana kohta.

Peamine haudemunade korjamise aeg on hommikupoolikul, sest enamusest munadest munetakse päeva esimesel poolel. Hautamiseks ettenähtud munad ei või nakkusohu tõttu jääda kanalasse seisma. Juba munade korjamise ajal tuleb haudeks sobivad munad panna eraldi ning viia pooleteise tunni jooksul desinfitseerimisele. Eestis kasutatakse tavaliselt formaliiniga gaasitamist, kuid uutest desinfektantidest kasutatakse Järveotsa talu Matjama vutifarmis ja OÜ-S Äntu Mõis juba loodus- ja inimsõbralikumaid Viocidi ja Virkon S-i. Tuleb kindlustada, et desinfitseeritud munad säiliksid seejärel puhastena. Kanade, kalkunite, vuttide ja pärlikanade mune kogutakse pesakastidest või puuripatareidest soojal aastaajal vähemalt iga 2 tunni tagant, hane- ja pardimune iga tunni tagant. Külmal aastaajal (mittekoetavates lindlates) tuleb kana- ja kalkunimune korjata iga poole tunni tagant, kuid hane- ja pardimune soovitatavalt kohe pärast munemist.

Välimuse järgi haudekõlbulikud munad kogutakse lindlas otse munarestidele. Haudemunadele võetakse iga kord uued puhtad munarestid, kord tarvitatud restid antakse üle tootmisfarmi. Kui kasutatakse plastmassist munareste, siis tuleb need haudejaamas enne lindlasse saatmist pesta ja desinfitseerida.

Juhul, kui haudemune ei ole vaja transportida pikkade vahemaade taha (näiteks ühest riigist teise), siis on paremaks võimaluseks haudemunade tootmisel nende paigutamine hauderestidele otse lindlas. Seejärel asetatakse eelnevalt desinfitseeritud munadega

täidetud hauderestid ratastega veokonteinerisse ja lükatakse munade hoiuruumi. Munade hoiuruumist viiakse need aga tõsteseadmega varustatud isothermilisse furgoonautosse ja saadetakse haudejaama.

Haudemunade tootmisel-käsitsemisel tuleb hoolitseda selle eest, et haudemunad ei kaotaks enne haudesse asetamist liigselt vett. Munade pakkematerjali (munarest, pappkaste) ei tohi hoida liiga kuivas ruumis, kuna üleliia ärakuivanuna absorbeerib pakend vett munadest. Õhuniiskuse jälgimiseks peab nii munade hoiuruumis kui ka papptaara ruumis olema psühromeeter. Iseäranis talvel ja suvel põuaperioodidel läheb õhk liiga kuivaks ja munad võivad kaotada tarbetult palju vett. Vastkoorunud tibu keha sisaldab 72% vett. Vee kadu haudemunadest läbi koorepooride pidurdab embrüo arenemist munas; tibud teevad küll nokaaugu kookesse, kuid ei suuda sealt väljuda, kuna munakoor on neile külge kleepunud. Palju tibusid jääb seetõttu saamata.

1.5.3. Haudemunade säilitamine

Haudemunade vanus hautamisel on eriti tähtis, sest nende vananedes pikeneb hautamise kestus (korrelatsioonikoefitsient 0,84) ja alaneb munade kooruvus. Kui haudemune on vaja säilitada lühiajaliselt, mitte üle 1...6 ööpäeva, on optimaalseks säilitustemperatuuriks +8...+15 °C suhtelise õhuniiskuse 75...80% juures. Soome teadlaste uuringu põhjal (Korkeaoja, 2005) on optimaalne kanade haudemunade säilitustemperatuur +10,5 °C suhtelise õhuniiskuse 75% juures.

Haudemunade pikemaajaliseks säilitamiseks tuleb luua eritingimused. Säilitada ei tohi kaua, sest muna kaotab läbi pooride aurumise tõttu vett ning muna mass väheneb selle tagajärjel keskmiselt 0,2% ööpäevas. Muna erikaal väheneb ning munavalge tiheneb vee aurustumise ja osalise difundeerumise tõttu rebusse. Sellega seoses suureneb rebu munavalgest difundeerunud vee arvel. Rebu kest muutub vähemelastseks ja venib välja, mistõttu rebu indeks väheneb. Hiljem hakkavad munavalge proteiinid, sealhulgas lüsoosüüm aeglaselt lagunema, mille tagajärjel munavalge kaotab bakteritsiidsed omadused. Pikaajalisel säilitamisel alaneb ilma eritingimusi loomata munade kooruvus kiiresti (tabel 1.15). Pikka aega säilitatud munadest saame vähe tibusid ja tibud on elujõuetud.

Tabel 1.15. Haudemunade pikaajalise säilitamise mõju munade kooruvusele

Munade säilitamine päevades	Munade kooruvus (%)		
	kanamunad	pardimunad	hanemunad
5	91,6	85,7	79,8
10	82,5	80,0	72,7
15	70,3	73,5	53,7
20	23,5	47,2	32,5
25	15,0	6,0	0

Peale säilitusaja mõjutavad haudemunade kvaliteeti väga oluliselt ka säilitustingimused. Haudejaama toodud munade paremaks säilitamiseks nad desinfitseeritakse, valgustatakse läbi ning haudekõlbulikud munad laotakse hauderestidele. Kana-, kalkuni-, pärllkana-, vuti- ja väiksemad pardimunad laotakse hauderestidele vertikaalselt, terav ots allapoole, suured pardi- ja hanemunad aga horisontaalselt. Täidetud hauderestid paigutatakse kas haudurisse või kärudesse ja koos kärudega lattu. Kaasaegsed uued haudurid võimaldavad kärudega munad haudurisse lükata. Kui haudemune säilitatakse enne haudesse asetamist

kauem kui 5...6 päeva, tuleb neid iga päev alates 6. päevast pöörata 90° ja hanemune 180°. Soovitav haudemunade säilitusrežiim on esitatud tabelis 1.16.

Tabel 1.16. Haudemunade säilitusrežiim

	Temperatuur °C	Suhteline õhuniiskus %
Kana- ja kalkunimunadel		
3 päeva	15...18	75...80
6 päeva	12...15	80...82
üle 6 päeva	8...12	83...85
Pardi-, hane- ja pärlikanamunadel		
3 päeva	15...18	78...80
8 päeva	12...15	80...82
üle 8 päeva	8...12	83...85

Haudemune ei tohiks hetkekski lasta jahtuda alla 10 °C. Ilma spetsiaalmeetmeid rakendamata võib kana haudemune säilitada munalaos 5...6, pardi-, vuti- ja kalkunimune 8, hanemune 10, pärlikanamune 9 päeva. Haudemunade säilivus paraneb tunduvalt, kui munad pärast munemist koheselt lindlas või munalaos jahutada 11...12 °C-ni. Pärast seda tuleks munad ümber paigutada haudetsehi munalattu. Kaasajal on linnukasvatustevõtetes vajadus suurte tibupartiide järele mõneti kasvanud ning tekkinud probleem haudemunade pikaajaliseks säilitamiseks.

1.5.4. Haudemunade pesemine ja puhastamine

Haudemune peab tootma ja koguma puhtalt. Ükskõik millise hilisema töötlemisvõttega ei saa haudemunade tootmisel ja kogumisel tehtud vigu heastada. Kana- ja vuti haudemune jätkub piisavalt ning neid ei tohiks üldse pesta. Äärmisel vajadusel võiks määratud kana- ja vuti haudemune, nende vähesuse korral, puhastada kuivalt peene liivapaberiga. Kui aga plaanitud arvu tibude tootmiseks ei jätku puhtaid pardi-, kalkuni- ja hanemune, siis ollakse sunnitud määratud mune eelnevalt pesema või peene liivapaberiga puhastama. Haudemunade pesemisel peab täitma järgmisi nõudeid (Leesment, 1977):

1. pesuvesi peab olema 10...12 °C võrra soojem kui muna sisu, kuid mitte üle 45 °C;
2. pesema peab haudemune võimalikult kohe pärast korjamist, see on enne kui mustus jõuab munakoore külge kuivada;
3. pesuveele peab lisama vastavaid pesemis- ja desinfitseerivaid aineid;
4. vett peab tihti vahetama, et vältida määratud munadega vette sattuva mikrofloora massilist paljunemist;
5. munad ei tohi olla pesuveses üle 2...3 minuti;
6. pesuvesi peab olema võimalikult rauavaba, sest üle 5 mg/l rauda sisaldav vesi soodustab *Pseudomonase* liikide paljunemist ning muna kiiret riknemist;
7. pärast pesemist tuleb munad kiiresti kuivatada.

Pestud mune on kõige lihtsam kuivatada sooja õhu voolus, mis tekitatakse elektrikalorifeeriga. Pesuvett peab vahetama arvestusega, et iga 10...15 pardi- või kalkunimuna ning iga 5...7 hanemuna kohta tuleks 1 liiter vett. Kui pesemisega arvestatakse eeltoodud nõudeid, siis munade kooruvus ei vähene, kuid pesemisega kaasneb paratamatult mõnevõrra suurem mõranenud koorega ja purunenud munade arv.

1.5.5. Haudemunade ja -inventari desinfitseerimine

Haudemunade hautamiseelne ja -aegne desinfitseerimine aitab oluliselt vähendada munakoorele sattunud mikrofloorat, mille tulemusel suureneb munade kooruvus ja väheneb loodete ning tibude mitmesugustesse nakkushaigustesse haigestumise oht. Kui haudemunade tootmisel või käsitsemisel ei ole kinni peetud vajalikest hügieeninõuetest, pole ka desinfitseerimisega võimalik munade kvaliteeti taastada.

Haudemune ja -inventari desinfitseeritakse füüsikaliselt, keemiliselt või bioloogiliselt. Enamikku desinfitseerivaid aineid kasutatakse gaasilistena, aerosoolidena või elektroaerosoolidena ja vedelikena. Füüsikaline desinfitseerimine seisneb haudemunade ja -inventari mõjutamises kõrge temperatuuri ja ultraviolettkiirgusega. Haudemune, haude- ja koorumiskappe desinfitseeritakse kõige sagedamini keemiliste ainetega, eeskätt formaliini (metanaali) auruga. Eestis kasutatakse seda OÜ Äntu Mõis ja AS Tallegg haudejaamades.

Kõrge temperatuuriga hakkasid haudemune desinfitseerima kõigepealt Kanada teadlased kanade mükoplasmoosi tõrjeks. Mükoplasmoosikandjate virulentsus kaob temperatuuril 46,1 °C. Värskest munetud muna talub esimesel haudepäeval temperatuuri kuni 47,2 °C, temperatuuril 47,4 °C loode hukkub. Seepärast tõsteti aretusfirma "Shaver" haudejaamas hauduri temperatuuri astmeliselt 46,1 °C-ni ja hoiti seda nii 10...20 minutit, millest jätkus mükoplasmoosiumide surmamiseks. Temperatuurirežiimi reguleerimine haudurites peab seejuures olema ülitäpne.

Haudemunade hautamiseelseks ja -aegseks desinfitseerimiseks kasutatakse ka mitmesuguste toimeainete aerosooli ja elektroaerosooli. Enamlevinud ja väga heade desinfitseerivate omadustega on piimhappe, piimhappe ja vesinikülihapendi segu ning heksaklorafeeni elektroaerosoolid. Eeskätt piimhappel on väga tugevad bakteritsiidsed omadused. 1 m³ õhu kohta võetakse 15...20 mg piimhapet.

1.5.6. Haudemunade transport

Eelnevalt desinfitseeritud haudemune veetakse isotermiliste eriveokitega papist munakastides või hauderestidele laotuna haudekärudes. Siis ei jahtu munad külmal aastaajal liiga palju ega külmu, soojal aastaajal aga ei hakka neis loode arenema, sest juba +27 °C juures hakkab loode arenema. Harilikult transporditakse haudemune pikkadel distantidel lennukitega, lühikeste vahemaade korral isotermiliste eriveokitega.

Transportimisel on oluline iga haudemunapartii täpne märgistamine. Munade saatelehel peaks olema ettevõtte, farmi (lindla) nimetus, tunnusnumber ja munade minemise kuupäev. Haudemunade saatmisel väljapoole oma ettevõtet tuleb lisada dokumendid lindude veterinaarse seisundi (vorm 7E) ja tõulisuse kohta. Haudemunade väljavedu teise Euroopa Liidu liikmesriiki võib teostada ettevõtte, mida on tunnustanud Veterinaar- ja Toidumet ja mille kohta on antud tunnustamisnumber. Teise liikmesriiki toimetatavad haudemunad peavad olema pärit tunnustatud ettevõtte sugulindude linnukarjast, kus neid on peetud enne teise liikmesriiki toimetamiseks veovahendile laadimist vähemalt 6 nädalat. Haudemunad peavad pärinema ettevõttest ja piirkonnast, millele ei ole lähtuvalt Euroopa Liidu või Eesti õigusaktidest tulenevalt kehtestatud kodulindude liikumist piiravat loomatauditõrje alast keeldu või kitsendust ja linnud on haudemunade veovahendile laadimise päeval terved. Juhul, kui linnukari on vaksineeritud, peab

vaktsineerimine olema läbi viidud põllumajandusministri 27. mai 2004. a määruse nr 101 nõuete kohaselt. Linde ei tohi transportida kahe nädala jooksul peale vaktsineerimist. Sugulindude linnukarja tervisliku seisundi kindlakstegemiseks teeb veterinaarjärelevalve ametnik või volitatud veterinaararst lindude kliinilise läbivaatuse 72 tundi enne haudemunade teise liikmesriiki toimetamiseks kasutatavale veovahendile laadimist ning karja lindudel ei tohi olla ühtegi lindudele nakkava loomataudi kliinilisi tunnuseid.

Teise liikmesriiki toimetatavad haudemunad peavad olema nõuetekohaselt märgistatud ja desinfitseeritud ning neid tohib teise liikmesriiki vedada üksnes ringluspakendis, mis on enne kasutamist puhastatud ja desinfitseeritud või ühekorrapakendis. Haudemune veetakse teise liikmesriiki nii, et ühes veopakendis on üksnes samast ettevõttest pärinevad ühe linnuliigi, tõu ja tüübi haudemunad. Veopakendile peab olema märgitud päritoluliikmesriik või selle piirkond, päritoluettevõtte tunnustamise number, haudemunade arv igas müügipakendis ja linnutõug, kelle haudemune teise liikmesriiki toimetatakse. Kui linnukarjas, kust haudemunad on pärit, diagnoositakse pärast haudemunade teise liikmesriiki toimetamist loomataud, mis levib ka haudemunadega, teavitatakse sellest viivitamata sihtkohaettevõtte vastutavat isikut. Teise liikmesriiki toimetatavad haudemunad peavad pärinema sugulinnukarjadest, keda on eelnevalt uuritud seroloogiliselt *Salmonella pullorum*'i ja *Salmonella gallinarum*'i suhtes teise liikmesriiki toimetamisele eelnenud kolme kuu jooksul viisil, mis tagab 95% tõenäosusega haigustekitajate avastamise, kui see esineb vähemalt 5% lindudest.

Haudemunadega peavad kuni sihtkohani olema kaasas loomatervisesertifikaat, mis on kehtestatud "Loomade ja loomsete saadustega kauplemise ning nende impordi ja ekspordi järelevalve seaduse" §46 lõike 1 alusel ning mis vastab EÜ Nõukogu direktiivi 90/539/EMÜ kodulindude ja haudemunade ühendusesisest kaubandust ning kolmandatest riikidest importimist reguleerivate loomatervishoiunõuete kohta (EÜT L 303, 31.10.1990, lk 6...28) lisas toodud näidisele. Veterinaarjärelevalve ametnik väljastab loomatervisesertifikaadi haudemunade teise liikmesriiki toimetamiseks kasutatavale veovahendile laadimise päeval ning see on kehtiv viis päeva selle väljastamise kuupäevast arvates.

1.5.7. Nõuded haudejaamadele

Haudejaam (haudetsehh) on lindude haiguste tõrje tähtsam lüli, sest seal on kõige soodsamad tingimused mikroorganismide paljunemiseks. Vajalikud veterinaarsed nõuded eeldavad ühest küljest haudejaamade spetsialiseerumist vastavalt linnuliikidele, teisest küljest haudejaama tehnoloogilise protsessi ja linnukasvatustevõtete tehnoloogia vahelist kooskõlastamist. Eesti haudejaamades hautatakse üheaegselt ligi 1 miljon muna. Juba väiksema arv infitseeritud mune võib haigustekitajatega nakatada tohutut hulka vastkoorunud tibusid. Juhuslikult sissetoodud haigustekitajate paljunemise ja nende ringlemise ärahoidmiseks on vaja, et haudejaama töötajad täidaksid kõiki hügieeni- ja veterinaarnõudeid. Peamised nõuded haudejaamadele oleksid järgmised.

1. Haudejaamas võib samaaegselt hautada vaid ühe linnuliigi mune, mis pärinevad tervetelt lindudelt.
2. Haudejaam peab asuma lindlast vähemalt 300 m kaugusel.
3. Kogu töö haudejaamas peab toimuma rangelt põhimõttel – "must" ja "puhas" pool.
4. Haudejaam peab olema ehitatud ja sisustatud nii, et seal oleks võimalik hügieeninõudeid täita. Hoonel olgu eraldi juurdepääsuteed – üks haudemunade

toomiseks, teine haudejäätmete ja tibude äraveoks. Ka sissepääsud olgu eraldi otstes või eri külgedel.

5. Haudejaamade töötajatel ja nende perekonnaliikmetel ei tohi olla mingit kontakti linnutalitajatega, nende isiklikes majapidamistes ei tohi olla kodu- ega toalinde.
6. Vähemalt üks kord aastas peab tegema haudejaamas mitte lühema kui 6-päevase profülaktilise vaheaja, et oleks võimalik puhastada ja desinfitseerida kogu hoonet ning selle sisustust, ilma et seal ei oleks haudemune või tibusid.
7. Haudejaam peab olema ehitatud selliselt, et haudesaalis oleks võimalik tagada alaline ülerõhk ja koorumissaalis pidev alarõhk.
8. Pärast iga munapartii koorumist tuleb koorumissaalis ette näha mitte vähem kui 36-tunnine profülaktiline vaheaeg.
9. Haudejaama tootmisruumid peavad olema küllaldase pindalaga kõikide tööoperatsioonide teostamiseks ning tagama tabelis 1.17 toodud mikrokliimaparameetrid.

Tabel 1.17. Haudejaama ruumide mikrokliima parameetrid

Ruumi nimetus	Tempera- tuur °C	Suhteline õhu- niiskus %	Õhu liikumis- kiirus m/sek	Valgus- tatus luksides
Munade vastuvõtu ruum	15...22	60...70	0,1...0,5	50
Munade sorteerimise ruum	18...22	60...70	0,1...0,5	50
Munade hoiuruum	8...12	75...80	0,1...0,5	10
Desokamber töörežiimil:				
formaliin	2...25	40...80	0,3...0,8	10
osoon	18	60	0,6	10
Haudesaal	20...22	50...70	0,2...0,5	30
Koorumissaal	20...22	50...70	0,2...0,5	50
Tibude sorteerimise ruum	24...26	60...65	0,2...0,5	50
Tibude hoiuruum	28...30	60...65	0,2...0,5	20
Pesemisruum	18...22	40...90	0,3...0,5	30
Abiruumid	Vastavalt üldkehtivatele nõuetele			

1.5.8. Hauderežiim

Hauderežiimi all mõistetakse loote arenemiseks vajalike tingimuste kompleksi. Lindude munad sisaldavad toitainete varu, millest jätkub lootele kogu embrüonaalse arenemise perioodiks. Loode areneb normaalselt üksnes siis, kui haudeperioodil valitseb vastav temperatuur, sobiv niiskuserežiim, hapnikku on piisavalt, haudemunad on õiges asendis ja neid pööratakse perioodiliselt.

Temperatuur. Loode areneb temperatuuril 27...43 °C. Hautamistemperatuur on normaalne, kui munades arenevate loodete füsioloogilised protsessid kulgevad soodsalt. Madalamal temperatuuril loote arenemine aeglustub, kõrgemal temperatuuril aga kiireneb. 41...43 °C temperatuuri talub loode lühikest aega. Esimestel hautamistundidel võib loode mõne minuti vältel taluda isegi 47 °C temperatuuri. Kõige eelneva juures tuleb arvestada, et niiskusest ja ventilatsiooni intensiivsusest sõltuvalt avaldab sama temperatuur lootele erinevat mõju. Sõltuvalt hauduri tüübist ja linnuliigist hautatakse linnumune temperatuuril 37...40 °C.

Õhuniiskus. Hauduri õhu niiskusesisalduse õige reguleerimine avaldab soodsat mõju hautamistulemustele. Nii liiga niiske kui ka liiga kuiv õhk põhjustavad loodete suurt suremust. Niiskus mõjutab oluliselt soojuse eraldumist munast viimasel haudeperioodil, tagab munade parema soojenemise hautamise ajal ja reguleerib loote veevahetust. Hautatavate munade massi vähenemine ning munavalge ja rebu muutused sõltuvad õhuniiskusest. Sõltuvalt linnuliigist ja hautamise kestusest peab haudekapi õhu keskmine suhteline niiskus olema haudeperioodil 50...60%, koorumisel 65...70%.

Ventilatsioon. Ventilatsioon peab tagama haudekambrite ja -kappide normaalse õhuvahetuse. Hautamise kestel tarbib loode rohkesti hapnikku ja väljutab palju süsihappegaasi. Kui hauduri õhus on hapnikku vähem kui 15...18% või süsihappegaasi üle 1%, siis loote arenemine seiskub ja loode hukkab. Hauduri õhu hapnikusisaldus peaks normaalingimustes olema 20...21% ja süsihappegaasisisaldus mitte üle 0,2...0,4%. Hauduri õhu normaalne hapnikusisaldus tagatakse 4...9 kordse õhuvahetusega tunnis. Mida rohkem on ventilatsiooniklapid avatud, seda rohkem õhku voolab läbi haudekappide. Õhk peab hauduri sees liikuma ühtlase kiirusega.

Munade asend ja pööramine. Muna koostisosadest on rebu väikseima erikaaluga, sest ta sisaldab palju rasva. Kui mune hautamisel ei pöörata või pööratakse liiga harva, siis tõuseb rebu koos areneva lootega ülespoole koorealuste kestade vastu ja loode kleepub nende külge kinni. Hautamise kestel tuleb mune seepärast iga 1...2 tunni tagant pöörata. Hautamiseks paigutatakse munad hauderestidele rõhtsalt või püsti, terav ots allapoole, koorumisrestidele rõhtsalt. Haudemunade püstasendi korral pööratakse haudereste koos munadega 45° püsttelje suhtes ühele ja teisele poole, s.t korraga 90°. Haudemunade rõhtasendi korral pööratakse neid pikitelje suhtes korraga 180°.

Hautamise näidisrežiim. Hautamise tulemused ja hauderežiimid on eri haudejaamades üsna erinevad, need sõltuvad nii linnuliigist kui ka hauduri margist. Seetõttu on toodud vaid üks näidisrežiim eri linnuliikide kohta (tabel 1.18.).

Tabel 1.18. "Universal"- tüüpi haudurite töörežiim partiide viisi täitmisel

Näitajad ja haudekapi täitmise aste	Munad				
	kana	kalkuni	pardi	hane	vuti
1	2	3	4	5	6
Haudekapp, täiskapi korral					
Temperatuur °C	37,6	37,4	37,5	37,5	37,6
Suhteline õhuniiskus %	48...52	48...52	48...52	48...52	57...59
Õhuklapi ava mm:					
sisselaskeklapil	25...30	25...30	25...30	25...30	25...30
väljalaskeklapil	12...18	12...18	12...18	12...18	12...18
Pööramiste arv ööpäevas	12...24	12...24	12...24	12...24	12...24
Poolenisti täidetud kapi korral					
Temperatuur °C	37,8	37,6	37,7	37,7	37,7
Suhteline õhuniiskus %	57...61	57...61	57...61	57...61	57...61
Õhuklapi ava mm:					
sisselaskeklapil	10...15	10...15	20...25	20...25	20...25
väljalaskeklapil	3...10	3...10	3...10	3...10	3...10
Pööramiste arv ööpäevas	12...24	12...24	12...24	12...24	12...24

Tabel 1.18. järg

	1	2	3	4	5	6
Koorumiskapis, koorumisele viimisel						
Temperatuur °C		37,4	37,3	37,2	37,2	37,2
Suhteline õhuniiskus %		54...58	54...58	54...58	54...58	47...48
Õhuklapi ava mm:						
siselaskeklapil		25...30	25...30	25...30	25...30	25...30
väljalaskeklapil		12...18	12...18	12...18	12...18	12...18
Sama massilise koorumise ajal						
Temperatuur °C		37,1	37,1	36,9	36,9	37,2
Suhteline õhuniiskus %		72	66...72	65...70	65...70	68
Õhuklapi ava mm:						
siselaskeklapil		30	30	täiesti	täiesti	30
väljalaskeklapil		18	18	avatud	avatud	18

Hautamise kestus linnuliigiti on:

Kanamunadel	21 päeva;	pärllkanamunadel	26 päeva;
kalkunimunadel	28 päeva;	hanemunadel	30 päeva;
pardimunadel	28 päeva;	vutimunadel	17 päeva.

1.5.9. Loote arengu bioloogiline kontroll

Hautamise bioloogiline kontroll seisneb munade kvaliteedi ja loote arengu süstemaatilises jälgimises. Selline kontroll võimaldab haudejaama töötajatel välja selgitada hauderežiimi mõju loote arengule ja kindlaks määrata hautatavate munade kvaliteeti. Bioloogilise kontrolli peamised võtted on järgmised:

1. munade kontroll-läbivalgustamine enne haudesse asetamist (kvaliteedi kindlakstegemiseks) ja hautamise ajal (loote arengu hindamiseks);
2. muna massi kahanemise kontrollimine;
3. arvestuse pidamine surnud lootega munade kohta haudeperioodil;
4. surnud lootega munade avamine ja nende patoloogilis-anatoomiline uurimine selgitamaks, kas arenemise kõrvalekalded on põhjustatud haudemunade madalast kvaliteedist või hauderežiimi vigadest;
5. arvestuse pidamine hautamistulemuste kohta.

Eri linnuliikide munade kontroll-läbivalgustamise optimaalsed ajad haudeperioodil on esitatud tabelis 1.19.

Tabel 1.19. Haudemunade kontroll-läbivalgustamise optimaalsed tähtajad ööpäevades

Linnuliik	Läbivalgustamised		
	I hautamise kestus	II hautamise kestus	III hautamise kestus
Munakanad	6,5	10,5	18
Lihakanad	7,0	11,0	18,5
Kalkunid	8,0...8,5	13...13,5	24,5...25,0
Pardid	7,5...8,0	12,5...13,0	24,5...25,0
Pärllkanad	8,5...9,0	13,3...14,0	24,5...25,0
Haned	9,0...9,5	14,5...15,0	27,5...28,0

Kogu munapartii läbivalgustamine on soovitatav ja vajalik kolmandal läbivalgustamisel. Esimesel ja teisel läbivalgustamisel kontrollitakse haudepartii ainult mõnda hauderestitait mune, sest kogu munapartii läbivalgustamine võtaks palju aega ning takistaks munade jahtumise tõttu loodete normaalset arengut.

Munade viljastatuse kindlakstegemiseks piisab munatõugu kanade munadel 18-tunnisest eelhautamisest. Looteketta suurus on viljastatud munadel selleks ajaks tunduvalt suurem (6...10 mm) kui viljastamata munadel. Lihatõugu kanade munade viljastatuse kindlakstegemiseks on vajalik 20-tunnine eelhautamine. Kanamunade esimesel läbivalgustamisel 6,5 päeva vanuses on selgelt nähtav veresoonte võrgustik ja tume liikuv täpp soonvälja keskel – loote silm. Kui veresoonestik on nõrgalt arenenud, on ka loote areng pidurdunud. Kui muna on läbipaistev, on see kas viljastamata või on loode surnud esimestel hautamistundidel. 2...3 päeva kestnud hautamise järel on surnud lootega kanamuna läbivalgustamisel näha vererõngas või veresaarekesed. Kanaloote normaalse arengu korral kasvab 10. haudepäeva lõpuks muna teravas otsas allantois kokku. Arengus mahajäänud loodetel ei ümbritse allantois 10. haudepäeva lõpul kogu muna sisu. 5. kuni 10. haudepäeval surnud lootega munas paistab läbivalgustamisel teravate kontuurideta tume hägune mass. 19. haudepäeval võtab hästi arenenud kanaloode enda alla 2/3 munast. Muna ei ole läbivalgustamisel läbipaistev, õhuruum on suur, selle lootepoolne piirjoon lainjas ja loote liigutused selgesti märgatavad. Eri vanuses loodete tähtsamad välistunnused on esitatud tabelis 1.20.

Hautamise bioloogiline kontroll võimaldab komplekselt hinnata haudepartii seisukorda, samuti prognoosida munade kooruvust ja tibude elujõudu. Seetõttu on vaja bioloogilise kontrolli käigus kogutud andmed ja mõõteriistade näidud kanda bioloogilise kontrolli žurnaali.

Tabel 1.20. Eri vanuses loodete tähtsamad välistunnused

Tunnused	Loote vanus päevades				
	kanad	pardid	haned	kalkunid	pärilkanad
Soonvälja teke rebule	2	2	2	2	2
Silmade pigmentatsiooni algus	3	4	5	5	6
Jäsemete algete teke	3	4	5	5	4
Allantois on nähtav	4	4	5	5	5
Suuava formeerumine	7	7	8	7	7
Tiiva tipu diferentseerumine	9	9	10	10	10
Esimeste suletüügaste algmed seljal	9	9	11	9	10
Noka lõplik formeerumine	10	12	12	11	12
Esimesed suletüügaste algmed tiibadel	11	11	14	10	12
Allantoisi ühinemine muna teravas otsas	11	13	14	13	14
Silmalaug ulatub silmaterani	11	13	14	13	13
Esimesed udusuled seljal	12	12	14	14	15
Kogu loode kattub udusulgedega	14	15	18	15	18
Silmalaud on suletud	13	20	23	18	19
Munavalge on ära kasutatud	16	21	22	20	22
Silmad on avatud	20	26	28	27	24
Rebu on tõmbunud kõhuõõnde	20	26...27	28	27	26
Munakoore läbinokkimine	20	26...27	26...29	27...28	26

1.5.10. Väärarenguga looted ja tibud

Suurem osa väärarenditest tuleneb hauderežiimi vigadest: kas järsust lühiajalisest või väiksemast pikemaajalisest temperatuuritõusust haudekapis või mõnes selle osas, hapnikupuudusest või mõnest muust veast. Tavaliselt kõrvaldatakse väärarendid koos haudejäätmatega, ilma et neid lähemalt uuritaks. Osa väärarendeid võivad olla tingitud loote arenemiseks vajaliku toitainete puudumisest sugulindude söödas ja sellest tulenevalt ka haudemunades. A-vitamiini puuduse tagajärjeks võib olla silmade puudulik areng või silmalaugude kokku kleepumine. D-vitamiini puudusel on tibel jalad nõrgad ja nende liikumine on raskendatud. K-vitamiini puudusel võib esineda verejooks nabast. B₂-vitamiini puudusel sureb osa looteid juba esimesel haudenädalal, kusjuures hukkumine on kanaloodetel kõige suurem 11. haudepäeval. Vastkoorunud B₂-vitamiini puuduse all kannatavatel tibel on üks või mõlemad jalad halvatud ja varbad konksus. E-vitamiini puudusel loode hukkub verevalumite tagajärjel. Söödast tingitud väärarendite vähendamiseks tuleb jälgida, et sugulindude sööt sisaldaks kõiki vajalikke toiteelemente, oleks põhitoitainete sisalduse poolest tasakaalus ning sobiva energia ja proteiini suhtega. Teatav osa väärarenditest omavad geneetilist alguspära. Neid esineb, vaatamata sellele, et sugulindude sööda koostis on õige ja hauderežiim optimaalne.

1.5.11. Tibude hindamine ja sorteerimine

Tibud võetakse koorumiskapist välja kuivanult, 6...14 tundi pärast massilise koorumise algust, hinnatakse (sorteeritakse) ja realiseeritakse mitte hiljem kui 18 tundi pärast sorteerimist.

Kõigepealt tibud hinnatakse ja sorteeritakse koorumissaalis korjamise ajal vaatluse ja komplemise teel mitme tunnuse alusel. Ööpäevaste tibude kvaliteedi hindamiseks kasutatakse järgmisi viise:

1. visuaalselt, väliste eksterjöör tunnuste alusel;
2. tibude kaalumist;
3. valikulist lahangut morfoloogiliseks ja biokeemiliseks analüüsiks.

Tibude välisel vaatlusel hinnatakse järgmisi näitajaid: aktiivsust, liikuvust, kõhu suurust ja seisundit ning sulestiku, pea, silmade, noka, jalgade, tiibade, nabavõru, kloaagi ja rinnakukiilu olukorda. Optimaalne aeg tibude hindamiseks on 12...18 tundi pärast koorumist, sest selleks ajaks on tibude kõik põhilised välistunnused välja kujunenud.

Vastkoorunud tibud jaotatakse põhiliselt kahte rühma: normaalsed, hästi arenenud (konditsionaalsed) ja nõrgad elujõuetud (mittekonditsionaalsed). Esimesed pannakse linnufarmidesse kasvama või müüakse elanikkonnale üleskasvatamiseks, teised utiliseeritakse koos haudejäätmatega. Normaalsed, hästi arenenud ja elujõulised tibud on liikuvad, udusulgedega hästi kattunud, seisavad tugevasti jalgadel ning on tõule ja linnuliigile omase keskmise kehamassiga. Kehaõõnde tõmbunud rebu ei ole suur, mistõttu tagakeha pole raske ega paisunud. Naba, mille kaudu rebu kõhuõõnde tõmbus, on korralikult kinni kasvanud. Kloak on roosa ja puhas. Jalad ja noka on kollase pigmendiga tibel hästi pigmenteerunud. Silmad selged, ümmargused, reljeefsed ja säravad, rinnakukiil pikk ja elastne. Nõrgad (elujõuetud) tibud ei seisa jalgadel ja on väheliikuvad, enamasti nad lamavad. Nende silmad on pooleldi suletud ja tuhmid. Tagakeha on neil tavaliselt suure jääkrebu tõttu paisunud, mõnikord ei ole rebu täielikult kõhuõõnde tõmbunud ja naba on kokku kasvamata. Jooksmed ja noka on kollase pigmendiga tõugudel kahvatud või sinakasvalged.

Realiseerimiseks ettevalmistatud tibude hindamiseks haudejaamas või linnufarmis võetakse juhusliku valiku teel erinevatest pakkimisüksustest kokku mitte vähem kui 100 tibu. Kvaliteeti hinnatakse vaatluse ja individuaalse kaalumise teel. Morfoloogiliseks analüüsiks on vaja võtta vähemalt 10...15 tibu, biokeemiliseks analüüsiks 20...25 tibu. Tibude hindamisel tuleb arvestada lindude tõulist eripära. Näiteks tervetel lihatõugu kanatibudel on võrreldes munatõuga kõht natuke suurenenud, eriti suurematest munadest koorunuil. Tibusid ei tohi praakida mingi ühe väheolulise tunnuse alusel.

1.5.12. Tibude sugupoole määramine

Nii lindude aretus- kui ka tootmiskarjades on sageli vaja määrata tibude sugupoolt. Seda on ööpäevastel tibudel märksa raskem teha kui täiskasvanud lindudel, sest soolised tunnused on välja arenemata. Valge sulestikuga munakanatibudel tehakse sugupool enamasti kindlaks nn jaapani meetodil: avatakse tibu kloaak, mille kõhtmisel küljel on kukktibudel (isaslindudel) väike kõbruke – rudimentaalne peenis. Viimase leidmiseks ja kindlakstegemiseks on vaja eri väljaõppe saanud sorteerijate kogemusi. Tibu kloaaki võib avada mitmel viisil. Enamasti võetakse tibu jalad vasaku käe teise ja kolmanda sõrme või esimese ja teise sõrme vahele. Soomääraja hoiab tibu piisava valgustustugevusega lambi valguses seljaga enda poole nii, et tibu kloaak jääb ülespoole. Tibu kael hoitakse õrnalt kolmanda ja väikese sõrme vahel. Edasi avatakse vasaku käe pöidla ja esimese sõrme ning parema käe esimese sõrmega kloaak ja püütakse leida selle kõhtmiselt seinalt rudimentaalselt peenist, mis asetseb limaskestast väljasopistuse keskel. Kogenud soomääraja määrab sellisel viisil tibude sugupoole täpsusega 96...100%. Tööjõudlus on 600...1000 tibu tunnis.

Tibude sugupoole määramisel võib kätega levitada nakkust tibult tibule. Selle ohu vähendamiseks peavad tibude sugupoole määrajad iga 100...200 tibu järel sõrmi desinfitseerima 2...3% kloramiini-, 0,5...1% nuuskiirguse- või 0,2% peräädikhappe lahuses. Selleks peaks iga töötaja tarvis olema purk desinfitseeriva vedelikuga ja pabersalvrätid sõrmede kuivatamiseks.

Kalkuni-, pardi-, lihakana- ja hanetibude sugupool määratakse enamasti samuti kui munakanatibudel. Käesoleval ajal on aretatud juba sellised munakanade ning kanabroilerite liinid ja tõud, millel kukk- ja kanatibudel on udusulgede värv erinev. Neid nn autoseksseid tibusid on võimalik sulestiku värvuse ja küünarhoosulgede kasvukiiruse järgi eristada täpsusega 99...100%.

1.5.13. Veterinaarnõuded tibude transportimisel

Transportimiseks pakitakse tibud ühekordseks kasutamiseks tehtud mõõtmetega 245×475×100 mm pappkarpidesse. Ühte karpi on sobiv pakkida 50 kana-, 32 pardi või kalkunitibu või 18 hanetibu. Karpide põhja tuleb tingimata panna pehme paber ja veidi puitvilla. Puitvilla panek karpidesse on eriti vajalik siis, kui tibud jäävad karpidesse kauemaks, 24...72 tunniks (paljudel juhtudel transporditakse tibusid pikkade vahemaade taha lennukitega). Tibude väljaheide langeb sel juhul puitvilla alla ega määri tibusid. Ööpäevaste tibude transportimiseks kasutatakse samuti mitmesuguste mõõtmetega plastmassist karpe ja kaste, millised eelnevalt peavad olema puhastatud ja desinfitseeritud. Enne transportimist ei tohiks tibusid sööta ega joota.

Euroopa Liidu teise liikmesriiki võib toimetada ööpäevaseid tibusid üksnes ettevõttest, mida on tunnustanud Veterinaar- ja Toiduamet ja mille kohta on antud tunnustamisnumber. Kui ööpäevased tibusid enne transportimist vaktsineeritakse, siis võib selleks kasutada ainult sihtkoha liikmesriigis lubatud vaktsiini. Haudejaamas, kust ööpäevased tibusid teise liikmesriiki toimetatakse ei tohi olla diagnoositud tibusid veovahendile laadimise päeval ühtegi lindudele nakkavat loomataudi ja see peab kajastuma haudejaamas peetavas arvestuses. Ööpäevaste tibusid päritolu linnukari peab olema seroloogiliselt uuritud *Salmonella pullorum*'i ja *Salmonella gallinarum*'i suhtes teise liikmesriiki toimetamisele eelnenud kolme kuu jooksul, mis tagab 95% tõenäosusega haigustekitajate avastamise, kui see esineb vähemalt 5% sugulindudest. Ööpäevaseid tibusid veetakse teise liikmesriiki toimetamise korral põllumajandusministri 27. mai 2004. a määruse nr 101 §5 lõigetes 4 ja 5 loetletud nõuete kohaselt.

2. MUNAKANA- JA KANABROILERIKASVATUS

2.1. Eesti kanakasvatuse ajaloost ja tänapäevast

XIX sajandi lõpu kanakasvatuse ulatuse ning leviku kohta täpsed andmed puuduvad, kuid on teada, et kuni XX sajandi alguseni peeti meil perenaistele "nõelaraha" saamiseks maakanu ja segaverelisi kanu.

XX sajandi algul asusid mõisnikud välismaa eeskujul oma majapidamisi reformima ning kanakarju uuendama. Mõisnike poolt imporditi väga mitmeid Lääne-Euroopas propageeritud kanatõuge: leghorne, musta ja valget minorkat, plimutrokke, orpingtone, dorkingeid, faverolle jt. Seepärast oli enne I Maailmasõda kuni 97% Eestimaa kanakarjadest maakana ning imporditud kultuuritõugude omavaheline segu (Piirsalu, 1997). Samal ajal hakati Eesti taludes kasutama kanade kontrollpesi ning võeti kasutusele lindude märgistamine. Kanu märgistati põhiliselt jala- ja tiivanumbritega.

Kui algelise kanakasvatuse perioodil ei ehitatud taludes eraldi lindlaid kanade pidamiseks, siis alates 1930-ndatest aastatest algas meil nn "üksiklindlate periood", kus kanala kõrval oli enamikul juhtudel ka kanade uiteväli. Uut hoogu andis kanakasvatusele 1904. a, mil mitmed eestlased, nagu V. Hiiop, A. Maasik, hilisem teeneline zootehnik R. Poola jt Venemaale Orlovi linnukasvatuskooli õppima läksid ja saabudes oma teadmisi kodumaal jagasid (Ruus, 1966).

Tolle aja kanakasvatuse arendamise seisukohalt olid olulise tähtsusega J. Aamisepe sulest ilmunud lühibrošüür "Kõige kasulikumad kanatõud" (Aamisepp, 1915). 1919. a asutati Eesti Linnukasvatajate Selts. Positiivselt tuleb märkida seltsi tegevust kanakasvatuse populariseerimisel, kanade tõumaterjali sissetoomisel, nõuandeteenistuse korraldamisel, kanamunade ühismüügi edendamisel ning kanade munemisvõistluste läbiviimisel. Seltsi initsiatiivil loodi 1929. a 1. novembril Kehtna kõrgema majapidamiskooli juurde kodulinnukasvatuse kontrolljaam 45 kanaga. Kontrolljaama ülesandeks sai tõulindude kontroll, söötmiskatsed ja hea tõumaterjali valik.

Eesti iseseisvuse aastatel 1918–1940 loodi kanakasvatusest, mis esimestel aastatel suutis vaevalt rahuldada siseturu nõudeid, arvestatav põllumajanduse kõrvalharu. Võrreldes muude koduloomade kasvatamisega, oli tollal rida tegureid, mis soodustasid kanakasvatuse pidevat arengut:

- kasvatuse sisseeadmine ei nõudnud siis suuri investeeringuid;
- kapitali ringkäik oli kiire, kuna kanad said täiskasvanuks 5...6 kuu vanuses;
- maa-alanõue väike – õuel ja põldudel jalutamise võimalus;
- töö ei nõudnud suurt kehalist jõudu;
- sai otstarbekalt kasutada kodumajapidamise jätteid;
- kanade sõnnik oli heaks rammusaks väetiseks;
- kanadest saadi läbi aasta enam-vähem ühtlast sissetulekut;
- kanamunad olid tollel ajal võrdlemisi kergesti turustatavad, st neile oli olemas turundudlus (Piirsalu, 1996).

Aastatel 1920–1940 suurenes kodulindude arv aastast aastasse, välja arvatud 1934. a, mil lindude arvus oli väikene tagasimine. Kui 1920. a oli meil 296,4 tuhat kana ja kukke, siis 1940. a juba 1673,5 tuhat ehk 5,7 korda enam. Kodulindude üldarvust moodustasid kanad

ja kuked 1920. a 88%, 1940. a 95%. Seega oli antud perioodil Eestimaa taludes põhiliseks linnukasvatuseks munakanakasvatus, teisi linnuliike peeti aastast aastasse alla 10%.

1921. a võib pidada murranguliseks munakaubanduse alal. Vastavalt Põllumajandusministeeriumi poolt moodustatud Põllumajanduse nõukogu otsusele 20. maist 1921. a lubati Eestist tingimisi hakata mune välja vedama. Lubati eksportida värskeid, üle 50 g kaaluvaid I ja II sordi mune. Kokku lubati eksportida 150 000 muna, kusjuures loa saanud talunik või firma pidi importima vastukaubana rasvaineid ja sööta.

Munaeksportil oli Eestis kahe maailmasõja vahelisel perioodil kanakasvatuse arengus oluline osa. Kui 1921. a veeti meilt välja 6%, 1924. a 20%, siis parimal 1934. a isegi 44% toodetud munadest.

1939. a rajati linnukasvatussaaduste tootjate ja müügiühistute keskliit "Eesti Munaeksport", mis tegeles munade eksportiga kuni 1949. a. 1940. a töötas Eestis 63 munaühistut 1800 vastuvõtupunktiga. Põhiliselt eksportiti mune Inglismaale ja Saksamaale. Juba tol ajal võeti eksportmune vastu kaalu alusel. 1939. a oli Eesti Linnukasvatavate Selts organiseerinud Eestisse 44 kanade sugulava.

II maailmasõja vallapäätmine ja sõjategevuse kandumine Eesti territooriumile 1941. a sundis paljusid maaelanikke rindelähedastest küladest ja valdadest lahkuma. Kodust ära minnes hävitati suurem osa kodulindudest. Kui veel 1940. a oli Eestis 1 400 000 kana, siis 1943. a detsembrikuus korraldatud loenduse andmeil 615 000 ja sõja lõpuks oli järele jäänud umbes 400 000 kana ehk napilt kolmandik lindudest.

Sõjakahjude likvideerimine linnukasvatuses võttis suhteliselt vähe aega ning juba aastail 1945...1949 suurenes kanamunade kogutoodang 31,4 miljonilt 108,7 miljonini. Vaatamata raskele sõjajärgsele ajale avaldas tolle aja tuntud linnukasvatuse eriteadlane V. Hiip kaks kanakasvatavatele vajalikku brošüüri "Tibude hautamine" (Hiip, 1945) ja "Nõuandeid individuaalsele kanakasvatavale" (Hiip, 1946), milles toodud põhiseisukohad veel tänaselgi päeval talu- ja kodumajapidamistes rakendamist leiavad.

Seoses põllumajanduse kollektiviseerimisega muutus olukord ka linnukasvatuses. Põllumajanduslike Ühistute Keskliit ja koos sellega Linnukasvatuseühistute Liit likvideeriti 1949. a. Juba samal aastal asutati Linnukasvatuseühistute Liidu asemele Haudejaamade ja Linnukasvatuse Trust. Põllumajanduslike Ühistute haudejaamade asemele rajati 30 riiklikku linnukasvatuse haudejaama.

II maailmasõjajärgsele linnukasvatusele Eestis pani aluse haudejaamade tootmisvõimsuste suurendamine ja nende moderniseerimine. 1950-ndate aastate algul hakati organiseerima senistest suuremate hauduritega haudejaamu ning sisustati ümber olemasolevaid. Haudejaamade mahutavuse tõstmisega kaasnes nende arvu järk-järguline vähenemine. 1959. a oli alles veel vaid 8 haudelinnukasvatusejaama, milledes hautati välja 1 705 300 tibu, sealhulgas 1 613 300 kanatibu.

Kogu Eesti NSV linnukasvatuse arengus võib II Maailmasõjale järgnenud aastatel täheldada linnukasvatustootmise kindlasuunalist liikumist tööstuslikule tootmisviisile, mille tulemusena kasvas lindude koguarv kõigis majandikategooriates. Koos kanade arvuga kasvas ka munade kogutoodang 1950. a 80,1 miljonilt munalt 192,5 miljoni munani 1960. a.

Arvestades linnarahva kasvavaid nõudmisi toidumunade järele, alustati 1956. a Tallinna lähedale Saha-Loole Eesti esimese linnuvabriku ehitamisega. Vabriku peamiseks ülesandeks oli põhiliselt pealinna elanike varustamine toidumunadega, sest lihakanade kasvatamisega siis meil veel ei tegeldud. Juba 1957. a oli vabrikus 11 600 munakana ning toodeti 1 100 000 muna ja saadi kõrvalsaadusena 32,3 tonni kanaliha. 1965. a moodustati Eesti Linnukasvatuse Valitsus, millele allutati 9 sovhoosi ja 13 linnukasvatusega tegelevat kolhoosi. Kõige olulisemaks võtteks tööstuslikule linnukasvatusele üleminekul kuuekümnendatel aastatel tuleks lugeda kanade puurispidamise kasutuselevõttu. Lindude puurispidamist kasutatakse edukalt, vaatamata "rohelistele" vastuseisule, ka veel käesoleval ajal.

Kuni 1965. aastani peeti kanu Eesti NSV kolhoosides ja sovhoosides enam-vähem võrdsel arvul. 1970. a koondati linnukasvatus juba ligi 70% ulatuses Eesti Linnukasvatuse Valitsuse spetsialiseeritud majanditesse. Kanakasvatus, nagu ka teised loomakasvatusharud, ei saanud eksisteerida ilma järjekindla tõuaretusega. Linnukasvatuse tõuaretuse organisatsioon Eesti NSV-s kujunes lõplikult välja 1968. a, mil Eesti Linnukasvatuse Valitsuse juurde moodustati Lindude Tõuaretuse Nõukogu.

Munakanakasvatuse tootmistulemuste analüüs näitab, et kõige suurem tootmismahd munatootmise osas saavutati Nõukogude Liidu koosseisus olemise perioodil 1989. a, mil meil toodeti 600 100 000 muna. Iga Eestimaa elaniku kohta toodeti 1990. a üle 360 muna, millega olime Euroopas Hollandi, Ungari ja Belgia (koos Luksenburgiga) järel 4. kohal.

Seoses Eesti taasiseseisvumisega ning linnukasvatustes toimunud erastamisprotsessiga kolhoosid, sovhoosid, linnuvabrikud ja teised riiklikud linnukasvatustettevõtted privatiseeriti. Likvideeritud suurmajandite baasil tekkis esialgu 17 munakanakasvatusega tegelevat aktsiaseltsi, ühistut ja osäühingut. Kanakasvatuse taandareng algas Eestis aastatel 1992...1993. Taasiseseisvumisperioodi algul võis oletada, et kolhooside-sovhooside suurtootmise lõppedes on just talud ja elanikkonna majapidamised need tootmisüksused, kus säilib kanakasvatus ja areneb turu nõudlusele vastav kaubatootmine. Juhtus aga teisiti. Juba aastaks 1995 lõpetas enamik talunikke ning elanike majapidamisi vabaturu konkurentsis turu tarvis munakanade pidamise, kuid oma pere tarbeks peetakse neis kanu jt. linde praeguseni. Osa seni hästi töötanud kanafarme ei leidnud võimalusi ja vahendeid tootmise organisatsioonilisteks ja majanduslikeks ümberkorraldusteks ning pankrotistusid. 1. jaanuaril 2007. a oli meil säilinud veel vaid 7 munatootmistettevõtet.

Lisaks kodumaisele konkurentstile, mille põhjustas asjaolu, et kanakasvatustes oli tootmisvõimsusi kõvasti üle kohalike vajaduste, mõjutas munatootmist oluliselt ka sisseveetav toodang, kuna Eesti Valitsuse otsusega tühistati alates 1992. a maikuust piirangud põllumajandussaaduste eksportimisel ja importimisel. Ainukeseks kehtivaks maksuks kaupade sisseveol oli tollioperatsiooni tasu, mis moodustas ainult 0,5% kauba deklareeritud maksumusest. Selle tulemusena Venemaa ja Ukraina odavad dumpinghindadega sissetoodud kanamunad vallutasid meie siseturu.

Oluliseks ettevõtmiseks sellel perioodil oli 1989. a lõpul taaselustatud Eesti Linnukasvatajate Seltsi tegevuse jätkamine. Esimesel, 1990. tegevusaastal koondus seltsi ligi 200 üksikliiget ning 21 kollektiivset toetajaliiget. Aastatel 1990...1992 korraldati seltsi eetvedamisel mitmeid erinevaid seminare ja nõupidamisi, kus põhiliseks arutelu objektiks oli munakanakasvatus, sest teisi linde oli linnukasvatustettevõtetes säilinud väga vähe. Eesti Linnukasvatajate Seltsi ettevõtmisel alustati esimestena tolleaegses

Nõukogude Liidus 1990. a Põltsamaal linnulaatade läbiviimisega, kus põhiliseks müügiartiklikiks olid munakanatibud. 2005. a toimus see koos lindude näitusega viimast korda, sest Veterinaar- ja Toiduamet keelustas massiüritused linnugripi ohu tõttu. 1993.a alustati Baltimaade ja Soome linnukasvatuskonverentside korraldamisega.

Munade kogutoodang on Eestis aasta-aastalt vähenenud. Kui veel 2002. a toodeti meil 252,8 miljonit, siis 2005. a vaid 197,6 ja 2006.a 171,9 miljonit muna. 2002. a toodeti meil iga elaniku kohta 186 muna, mis kattis munade tarbe, 2005. a toodeti iga eestimaalase kohta 155 muna, millega enam munade omatarvet ei kaetud.

Linnuliha tootmisele on viimasel ajal olulist mõju avaldanud linnugripi kartus ning AS Tallegg 2005. a esinenud salmonelloosipuhang. Linnuliha kogutoodang oli 2002. a 11,5, 2005. a 13,8 ja 2006.a 12,5 tuhat tonni. Iga eestimaalase kohta toodeti 2002. a 8,5, 2005.a 10,3 ja 2006.a 9 kg linnuliha. Eesti linnulihatoodang saadakse peaaegu 100% kanabroileritelt ja prakeeritud kanadelt. Elaniku kohta tarbiti Eestis 2002.a 21, 2006.a 17,4 kg linnuliha. Seega eelistab tarbijaskond sissetoodud odavat importlinnuliha.

2.2. Kanade eellased ja kodustamine

Esimesed andmed kodustatud põllumajanduslindude kohta ulatuvad kaugele eelajaloolisse aega. Arheoloogiliste väljakaevamistega on tõestatud, et hane ja kana tunti kodulindudena juba 4. aastatuhandel e.m.a. Viimaste arheoloogiliste väljakaevamiste andmed Hiinas viitavad kanade kodustamisele veelgi varasemal ajal – 5400 a e.m.a. Väljakaevamistel Indias Induse orus leiti, et juba 2500...2100 a e.m.a. peeti seal kanu, esialgu küll kultuse- ja võitluslindudena. Ka mõnevõrra varem, 3250 a e.m.a. pärinevate kultusobjektide väljakaevamisel Indias on leitud materjale kanade kodustamise kohta. 2000 a e.m.a. ehitatud hauakambrites Egiptuses leidub jooniseid kanadest.

Kana kodustamise paigaks peetakse Kagu-Aasiat ja tema eellaseks veel tänapäevalgi Indias, Sri Lankal ja Malai saarestiku džunglites metsikuna elutsevat punast džunglikana (bankiva kana) *Gallus gallus* L. Veel möödunud sajandi lõpul arvati, et kodukana (*Gallus gallus domesticus*) eellasteks olid ka teised metsiku džunglikana liigid: tseiloni džunglikana (*Gallus lafayetti* Lesson), hall džunglikana – *Gallus sonnerati* Temminck) ja roheline džunglikana – *Gallus varius* Shaw). Molekulaargeneetika rakendamise tulemusena ollakse nüüd ühisel arvamisel, et kodukana ainukeseks eellaseks on punane džunglikana *Gallus gallus* L. Seejuures jaotavad mitmed uurijad punase džunglikana kui liigi 9ks alamliigiks, neist viis tähtsamat on esitatud alljärgnevalt:

Kotšin – Hiina või Indoneesia punane džunglikana – *Gallus gallus gallus* L.;
Jaava punane džunglikana, bankiva kana – *Gallus gallus bankiva* Temminck;
Tonkingi punane džunglikana – *Gallus gallus jabouillei* Delacour, Kinnear;
India punane džunglikana – *Gallus gallus murghi* Robinson, Kloss;
Birma punane džunglikana *Gallus gallus spadicens* Bonnaterrre.

Punase džunglikana sulestiku värvus on varieeruv, põhilised on siiski punased ja kuldsed toonid. Emaslind kaalub 500...700, isaslind kuni 1200 g. Punased džunglikanad lendavad hästi, kuigi veedavad palju aega põõsastikes. Aastas munevad emaslinnud 1...2 kurna 4...13 munaga.

Indiast levisid kodukanad Hiinasse, Egiptusesse, Iraani. Euroopasse toodi kanad üle Bütsantsi umbes 500...400 aastat e.m.a. Rooma kirjanik Columella (I sajand) nimetab oma teoses "De re rustica" juba mitut kanatõugu. Ameerikasse viisid kanad eurooplased. Keskajast on teada, et kreeklased pidasid kanu oma Musta mere äärsetes kolooniates ning et slaavlased kasutasid kukkesid kultuslindudena. Venemaale sattusid kanad Iraanist ja Bütsantsist. Arvatakse, et mitmetes maades oli kanakasvatuse edenemise põhjuseks elanikkonna huvi kukevõitluse vastu. Alles hiljem õpiti hindama kanade munemisintensiivsust ja maitstvat liha.

Aegade vältel on kodukanast aretatud üle saja majandusliku väärtusega kanatõu. Hinnatud on neid eri aegadel erinevalt. Näiteks XIX sajandil olid kõige populaarsemad kanatõud kotšin ja braama.

2.3. Kanade geneetika ja aretus

2.3.1. Geeniuuringutest

Geeniuuringute esmane eesmärk on kaardistada geenid ja nende mõju organismi füüsilistele parameetritele nagu kasv, viljakus, käitumine ja vastupanuvõime haigustele. Sada aastat tagasi, kohe pärast Mendeli pärilikkuse seaduse avaldamist sai alguse ka lindude pärilikkuse uurimine. Geenide aheldatuse ja crossingoveri avastamine tähistas nn klassikalise geenikaardi koostamise algust. Mitmed kvantitatiivsed näitajad ja morfoloogilist varieeruvust fenotüübi tasandil põhjustavad geenid on kirjeldatud ja kaardistatud klassikalisel kaardil (Tixier-Boichard, 2002). Joonisel 2.1 on toodud hiliseim kana klassikaline geenikaart.

XX sajand kujunes põllumajandusloomade geenide ja klassikaliste aheldusrühmade intensiivse uurimise ajajärguks, kuni 1990. aastatel hakkas molekulaargeneetiline kaart üha enam kontuure võtma. Klassikalisele kaardile on lisandunud molekulaarne kaart, hõlmates rohkem kui 2000 geeni ja markerit ning ka palju teisi keerulisi genoomilisi andmeid. 2004. a märtsis teatati maailmale, et Hiina, USA, Suurbritannia, Rootsi, Šveitsi, Hollandi ja Saksa teadlaste ühistööna on valminud kana põhjalik geenikaart. Kana on esimene põllumajandusloomadest-lindudest, kelle genoom on kaardistatud. See on eelduseks ka haigustele mittevastuvõtlike kanatõugude aretusele. Praeguseks on teada, et kanade haploidne genoom sisaldab $1,2 \times 10^9$ paari DNA-d, mis paikneb 38 autosoomi paaris ning Z- ja W sugukromosoomis.

Geneetilise kaardi areng, baseerudes molekulaarsetel vahenditel, ajendas mõlemat klassikalist ja molekulaarset kaarti integreerima, mis avas tee fenotüübilise avaldumisega mutatsioonide molekulaarsele identifitseerimisele. Käesolevaks ajaks on molekulaarsete markerite abil tuvastatud 43 klassikalist mutatsiooni ja lookust. Edasised kanade geeniuuringud hõlmavad teadmisi genoomi arhitektuurist, mis on aluseks kanade produktiivsusnäitajatele ja haigusresistentsusele (Romanov jt, 2004).

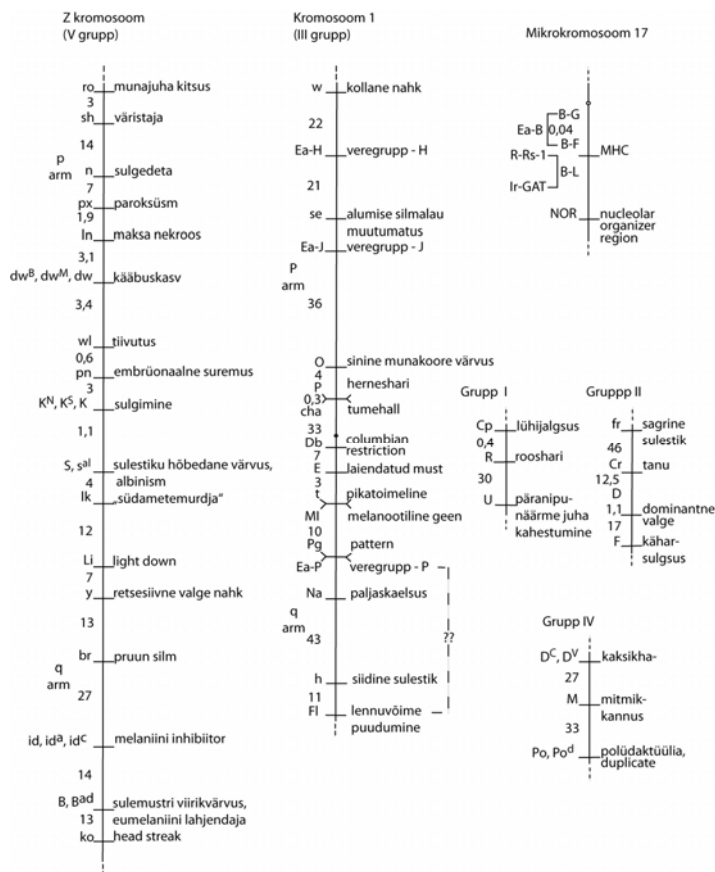
2.3.2. Pärilikkuse kandjad

Hulkakrassetel esineb selgesti piiritletav rakutuum ning tuumas kromosoomid – valkudega seotud DNA (desoksüribonukleiinhape) molekulid. Peale DNA sisaldavad kromosoomid veel RNA-d (ribonukleiinhape), aluselist valku – histooni ja jääkvalku.

Keharakkudes on kõrgematel organismidel (taimed, loomad) kromosoomiarv diploidne ($2n$), mis tähendab, et iga kromosoom (kindlaid tunnuseid määrav DNA molekul) on dubleeritud – esineb kahes eksemplaris. Põllumajanduslindudel on see järgmine: kanal 77, kukel 78, emaspardil 79, isaspardil 80, emaskalkunil 81, isaskalkunil 82, emaspärilkanal 73 ja isaspärilkanal 74.

Suguliselt sigivatel organismidel on sugurakkudes igast homoloogsete kromosoomide paarist vaid üks kromosoom ja sellist ühekordset kromosoomiarvu nimetatakse haploidseks (n). Üks kromosoomipaar on lahksoolistel liikidel sugupooliti erinev ja seda nimetatakse sugukromosoomide ehk gonosoomide (heterosoomide) paariks. Selles kromosoomipaaris on ühel sugupoolel (imetajatel isastel, lindudel emastel) kromosoomid erinevad. Kõikides ülejäänud kromosoomipaarides, autosoomsetes paarides, on homoloogsed kromosoomid oma kujult ja suuruselt sarnased. Haploidset

kromosoomikogumit rakus nimetatakse genoomiks. Diploidses sügootis (viljastatud munarakus) pärineb üks genoom isalt, teine aga emalt (Teinberg, 1978).



Joonis 2.1. Viimane klassikaline kana geenikaart (Romanov jt, 2004)

Kromosoomis paiknevad geenid, funktsionaalselt väikseimad piiritletud lõigud DNA molekulis, teatud järjestuses, kusjuures iga geeni jaoks on kromosoomis kindel koht – lookus. Kõik ühes kromosoomis asuvad geenid pärinevad seejuures aheldatuna nn aheldusrühmana.

Viljastumisel moodustub sügootis pärinevad seega pooled kromosoomid (üks homolog igas paaris) isalt ja pooled emalt. Et vältida kromosoomiarvu kahekordistumist igal viljastumisel, on evolutsioonis välja kujunenud meiosis, mille tagajärjel sugurakkude kromosoomiarv väheneb kaks korda, muutudes haploidseks. Sugurakkudes sisalduv igast kromosoomipaari ainult üks kromosoom.

Meioosi tagajärjel sugurakkude kromosoomiarv väheneb kaks korda, muutub haploidseks. Nii moodustub organismis ühest diploidsest rakust neli haploidset rakku. Sugurakkude ühinemisel viljastamisel taastub kromosoomide diploidne arv ning sügooti jagunemisega mitoosi teel areneb jälle diploidne organism. Nii loovad viljastumine ja meiosis võimaluse

eri kromosoomipaaride geenikombinatsioonide ümberkorraldamiseks – rekombinatsiooniks. Geenide rekombinatsiooni all mõistetakse isendite kromosoomipaaride teatavas lookuses asuva alleelikombinatsiooni muutumist (nt Aa asendumist aa-ga või AA-ga). Alleelide rekombinatsioon võib toimuda kahel teel.

1. Alleelipaaride ümberjaotumisega sugulisel sigimisel. See on nn interkromosoomne rekombinatsioon.

2. Intrakromosoomne rekombinatsioon, mille aluseks on homoloogsete kromosoomide konjugatsioon meioosi I profaasis ja DNA molekuli osade (geenide) vahetus nende vahel. Intrakromosoomse rekombinatsiooni tagajärjel muutuvad aheldunud geenirühmad – kromosoomid kui kindlate alleelide kogumikud.

Geenide tähistamiseks võttis juba Mendel kasutusele ladina tähestiku tähed (A, a, B, C jne). Nii võib isendi genotüüpi, tema spetsiifilise alleelse koosseisuga geenide kogumit (muidugi ainult korraga uuritavate tunnuste osas) tähistada tähe kombinatsiooniga (AA, Aa, Bb jne) geenvalemiga.

Mendel täheldas, et mõnede "pärilike faktorite" toime avaldub kõikidel järglaskonna isenditel, teised aga võivad varjatuna põlvest põlve edasi kanduda. Esimesi nimetas ta dominantseteks, teisi retsessiivseteks. Dominantsete geenide tähistamiseks võttis Mendel kasutusele suured tähed. Üht ja sama tunnust määravate geenide eri vorme – retsessiivseid, dominantseid ja kodominantseid nimetatakse alleelideks või alleelseteks geenideks ja nähtust ennast alleelsuseks. Kui esimese põlvkonna järglased on kahe vanema vahepealsed (intermediaarsed), on alleelid oma toimelt võrdsed, dominantsus puudub. Alleelsed geenid asuvad homoloogsete kromosoomide paaris samas kohas – lookuses, üks alleel ühes ja teine alleel teises paariskromosoomis. Isendeid, kellel on keharakkude mõlemas homoloogses kromosoomis teatud geenilookuses sama alleel, näiteks A ja A, nimetatakse homosügootideks ja nende geenvalem on AA. Kui homoloogsete kromosoomide samas lookuses on erinevad alleelid, nimetatakse isendit heterosügootseks. Homosügootne isend moodustab meioosi tagajärjel selle, geeni suhtes ainult ühetüübilisi sugurakke ehk gameete A ja A, heterosügootne aga kaht tüüpi (Aa, Bb jne). Heterosügootne isend on oma kummaltki vanemalt saanud erinevad alleelid, homosügootne ühesugused.

2.3.3. Geenide koostoime avaldumisest kanadel

Tunnuse arengut ei määra ainult üks geen. Sellised juhud on harvaks erandiks. Tunnuste areng määratakse kogu genotüübiga ning toimub koostoimes keskkonnatingimustega. Enamik organismi tunnuseid on määratud paljude geenide koostoimega, polügeenselt.

Komplementaarsed ehk üksteist täiendavad geenid on tavaliselt dominantseid. Koos esinedes (A-, B-) põhjustavad nad uue tunnuse, mida vanematel (aaBB ja Aabb) ei esine. Tüüpiliseks näiteks tuuakse siin erinevate harjavormide päritavus kanadel. Roos- ja hernesharjaga kanade ristamisel saadakse F₁-põlvkonnas pätkelharjaga linnud, F₂-põlvkonnas tekib veel teinegi harjavorm, lihthari. Tunnuste lahknemine toimub vahekorras 9 : 3 : 3 : 1. Tulemuseks on üheksa pätkelharjaga, kolm roosharjaga, kolm hernesharjaga ja üks lihtharjaga lind.

Epistaasi korral suruvad maha või varjutavad ühes lookuses asuvad geenid teises lookuses asuvate geenide mõju avaldumise. Näiteks on siin kahe valge sulestikuga kanatõu

ristamine ja teatud hulgal teise põlvkonna ristanditel pigmenteerunud täppide esinemine sulgedel.

Duplikaatse geenitoime puhul kujundavad ühe ja sama dominantse tunnuse kaks või enam dominantset geeni. Sulisjalgsete ja paljasjalgsete kanatõugude ristamisel saadakse alati sulisjalgsed järglased, seega on sulisjalgsus dominantne tunnus. Teises põlvkonnas peaks toimuma lahknemine suhtes 3 : 1, kuid toimub suhtes 15 : 1. Sulisjalgsuse määrab kaks dominantset geenipaari. Kui järglasel on kas või üksainus dominantne geen, arenevad tal sulisjalad.

Geenide koostoimel ja mitme geenipaari mõjul ühele tunnusele on olemas ka vastandnähtus, ühe geeni toime mitmele tunnusele – pleiotroopsus. Pleiotroopsusega seondub ka geneetiline korrelatsioon, kus ühe organi või tunnuse muutusega kaasneb teise tunnuse muutus. Näiteks põhjustab käharsulisus kanadel sulgede murdumise tõttu termoregulatsiooni häireid. Lisaks esineb neil südame-veresoonkonna talitluse ja hormonaalsüsteemi häireid ning teisi füsioloogilisi muutusi, mistõttu enamik käharsulistest kanadest hukkub. Kõik need häired ei ole ilmselt tingitud sulgede murdumisest. Pigem on sulgede murdumine tingitud mitmesugustest füsioloogilistest häiretest.

2.3.4. Suguliitelised tunnused

Kõrgematel organismidel määratakse sugupool sugukromosoomidega ehk gonosoomidega. Soo- ja suguliiteliste tunnuste päritavus näitab eriti kujukalt kromosoomide osatähtsust organismi tunnuste kujunemisel. Levinud on soomääramise XX–XY süsteem. Isane on heterogameetseks sugupooleks (moodustab kaht tüüpi sperme), emane aga on homogameetne (kõik munarakud sisaldavad X-kromosoomi). Kanadel on heterogameetseks pooleks emased. Et eristada sellist soomääramise tüüpi eelmisest, tähistatakse nende gonosoomi isastel ZZ ja emastel ZW. Sugupool määratakse juba ovogeneesisprotsessis reproduktioonpooldumisel. See toimub meioosi esimeses faasis, primaarsete ovotsüütide moodustumisel. Nendest munarakkudest, millel on Z-kromosoom arenevad isased (ZZ) ja W-kromosoomiga munarakkudest emased (ZW). Kanadel näiteks toimub meioos I folliikuli lõhkemise eel, ajal kui munarakk (rebu) vabaneb folliikulist. Gonosoomide normaalse arvu muutus põhjustab sigimatust ja ebanormaalselt primaarsete ning sekundaarsete sugutunnuste arengut.

Tunnuseid, mida määravad geenid asuvad sugukromosoomides ehk gonosoomides, nimetatakse suguliitelisteks ehk gonosoomseteks. Suguliitelisi tunnuseid määravad geenid asuvad peamiselt X-kromosoomides. Retsessiivne tunnus avaldub enam emastel (hemisügootsed), isastel avaldub enamasti dominantne suguliiteline tunnus.

Ristates punaseid roodailendi tõugu kukkesid viirikute plimutroki tõugu kanadega saadakse esimeses põlvkonnas kõik viirikud kuked ja punased kanad. Selline suhe tuleneb asjaolust, et punane sulestikuvärvus kukkedel on põhjustatud ühest retsessiivsest geenist (b) mõlemas Z-kromosoomis. Viirik (hallikirju) värvus on aga määratud dominantse alleeliga B. Kui kanadel on Z-kromosoomis geen B, saadaksegi ristamisel selline tulemus. Sellise ristamise eeliseks on see, et kana- ja kukktibusid on võimalik eristada kohe peale koorumist. Kukktibudel on valge laik pealael, kanadel see puudub. Võimalus määrata tibude sugupoolt kohe peale koorumist ajendas seleksionääre looma nn autoseksseid

kanatõuge. Kõikidel nendel tõugudel kasutatakse ära dominantse suguliitelise geeni toimet, mis määrab viiriku sulgede värvuse.

Suguliitelised on ka geenid, mis reguleerivad sulgede kasvukiirust tibudel. Retsessiivne alleel (k) suurendab sulgede kasvukiirust, dominantne alleel K aga põhjustab sulgede aeglasema kasvu. Kui ristata varase sulgede arenguga kukkesid (kk) hilise sulgede arenguga kanadega (K), siis järglaste seas on kõik kanad varase ja kuked hilise sulgede arenguga. Kanakasvatutes on ulatuslikult uuritud ja rakendatud suguliitelist kääbusgeeni dw. See geenipaar vähendab tunduvalt kehamassi, avaldamata mittesoovitavat mõju lindude elu- ega viljastusvõimele. Selle genotüübi uurimine on näidanud, et kääbuskanadelt saadud tibud ei erinenud koorumismassilt normaalsetest tibudest, nende kasvus "mahajäämus" on märgatav alles kahenädalaselt. Kääbusgeeni kandvad lihakanatõugu kuked dw dw on samavanustest normaalsetest kukkedest 43% ja kääbuskanad (dw) 26...32% kergemad. Kääbusgeen loetakse täielikult retsessiivseks. Seepärast oli teoreetiliselt oodata lihatõugu kääbuskana (dw-) paaritamisel normaalse kukega (DwDw), et järglaskond (nii kuked DwDw kui ka kanad Dw-) jääb kehamassilt maha lindudest, kes on saadud normaalse kehamassiga kuke ja normaalse kehamassiga kana (Dw-) paaritamisel. Kasutades dw-geeni on aretusfirmade poolt loodud autosekssed liha- ja munakanade liinid. Lihatoõugu kääbuskanad ei erine normaalsetest elujõu, munade viljastatuse ega tibude koorumistulemuste, küll aga mõnevõrra munemisintensiivsuse ja muna keskmise massi poolest. Väiksema kehamassi tõttu on söödakulu munatootmisel väiksem. Seoses kehamassi vähenemisega väheneb ka muna mass, kuid lihakanatõugudel keskmisest vähem kui munakanatõugudel. Munemisintensiivsus väheneb rohkem kerge leghorni tüüpi kui keskmise kehamassiga munakanadel, kuid mitte lihakanadel. See asjaolu võimaldab dw geeni kasutades parandada broilerite sugukanade söödakasutuse efektiivsust 25% ulatuses. Kääbuskanade puurispidamisel on täheldatud ka väiksemat purunenud koorega munade osatähtsust. Seda on seletatud kanade väiksema kehamassiga, samuti muna kukkumise kõrguse vähenemisega, sest kanad on lühikeste säärtega. Samuti võib siin rolli mängida kääbuskanade rahulikum iseloom. Seetõttu on munakanakasvatutes potentsiaalne huvi kääbusgeeni kasutamise vastu seotud parema söödakasutusega munemisperioodi ajal, sööda 25...30%-se kokkuhoiuga noorlindude üleskasvatamisel ja umbes 20% vähenenud munade purunemisega. Samuti vajavad väiksemad kanad vähem ruumi. Täheldatud on ka inimese toitumise seisukohalt oluliste polüküllastumata rasvhapete sisalduse suurenemist munades. Vastukaaluks nendele eelistele tuleb arvestada väiksema muna massiga ja munatoodanguga eeskätt kerge munakanade tõugude korral.

Broilerikasvatutes kasutatakse normaalsuurusega broilerikrosside saamisel kääbuskanade paaritamist normaalsuurusega kukkedega. Kokkuhoid söödakulus saadakse nii sugukanade üleskasvatamis- kui ka pidamisperioodil. Kanale vajalik ruumipind väheneb kuni 40%. Kääbuskanade viljastamine normaalsuurusega kukkedega ei ole osutunud probleemiks, välja arvatud juhtudel kui kehamasside erinevused lähevad liiga suureks. Raskematel tõugudel on täheldatud ka suurenenud kuumataluvust. Neid eeliseid vähendab kerge negatiivne mõju realiseeritava broileri kaalule. Kääbuskana muneb 3...4 g kergemaid mune, mis kergelt negatiivselt mõjutab ka tibu kasvu.

Suguliiteline albiinogeen s^{al} võimaldaks ööpäevaste tibude sugupoolt määrata, seetõttu on uuritud selle geeni võimalikke kõrvalmõjusid jõudlusomadustele. Seniste uurimuste põhjal ei soovitata selle geeni depressiivse mõju tõttu varajases kasvueas kasutada seda autosseksete broilerikrosside loomisel. Munakanade krosside juures on see võimalik, kuna

albiinogeen ei vähenda muna massi ega ka munade koguarvu. Suguliitelisi tunnuseid ei või segi ajada sugupoolega piiratud tunnustega. Sooga piiratud tunnused on määratud selliste geenidega, mille toime avaldumine sõltub suguhormoonidest. Nende fenotüübiline efekt on seega piiratud ühe või teise sugupoolega. Niisugusteks tunnusteks on erinev sabasulgede kaju kanal ja kukel, emaslindude munemisvõime, hari kukkedel jne. Esinevad ka tunnused, mis avalduvad mõlemal sugupoolel, kuid avaldumise tugevus sõltub soost. Neid tunnuseid nimetatakse sugupoolest sõltuvateks tunnusteks. Sugupoolest sõltuv autosoomne tunnus on munajuha sulgumine kanadel ja seemnejuha sulgumine kukkedel. Kanadel on see letaalne, kukkedel mitte. Kukkedel võib sulgunud olla ka vaid seemnejuha ühel poolel.

2.3.5. Mutatsiooneid

Genotüüpi võib määratleda kui koostoimivate geenide kogumit, mis määrab organismi reaktsiooninormi erinevates keskkonnatingimustes. Fenotüüp on aga organismi tunnuste kogum, genotüübi realiseerumise tulemus teatud keskkonnatingimustes. Fenotüübis ei realiseeru kunagi kõik genotüübis kodeeritud võimalused. Geneetilise informatsiooni realiseerumist fenotüübina nimetatakse fenogeneesiks. Tunnuse fenogeneesi eri etappe kontrollivate geenide mutatsiooneid võivad põhjustada tunnuse erinevaid muutusi. Samuti võivad ühe ja sama geeni erinevad (alleelsed) mutatsiooneid põhjustada tunnuse erinevaid muutusi. Kuid sageli võivad tunnuse kujunemise eri etappe või koguni eri protsesse kontrollivate geenide mutatsiooneid avalduda tunnuse ühesuguste muutustena. Üheainsa geeni mutatsioon võib põhjustada mingi tunnuse (näiteks värvuse) puudumise organismil, see ei tähenda aga seda, et vastav normaalne tunnus (näiteks värvus) on määratud üheainsa geeniga. Albinism on normaalse värvuse suhtes monogeenne tunnus, kuid värvuse olemasolu ei ole monogeenne tunnus.

Genoommutatsioon (heteroploidsus) tähendab kromosoomide normaalse arvu muutumist, kusjuures geenide ja kromosoomide sisemine struktuur võib jääda muutumatuks või olla muutunud (geen- ja kromosoommutatsioonide tõttu). Kromosoommutatsioonideks loetakse geenide ümberpaiknemist kromosoomisiselt või kromosoomidevaheliselt, samuti mõnede geenide puudumist kromosoomist. Nukleotiidijärjestus DNA molekulis pole absoluutselt muutmatu, vaid ainult suhteliselt püsiv. Lämmastikaluste järjestuse muutumine toob kaasa geneetilise informatsiooni muutuse – mutatsiooni. Mutatsioonid võivad tekkida nii normaaltingimustes (spontaanselt), "vigade" tõttu DNA replikatsioonil kui ka mõne tugevatoimelise keskkonnateguri mõjul. Keharakkude tekkinud mutatsioone nimetatakse somaatilisteks, sugurakkude mutatsioone aga generatiivseteks. Viimasel juhul kandub mutatsioon järgmisse põlvkonda (Teinberg, 1978).

Geneetiline varieeruvus on linnukasvatustes määratletud kromosoomide ja geenide tasandil. Kanadel on täheldatud üle 350 mutatsiooni. Üle 100 kanade muteerunud lookuse osas on täheldatud letaalse efekti. Letaalsus võib ilmuda hautamisperioodi jooksul või ka hilisemal eluperioodil. Letaalsus võib olla vältimatu või sõltuv ümbritseva keskkonna tingimustest. Mõningad pärilikud anomaaliad antakse järglastele edasi poolletaalsete mutatsioonidena, mispuhul ei hukku kõik muteerunud isendid, vaid ainult osa. Paremates keskkonnatingimustes on mutantide elulisus parem. Erialases kirjanduses on põhiliselt kirjeldatud mutatsioone, mis mõjutavad järgmisi linnu anatoomilis-morfoloogilisi tunnuseid ja biokeemilisi näitajaid:

- 1) sulestiku ja naha värvus,
- 2) naha ja sulgede morfoloogia,

- 3) vere, lihaste ja munasisu proteiinid, ensüümid,
- 4) üksikute kehaosade normaalsest erinev areng või nende puudumine,
- 5) närvisüsteem.

Järgnevalt on kirjeldatud mõningaid mutatsioone, mis hõlmavad põhiliselt kana anatoomilis-morfoloogilisi tunnuseid. Retsessiivne valge letaalne geen 1 oli üks esimestest üle 40 ulatavast varjast embrüonaalset suremist põhjustavatest geenidest, mis kodulindudel on avastatud. Varjast embrüonaalset surma põhjustab ka autosoomne retsessiivne geen blr nimetusega vere ring. Nimetus tuleneb sellest, et loote areng seiskub täielikult 72. hautamistunnil, ning loode on ümbritsetud veresaarekestest moodustunud ringiga. Kolm varjast embrüonaalset suremist põhjustavat geeni on suguliitelised. Need on varjane suguliiteline letaalne –Bernier' geen (sex), embrüonaalne letaalne geen pn ja "südametemurdja" geen. Sabatust põhjustab dominantgeen (valgetel leghornidel retsessiivgeen), mille toime ei ole letaalne.

Ebatavaline on geeni se toime, mis põhjustab nn unise silma. Geen mõjutab alumist silmalaugu. Tibud kooruvad osaliselt või täielikult sulgunud alumise silmalauga. Ehmudes võivad nad silmad täielikult avada. Puue jääb lindudele kogu eluks. Geen ei ole letaalse toimega, kuid võib olla poolletaalne raskematel juhtudel, kui "unine silm" segab lindudel leidmast toitu ja joogivett. Uuringud on näidanud, et tunnus pärandub autosoomse retsessiivse geenina.

Lisaks suguliitelisele kääbuskasvu põhjustavale geenile on kindlaks tehtud ka autosoomne keha mõõtmeid mõjutav geen adw. Geen vähendas valge leghorni keha mõõtmeid 30% ulatuses, mõju ilmnis kuue kuni kaheksa nädala vanuste lindude juures. Kääbuskanad olid väga elujõulised ning saavutasid täiskasvanuna elumassi 1400 g. Nende suguküpseks saamine hilines ning ka koorumisprotsent vähenes. Lühijalguse kutsub kanadel esile letaalefektiga dominantgeen. Homosügootid CpCp hukuvad inkubatsioonis, heterosügootid Cpcp on eluvõimelised, kuid neil on lühikeste jalgade tõttu raskenenud käimine, mistõttu neid kutsutakse vahel "roomajateks".

Paljuvarbasuse kutsub esile dominantne autosoomne geen Po. Normaalselt on kanadel neli varvast, kuid näiteks dorkingi, hudaani ja faverolli tõugu kanadel ka viis. Viies varvas areneb esimese normaalse varba kohale. See on normaalsest varbast pikem. 1940. aastatel avastati veel üks paljuvarbasuse vorm, mis tähistati geenisümboliga po^d. Selle geeni mõju avaldub lisavarba hargnemises kaheks või siis normaalse esimese varba asendumises pikema mitmeti hargnenud varbaga. Hiljem avastati retsessiivse paljuvarbasuse geen po-2. Roodailendi punase kanatõu järglastest 22%-l oli 5 varvast ja 31%-l 6 varvast, ülejäänud 47%-l tagavarvas puudus, kuid selle asemel paiknes säärel 2 või 3 lisavarvast. Tabandunud lindudest 25% surid hilises embrüonaalses staadiumis, 17% kuue nädala vanuses. Nendel, kes elasid üle kuue nädala vanuseks, esinesid tavaliselt ka mõningad jäsemete deformatsioonid.

Sulgedeta genotüüpi kanadel põhjustab suguliiteline poolletaalne retsessiivne geen n. Sellise genotüübiga tibudest hukkus pärast 18. inkubatsioonipäeva umbes 50%, ülejäänuid hukkusid kuni 6 nädala vanuseni pooled, kui neile ei kohandatud sobivaid väliskeskkonna tingimusi, eeskätt temperatuuri. Sulgedeta tibudel ja kanadel leidub erineval arvul ka üksikuid sulgi ja sulealgeid, mis viitab geeni n väga erinevale mõjule. Sulgedeta genotüübile on lähedane kanade siledajalguse geeni sc toime. Selle

autosoomse retsessiivse, osaliselt letaalse geeni toimet puuduvad jalgadel nahasoomused, aga ka enamik sulgi kogu kehal, sest nahas on vähe normaalselt arenenud sulefolliikuleid.

Paljaskaelsust põhjustab geen Na. Paljaskaelsed kanad olid omaette tõuna tuntud juba möödunud sajandil nii lihamuna- kui ka munakanadena. Paljaskaelsuse geeni eelised tulevad esile kanade pidamisel ümbritseva keskkonna temperatuuridel 25 °C ja enam. Võrreldes normaalselt sulistunud kanadega on neil sellistes tingimustes parem kasvukiirus, tapasaagis ning resistentsus akuutse kuumastressi suhtes. Kuumas kliimas peetavate paljaskaelsete kanade ainuke negatiivne jõudlusnäitaja on koorumistulemuste halvenemine. Munade tootmisel kuumas kliimas on põhilise tähtsusega paljaskaelsete väiksem suremus, suurem keskmine muna mass, tugevam munakoos ja parem munemisstabiilsus. Need head omadused laienevad ka broilerite sugukanadele.

Kanade sulestikku mõjutavad geneetiliselt veel rabesulgus, mis kutsub esile hoo- ja tüürsulgede murdumise, lennuvõimetuse ja hoosulgede puudumise. Kahjustada võib ka kogu sulestik. Sellisteks sulestiku genotüüpideks on käharsulgus, siidsulgus, okassulgus ja kiudulgus. Käharsulgust põhjustava geeni F puhul on kontuursulgede sulerood keerdunud; seetõttu hoiduvad suled mitte eest tahapoole, vaid ette ülespoole. Tegemist on dekoratiivsete kanatõugudega. Homosügootsetel käharsulgsetel (FF) murduvad suled üsna ruttu, linnud on steriilsed. Käharsulgus võib esineda ka tividel ja hanedel. Siidsulgust põhjustab kanadel autosoomne retsessiivne geen h. Siidsulgsetel kanadel suletüvi ja -laba puuduvad, keha katavad pehmed siidjad, villkarvade taolised suletutid. Ainult osa tüür- ja hoosulgi on säilitanud oma normaalse struktuuri. Siidsulgset kanad on väga vana dekoratiivne kanatõug.

Lihasdüstroofia põhjustajaks on autosoomne retsessiivne geen am. Lihaste hüpertroofiale järgneb lihaste atroofia täiskasvanud linnul. Valged lihased alluvad muutustele varem kui punased lihased.

Lühikese ülemise nokapoole põhjustajaks on autosoomne retsessiivne geen su. Nimetatud geen mõjutab ka tiiva ja jalgade luude pikkust. Noka ülemine pool lüheneb ühest millimeetrist alates kuni pooleni noka pikkusest. Tabandunud tibude kooruvus on kuni 13%. Koorunud tibude suremus on suur, selle põhjuseks on raskused söömisel ja joomisel. Avastada võib puuduse juba 9. hautamispäeval, kuid letaalsus avaldub hautamise 18. päeval. Täiskasvanuks saanutest jääb osadel lindudel noka ülemine pool lühikeseks, teistel kasvab normaalpikkuseni, osal areneb välja ristnökk. Lühenenud alalõuga põhjustab geen sm. Alalõug lüheneb kuni poole ülemise nokapoole pikkuseni. Kooruvus ulatub 50%-ni, kuid ellujäämise muudab võimatuks võimetus süüa ja juua.

Kõverdunud kaela põhjustab geen crn. Tibud on normaalse kaelaga, aga hiljem areneb välja tavaliselt paremale kõverdunud kael. Mida vanemaks linnud saavad, seda raskemaks muutub söömine ja joomine. Kõverdunud rinnakukiil pärandub uuringute kohaselt dominantsena. Rinnakukiil on toeks rinnalihastele. Tavaliselt on see sirge, mutatsiooni korral kõverdub, enamasti suunaga paremale. Selle tunnuse esinemist mõjutavad suures osas üleskasvatamise tingimused.

Ristnökk on levinud paljude linnutõugude hulgas. Tibu on pärast koorumist normaalse nokaga, kuid selle kõverdumine algab ühe-kahe kuu vanuses ja saavutab maksimumi kolme kuni nelja kuu vanuses. Puue võib mõjutada nii noka ülemist kui alumist poolt. Sagedamini on mõjutatud noka ülemine pool. Uurimused on näidanud, et see tunnus

pärandub retsessiivsena, kuid komplekssena. Valgel leghornil on uuritud ka teist tüüpi ristnokka, mis avaldub kohe koorumisel. Eespool kirjeldatud ristnokast erineb see vaid selle tõttu, et ristnoka arenes tibude kasvades normaalseks.

Nösunina põhjustab autosoomne retsessiivne geen *sno*. Peamiseks tunnuseks on lindudel lühike lai pea ja lühenenud noka, ekstreemsematel juhtudel ka ristnoka ja kehamassi vähenemine, põhjustatuna raskustest toitumisel.

Varblase pea kuju põhjustab geen *sph*. Koorunud tibud on normaalse peaga. Puue areneb välja alates üheksandast elunädalast. Toimub koljuluude ja noka progresseeruv lühenemine, mis viib "varblase pea" kujunemisele. Mõningatel juhtudel on ka jalaluud halvasti formeerunud ning linnud surevad enne täiskasvanuks saamist.

Suguliiteline tiivutus põhjustab geen *wl* tuvastati möödunud sajandi kuuekümnendatel aastatel. Esimesed tiivutud olid emaslinnud, ja see oli neil ainsaks puudeks. Paaritamisel ilmnes puue ka järglaskonna seas. Ekstreemsematel juhtudel puudusid mõlemad tiivad ja jalad. Põhiline osa järglaskonnast oli siiski tiibadeta ja normaalsete jalgadega. Siseorganid olid normaalsed, kuid rinnalihased alaarenenud ja silmad vesised. Kooruvus vähenes kuni 17%. Tiivutud linnud kasvasid normaalselt ja neid oli võimalik kasutada paaritamisel. Seitsmekümnendatel avastati ka autosoomne geen *wg-3*, mille põhjustatud tunnused on samasugused nagu suguliitelisel tiivutuse geenil.

Värisemist põhjustab suguliiteline retsessiivne geen *sh*. Esmakordselt kirjeldati seda 1950. a roodailendi punasel kanatõul. Haigustunnused olid väga sarnased Newcastle'i haigusega või lindude infektsioosse entsefalomüeliidiga. Närvikahjustus ei avaldunud enne lindude nelja nädala vanuseks saamist. See algas kiire pea ja kaela värisemisega, mis linnu vananedes süvenes. Vähesed linnud suutsid kümne nädala vanuselt komistamata liikuda. Võimetuse tõttu toituda suri enamik lindudest nälga (Crawford, 1990).

2.3.6. Sulestiku värvuse ja sulemustri päritavus

Lindude sulestiku värvus on põhjustatud peamiselt loomse pigmendi, melaniini, biosünteesi (melanogeneesi) ahela mõnede lülide erinevustest. Melaniin on kõrgmolekulaarne heterotsükliline polümeer, mis koos vastava valguga moodustab kromoproteiidse kompleksi, melanoproteiidi. Loomsetes kudedes esineb tavaliselt kaks melaniini vormi, eumelaniin – must või pruun pigment (lahustub halvasti) ja feomelaniin – kollane või punane pigment (lahustub aluselises keskkonnas).

Melaniini ei leidu organismis mitte ainult nahas, karvkattes ja sulgedes, vaid ta osaleb ka rakkude ainevahetuses ja nägemisretseptoreis toimuvais protsessides, teda on aju mustolluses, samuti kasvajais. Melaniin kaitseb rakke (organismi) ultraviolettkiirguse eest. Organism sünteesib melaniini aminohappest türosiinist.

Kana sulestiku värvus moodustub neljast põhivärvusest – mustast, valgest, pruunist ja kuldsest. Nende värvuste kombinatsioonid, lisaks ka söödaga saadud taimse päritoluga karotinoidid (võivad anda mustadele sulgedele roheka või pruunika värvuse) ja sulestiku mustrit mõjutavad geenid annavad kokku sadu erinevaid värvusi. Et kanade sulestiku värvus kujuneb paljude geenide koostoimel, siis kirjeldab A. S. Serebrovski (Серебровский, 1976) ainult 17 põhigeeni ja toob saadavaks geenikombinatsioonide arvuks 131 072 (2¹⁷). Käesolevaks ajaks on sulestiku tuntud värvusgeenide arv veelgi

suurenenud (vt lisa 1). Z. M. Kogani (Коран, 1979) järgi võib ulukkanade *Gallus bankiva* sulestiku värvuse geenivalemi esitada järgmisel kujul (23 lookust):

AA ACHACH blbl CC cbcb coco dbdb didi e^+e^+ GG GRGR ii IGIG LAVLAV lili
MAMA mhmh mimi mlml PKPK RSRS ss trtr

Selles geenivalemis esineb aga geenipaare (lookusi), mis on muteerunud mitu korda, andes mitmikalleele, näiteks musta sulestiku värvust määrav geen e^+ (ulukkana eumelaniini tsonaalse leviku alleel). Z. M. Kogan (Коран, 1979) jaotab kana sulestiku värvuse geenid põhivärvuse järgi kuude rühma: musta, pruuni, valge, kuldvärvuse, lahjendus- ja sulemusteri geenid.

Musta värvuse ehk eumelaniini leviku kõikidesse sulealgetesse määrab E-lookuse dominantne alleel (EE või Ee). Osaliselt võivad selle geeni toimet mõjutada teised lookused (epistaasinähud). Et ulukkana genotüüp $an\ e^+c^+$, esineb selles lookuses veel teisi allele, mis on domineerimisjärjekorras järgmised:

$$E > e^{wh} > e^+ > e^b > e^s > e^{bc} > e^y$$

Kõigi seitsme E-lookuse alleeli fenotüüpiline efekt seisneb eumelaniini leviku piiramises vastava genotüübi sulgedes. Geenipaar $e^{wh}e^{wh}$ piirab tugevasti eumelaniini levikut ja soodustab feomelaniini mõjulepääsu sulestiku värvuses. Tekib nisuvärvust sulestik, kus kanad ($e^{wh}-$) on heledad, punakaskollased, kanatõugude kirjelduses lõhevärvust. Kukkede värvus sarnaneb aga bankiva kukkede ulukvärvusega: purpurpunane selg ja kael ning esmased hoosuled (tiivasuled), kaela allosa, rind, kõht ja saba mustad, kusjuures saba on roheka läikega. Ulukalleeli (e^+) suhtes on e^{wh} pooldominantne. W. Carefoot (1981) peab nisuvärvuse avaldumiseks genotüübis vajalikuks veel geeni S (sulestiku hõbedavärvuse geeni).

Geenipaar e^be^b (vahel erialakirjanduses ka e^pe^p) määrab pruunika põldpüüvärvuse. Selle geeni toimet mõjutab ka autosoomne dominantne geen Co – kolumbiavärvuse geen, mis põhjustab kanadel ja kukkedel mustade saba-, esmaste hoo- ja kaelasulgede esinemise täiesti valge sulestiku foonil (näiteks hele sasseksi kanatõug). Co viimine kanade genotüüpi nende kasvukiirust ei mõjuta (Fox, Smyth, 1984). Geenipaari e^se^s mõjul on koorunud tibude pea laiguline, tibud ise viirikud. Sellele lisanduvad silmade ümber heledam udusulevööd, nn prillid. Geenipaar $e^{bc}e^{bc}$ määrab tibudel kollase (tulikavärvust) udusulestiku, kitsad ja katkendlikud tumedad pikivöödid seljal ning korrapäratud laigud peal. Geenipaar e^ye^y E-seerias määrab sulestikul helekollase nisuvärvuse. Seda on nimetatud ka retsessiivseks nisuvärvuseks, sest on E-seeria kõikide teiste alleelide poolt mõjutatav. Viimastest uurimistöödest selgub, et E-lookuses on avastatud veel üks mutant, mida tähistatakse E^R – musta-valgetkirju sulestikku määrav alleel. Ta domineerib ainult lookuste e^{wh} , e^+ ja e^b üle, kuid omab koosmõju ülejäänud E-lookuste alleelidega.

Eumelaniini levikut piirab ka geen Db, olles toimetelt sarnane eespool käsitletud Co-geeniga. Need mõlemad geenid pole otseselt seotud E-lookusega. Eumelaniini levikut laiendab aga geen Ml, muutes kukkedel ka nende kehaosade sulestiku mustaks, mis uluktüübil on punane. Kanadel on selle geeni puhul pea ja kael tumedamad, mõnede genotüüpide puhul (e^be^b) on kogu sulestik, ka rind täiesti must. Aluseks võttes E-seeria mitmikalleelide väga erinevat piiravat mõju eumelaniini ladestamisele ja nende koosmõju eumelaniini levikut laiendava geeniga Ml, on arusaadav, kui raske on geneetiliselt määratlada kanade sulestiku erinevat värvust.

Sulestiku pruuni värvuse määrab kanadel põhiliselt feomelaniin. Et pruuni värvust (kahvatupruunist, kahkjaskollasest ja kuldkollasest kuni tumeda punakaspruunini)

määravaid geene on palju, loetakse sulestiku seda värvust polügeenseks tunnuseks. Eraldi pruuni värvuse geen kanadel puudub. Kõik erinevad pruuni värvuse varjundid on määratud suure arvu geenide aditiivse toimega, kusjuures alati on genotüübis alleel e^+ või mõni teine E-seeria alleel. Lisaks E-seeria alleelile esineb genotüübis veel suguliiteline kuldvärvuse geen s . Pruunide kanade genotüübis võib olla ka hõbevärvuse geen S . Sel puhul on neil kanadel pruunide asemel valged suled. Selles värvusrühmas võib esineda ka kuldseid kolumbiavärvi kanatõuge. On leitud, et feomelaniini ladestumise intensiivsus suureneb eaga. Ka on täheldatud, et aeglase sulestumiskiiruse geen (K) soodustab feomelaniini ladestumist. Enamik feomelaniini ladestumist määravaid geene asub autosoomides. Seda tõestavad retsiprooksel ristamisel saadud analoogsed tulemused.

Sulestiku valge värvuse määrab kanal vähemalt neli geeni (I , c , rs , a). Sulestiku dominantse valge värvuse (valge leghorni kanatõul) määrab dominantne autosoomne lookus II . Alleel II välistab pigmendi ladestumise (välja arvatud silma vikerkesta). Alleel I on epistaatiline C -geeni suhtes, mis määrab sulestiku pigmentatsiooni. Seega kõikide pigmenteerunud sulestikuga kanade genotüübis on geenipaariid $iiCC$ või $iiCc$. I -alleeli mõju ei ulatu aga täielikult sulestiku feomelaniinsetele värvustele (kollane→pruun), sest valge leghorni ($IICC$) ja roodailendi ($iiCC$) kanatõu ristamisel saadakse F_1 -põlvkonnas isendid, kellel esineb ka punaseid sulgi.

Sulestiku retsessiivse valge värvuse (näiteks valgel minorkal, valgel plimutrokil jt) määrab C -lookuse retsessiivse geeni homosügootsus (genotüüp cc). Retsessiivse valge sulestiku värvusega lindudel ei esine pigменти sulgedes (välja arvatud tibude udusulestiku kollakas ja roosakas värvus), kuid silmade vikerkest ja mõnedel tõugudel ka nahk on pigmenteerunud. Ka S -lookuse dominantne alleel (hõbevärvuse geen) takistab pigmendi moodustumist, kuid toimub täiesti vastupidiselt I -alleelile: S -alleel mõjutab vähe eumelaniini, kuid tõkestab feomelaniini ladestumist.

Teistest sulestiku valget värvust määravatest geenidest tuleb märkida C -lookuse retsessiivset mutanti c^1 , mis on homosügootsena (c^1c^1) looteperioodil letaalne. See genotüüp leiti valge uaiendoti kana ristamisel võitluskana tõugu kukega F_2 -põlvkonnas. Uaiendoti kanadel on leitud ka valge retsessiivne mutatsioon a , mis, määrab täieliku albinismi (genotüüp aa). Nagu albinismi puhul tavaline, täheldatakse ka sellistel kanadel nägemishäireid, nõrka konstitutsiooni ja elujõuetust. Roodailendi kanatõul leitud sulestiku valge värvuse mutatsioon rs pärsib samuti pigmendi ladestumist. Valgel roodailendil (genotüübiga $rsrs$) on sulestikus vaid üksikuid punaseid sulgi, must pigment sulestikus aga puudub.

Kanade sulestiku kuldvärvus määratakse suguliitelse (Z -kromosoomis) S -lookuse retsessiivse s -alleeliga. Ulukkana genotüüp on ss , seega geen S (hõbedavärvuse geen) on tekkinud dominantse mutatsiooni teel ($s \rightarrow S$). Hõbedavärvuse geen S pärsib punase ja kuldse värvuse teket neil kehaosadel, kus see tavaliselt peaks olema ning seetõttu on suled seal valged. S -alleel nõrgendab ka e^+ alleeli toimet ning seetõttu on ulukvärvus nõrgemalt väljendunud. Alleeli S domineeruvus on eri kehaosadel tunduvalt erinev. Hetrosügootsetel (Ss) kukkedel on sageli õlad ja selg punased. Üldse on S -alleel tihti epistaatiline feomelaniini (pruunide värvitoonide) ladestumise suhtes, sõltudes sugupoolest ja genotüübist. S -lookusest on leitud ka retsessiivne suguliiteline osalise albinismi alleel S^{al} , mis homosügootidel põhjustab määrdunud hallikasvalge sulestiku ja roosad silmad. Seega moodustuvad S -lookuses mitmikalleelid: $S > s > S^{al}$.

Sulestiku värvuse lahjendusgeene on kanal leitud 7. Nende eraldi rühmana vaatlemine on tinglik (Коран, 1979). Tegemist on erinevate geenidega, mis rohkem või vähem pärsivad eu- või feomelaniini sünteesi.

Sulestiku sinaka värvuse (sinine andaluusia kanatõug) määrab geen Bl, Tegelikult põhineb sulestiku sinakas värvus optilisel efektil, sest mingit sinist pigmenti ei sünteesita. Sinine andaluusia kanatõug annab järglaskonnas, vaatamata puhasaretusele, musti (blbl), siniseid (Blbl), ja hallikasvalgeid (BIBl) isendeid vahekorras 1:2:1. Tegemist on intermediaarse päritavuse tüüpilise näitega, kus lähtetunnus (antud juhul sinine värvus) esineb F₁-põlvkonnas vaid heterosügootsetel järglastel. Sulestiku sinakat värvust (viirikutel plimutrokkidel) põhjustab ka suguliiteline geen Sd (Sd kanadel ja heterosügootsetel Sdsd kukkedel). Geeni Sd suhtes homosügootsetel kukkedel SdSd on sulestik peaaegu valge. Viimase aja uurimistöödes on tõestatud, et mutatsioon Sd on B-lookuse (viiriku värvuse geeni) üheks alleeliks, mistõttu teda tähistatakse B^{Sd}.

Sulgede musta pigmentatsiooni muudab sinakashalliks ja silma vikerkesta depigmenteerunuks retsessiivne autosoomne geen pk.

Sulestiku kreemi värvust (feomelaniini lahjenduse) põhjustab geen ig, nõrgendades alleelist s määratud kuldvärvust. Punast värvust tagavatele autosoomsetele geenidele mõjub alleel ig nõrgalt.

Geen mi, hilisemas erialakirjanduses ach, akromatoosi geen, tõkestab rohkem feo- kui eumelaniini sünteesi. Kuked achach on valged, väikeste mustade ja punaste märgistega, kanad kahkjaskollased. Oma mõjult on geenid ach ja rs võrdlemisi samased. Geen ach on aheldunud hernesharja määrava geeniga P. Sule värvuse lahjendusgeenide hulka kuulub ka lavendlivärvust (helelillat) põhjustav geen lav. Musta sulestikuga linnud, kes kannavad lav geeni, näivad hallid, punased aga kahkjaskollased. Alleel lav toimib võrdselt nii eu- kui ka feomelaniinile. Sule värvuspigmentide lahjendusgeeni Li toimetel muutuvad tibul pruuni sulestikuga piirkonnad kahkjaskollaseks, mustad udusuled jäävad aga muutumata. Seega mõjub alleel Li feomelaniini sünteesile pärssivalt, eumelaniini sünteesi seejuures mõjutamata. Alleel Li on suguliiteline, täiskasvanud lindudel ei ole ta mõju sulestiku pigmentatsioonile selgitatud.

Sulgede värvust (pigmentatsiooni) määravate geenide kõrval on kana sulestiku üldvärvuse moodustamisel oluline tähtsus sulemusteri geenidel, mida tuntakse 8. Sulemusteri geenide toimetel jaotub pigment sulgedes kindla mustri järgi. Tihti käsitletakse sulemusteri geene kui "teiseseid", sekundaarseid, seevastu pigmendi ladestumist määravaid geene aga kui primaarseid (Коран, 1979).

Tuntud sulemusteri geenid on dominantne suguliiteline geen B, mis määrab sule vöödilise mustri ja sulestiku viiriku värvuse (näiteks viirikud plimutrokid). Retsessiivne b-alleel määrab sule ühtlase värvuse. Sulgede vöödiline muster tekib B-alleeli toimetel seetõttu, et see alleel mõjutab pigmendi teket ja ladestumist sulelabasse rütmiliselt: sulgedele tekivad nii pigmendita (valged) kui ka pigmenteerunud (mustad) põikivöödid. Et viirikutel kanadel on sulevärvuse geenidest tingimata esindatud ka E- ja S-alleelid, siis puuduvad nende sulestikus punakad ja kuldsed toonid. Suguliitelise B-geeni toime oleneb ka geenidoosist: kanadel ühe Z sugukromosoomi tõttu on B-geen ühekordses doosis ja sulgedel vöödid laiemad, kukkedel aga kahekordses doosis (kaks Z-kromosoomi) ja

sulgedel on kitsamad vöödid. B-lookuse alleele on kasutatud autosekssete kanade aretamisel.

Dominantse suguliitelise viiriku sulemustri geeni B kõrval esineb kanadel ka retsessiivne autosoomne viiriku sulemustri geen ab. Lisaks eeltoodule tuntakse veel ääristatud sulemustri geeni la, kontsentriliste tumedate vöötidega sulemustri geeni Rg (ka Pg), tähnilise sulemustri geeni Sg, valge vöödiga sulemustri geeni Sp, kirju sulemustri geeni mo, mustavalgetkirju sulemustri geeni pi ja mõlema sugupoole rinnasulgedel esinevat ääristatud sulemustri geeni Nb. Uurimistöodes esitatakse tihti andmeid sulemustri genotüüpide koosmõjust, näiteks geenide ab ja Rg koosmõjust (Carefoot, 1985).

Seniste uurimistulemuste alustel näib ulukkana sulemustri geenvalem välja järgmine: ABAB bb LALA MOMO nbnb PIPI rgrg sgsg spsp. Tabelis 2.1 on esitatud enamlevinud kana pärilike tunnuste ja geenide nimestik.

Tabel 2.1. Kanade pärilike tunnuste ja geenide enamlevinud nimestik (Hutt, 1949; Scholtyssek, Doll, 1978; Silversides jt, 1982; Teinberg, 1983; Серебровский, 1976; Кушнер, 1978; Коган, 1979)

Geen	Pärilik tunnus	Tunnuse ingliskeelne vaste
Ap	Apteriloos (sulgedeta, pteriilide puudumine), autosoomne, dominantne	Apterilosis
a	Albinism, täielikult autosoomne	Albinism
ab	Sulemustri viirikuvärvus, autosoomne, retsessiivne	Autosomal barring
ach	Akromatoos (feomelaniini värvuse lahjenemine)	Achromatosis
am	Müopaatia (lihaste düstroofia)	Myopathy
B	Sulemustri viirikuvärvus, suguliiteline, dominantne	Barring
Bl	Sulestiku sinine värvus (eumelaniini lahjendaja)	Blue andalusian
Br	Silmad heledad, kollakasoranžid (pruunid – br)	Brown
B ^{sd}	Eumelaniini lahjendaja, suguliiteline	Sex linked dilution
By	Brahhidaktüülia (IV varba lühenemine)	Brachydactyly
ba	Paljaspeasus	Baldness
bd	Harjata	Breda comb
Cb	Sulestiku hele šampanjavärvus (pigmenti nõrgenemine feomelaniini tsoonis)	Champagne blond
Cl	Lühijalgus korniši kanatõul (homosügootidel letaalne)	Creeper
Co	Sulestiku kolumbiavärvus	Columbian coloration
Cp	Lühijalgus	Creeper
Cr	Tanu	Crest
c	Valge sulestik, retsessiivne	Colour
ch	Kondrodüstroofia (looted lühenenud jäsemetega), embrüonaalperioodil letaalne	Chondrodystrophy
cn	Kõverdunud kääbused, autosoomne, embrüonaalperioodil letaalne	Crooked neck
col	Vikerkestlõhe (vikerkesta koloboom)	Coloboma
D	Kaksikhari	Duplex comb
Db	Sulestiku tumepruun värvus (eumelaniini piiraja faiomi kanatõul)	Dark brown
Di	Tibu udusulestiku kahvatu värvus	Dilute

dd	Pardinokk, poolletaalne	Donald duck
dl	Daktülolüüs (varvaste haavandid ja neuroos)	Dacktylolysis
dp	Diplopoodia (kahekordne arv varbaid), embrüonaalperioodil letaalne	Diplopodia
dw	Kääbuskasv, suguliiteline	Dwarf
ec	Ektrodaktüülia (lühenenud alanokk)	Ectrodactyly
et	"Metsik" sulestiku (tibudel udusulestiku) värvus	"Wild"
e ^{wh}	Nisu-lõhevärviline sulestik	Wheaten
e ^b (e ^p)	Pruunikas põldpüüvärvus	Brown
e ^s	Laiguline pea tibudel	Speaked head
e ^{bc}	Kollane udusulestik tibudel (tulikavärvus)	Buttercap
e ^y	Helekollane sulestik	—
F	Käharsulgsus	Frizzling
Fl	Lennuvõime puudumine, autosoomne	Flightless
fr	Sagrine sulestik	Fray
g	Kollane pea tibudel	Yellow-pigmented heads
ga	Raskendatud hingamine, suguliiteline, postembrüonaalselt poolletaalne	Gasper
gr	Ingverivärvusega tibud (kuldruskne)	Gingers
He ^l	Sile rooshari	×
He ⁺	Krobeline rooshari	×
Hf	Kanasulgsus (mõlemal sugupoolel ühesugune sulestik)	Hen feathering
h	Siidne sulestik	Silkiness
I	Valge sulestik, dominantne	Inhibitor of feathering colour
Id	Jalgade pigmenteerumise inhibiitor	Inhibitor of melanin in dermis
ig	Sulestiku kreem värvus (kuldvärvuse lahjendaja)	Inhibitor of cold
K, K ⁿ	Aeglane ja üliaeglane sulgimine, suguliiteline, dominantne	Slow feathering
Li	Heledad udusuled tibudel	×
la	Ääristatud sulemuster	Laced
lav	Sulestiku lavendlivärvus (eu- ja feomelaniini lahjendaja)	Lavender
lo	Tasakaaluhäired, peale embrüonaalperioodi letaalne	Loco
M	Paljukannusus	Multiple spurs
Mb	Põsk- ja täishabe	Muffs and beard
Mh	Sulestiku punane värvus (punase pigmendi tugevdaja sulgedes ja udusulgedes)	Mahogany
MI	Melanootiline geen (eumelaniini ladestumise tsooni laiendaja)	Melanotic
Mp	Ametapoodia (sääreluude puudumine), embrüonaalperioodil letaalne	Ametapodia
ma	Tibude udusulgede marmorivärvus	Marbling
md	Puudub alalõualuu, embrüonaalperioodil letaalne	Missing mandible
mi	Mikroftalmia (silma mõõtmete vähenemine), embrüonaalperioodil poolletaalne	Microphthalmia
mo	Sulestiku kirju värvus	Mottling
mub	Ülanoka puudumine, postembrüonaalperioodil letaalne	Missing upper beak
mx	Ülalõualuu puudumine, letaalne	Maxilla
Na	Paljaskaelsus	Nacked neck
n	Sulgedeta, suguliiteline, retsessiivne	Nacked

nm	Nanomella (deformeerunud luudega käabusloode), embrüonaalperioodil letaalne	Nanomella
Nb	Rinnasulgede ääristatud sulemuster	Non-black breast
ob	Puudub rinnakukiil (rind lahtine)	Open breast
P	Herneshari	Pea comb
Pg, Rg	Kontsentriliste tumedate joontega sulemuster	Partridge, pencilled
Po, Po ²	Polüdaktüülia (näit viievarbalisus)	Polydactyly
pc	Nõeljas udusulestik	Porcupine
pe	Peroos (noorlindude jalaliigeste defonneerumine)	Perosis
pi	Musta-valgekirju sulemuster	Pied
pk	Silmad roosad	Pink-eye
pn	Suremus looteperioodil, suguliiteline	Prenatal
R	Rooshari	Rose comb
Rp	Sabatus, dominantne	Rumplesness
ra	Mittetäielik (auklik) hoosulestik	Ragged wing
re	Pime	×
ro	Mõranenud suled	Ropy
rp ²	Sabatus, retsessiivne	Rumplesness
rs	Valge sulestik punaste täpikestega	Red splashed white
S	Sulestiku hõbedavärvus, suguliiteline	Silver
Sg	Tähniline sulemuster	Stippling
Sf	Lahknud varbad (ja teised jäsemete anomaaliad), embrüonaalperioodil letaalne	Splitfoot
Sp	Valge vöödiga sulemuster	Spangling
s	Sulestiku kuldne värvus, suguliiteline	Gold
s ^{al}	Poolalbinism, suguliiteline lookuse s alleel	Imperfect albinism
sc	Siledajalsus (nahasoomuste puudumine + peaaegu suletus + kannuste puudumine), autosoomne	Scaleless
se	Alumise silmalau liikumatus, autosoomne, retsessiivne	Sleepy-eye
sl	Kannuste puudumine	Spurlesness
sm	Alalõualuu lühenemine, poolletaalne	Short mandible
sn	Hõre sulestik (poolkaetud)	Sunsuit
str	Räbaldunud sulestik	Stringy
su	Lühenenud alanokk, poolletaalne	Short upper beak
sy	Kleepunud looted, embrüonaalperioodil letaalne	Stickness
Tr	Sulgede sädelevus	Trate
t, t ^s	Hiline ja aeglane sulgedega kattumine, autosoomne, retsessiivne	Tardy, retarded
ta	Muttloode, embrüonaalperioodil letaalne	Talpid
u	Päranipunäärme juha kahestumine	Uropygial gland
v	Säärel kulliliste iseloomulik sulekahl ("püksid")	Vulture hocks
W	Valge nahavärvus (ksantofüll ei ladestu nahasse)	White
wo	Karesulgsus	Wolly
Ws	Tiibadeta, suguliiteline	Wingless
Y	Kaksikkannusus	Double spur

2.3.7. Peamised geneetilised parameetrid kanade selektsioonil

Isendi kompleksel hindamisel on eriti tähtis teada tema majanduslikult kasulike tunnuste geneetilisi parameetreid ja nendevahelisi seoseid. Allpool vaadeldakse neid põhimisi geneetilisi parameetreid, mis iseloomustavad kvantitatiivseid tunnuseid linnupopulatsioonides: päritavus- ja korduvuskoeffitsienti, geneetilist ja fenotüüpilist korrelatsiooni.

Päritavuskoeffitsient (h^2) näitab matemaatiliselt, milline osa populatsiooni üldisest fenotüüpilisest muutlikkusest on põhjustatud genotüüpilisest muutlikkusest. Põllumajanduslindude produktiivsuse põhinäitajate, toodangu kvaliteedi ja taastootmisvõime keskmised päritavuskoeffitsiendid on esitatud tabelis 2.2.

Tabel 2.2. Kanade erinevate tunnuste päritavuskoeffitsiendid

Tunnus	Keskmine h^2	h^2 piirväärtused
Kanad		
Kehamass 1 kuuselt	0,33	×
2 kuuselt	0,46	×
3 kuuselt	0,44	×
5 kuuselt	0,45	0,40...0,50
6 kuuselt	0,55	×
täiskasvanult	0,43	×
Sulgedega kattumus 6...8-nädalaselt	0,30	0,25...0,42
Vanus munemahakkamisel	0,25	0,15...0,40
Munatoodang esimesel 3 munemiskuul	0,21	×
Munatoodang aastas	0,30	0,11...0,47
Munemisperioodi toodang	0,35	0,13...0,49
Munemisintensiivsus	0,20	0,19...0,22
Munade viljastatus	0,10	0,03...0,13
Tibude kooruvus	0,15	0,03...0,20
Noorlindude säilivus	0,10	0,05...0,16
Täiskasvanud kanade säilivus	0,10	0,03...0,13
Aastas toodetud munamass	0,47	×
Muna tihedus	0,40	0,32...0,56
Muna kuju indeks	0,45	0,30...0,74
Valguindeks	0,40	0,26...0,60
Rebuindeks	0,55	0,54...0,60
Munakoore paksus	0,30	0,15...0,45
Veretäppide esinemine	0,60	0,40...0,70
Munakoore värvus	0,60	0,40...0,76
Haugh'i ühik	0,32	×
Tapamass 9-nädalaselt	0,28	×
Rinna laius noorlindudel	0,25	0,21...0,30
Rinnalihase paksus noorlindudel	0,56	×
Rinnakukiilu pikkus noorlindudel	0,59	×

Tabelis 2.2. toodud päritavuskoeffitsiendid varieeruvad tunduvalt, sõltudes tõust, liinist või populatsioonist, muidugi ka söötmis- ja pidamisolude üldisest tasemest. Küll aga lubavad nad teha järeldusi, et sellised näitajad kui kehamass, munade ja noorlindude liha kvaliteet

ning mõned teised on küllalt kõrgete päritavuskoefitsientidega, mistõttu neid on ka edukalt mass-selekttsioonis kasutatud. Tunduvalt madalamad on päritavuskoefitsiendid munade viljastatusel, tibude koorumisel ja noorlindude elulisusel. Mass-selekttsiooniga ei ole nende tunnuste parandamine enam efektiivne. Munatoodang ja kanade vanus munemahakkamisel on tunnused, mille päritavuskoefitsient on tavaliselt 0,2...0,3 piirides. Varem selekteerimata linnukarja puhul võib ka siin massvalik rahuldavaid tulemusi anda. Selekttsiooni käigus h^2 suurus tavaliselt muutub.

Olulisemaks kui päritavuskoefitsienti peavad linnuaretajad aretustöös majanduslikult kasulike tunnuste omavaheliste seoste, korrelatsioonide väljaselgitamist. Vastavalt hangitud uurimismaterjalile, selekttsioonitöö suunale ja selle kulgemise etapile kasutatakse vastavate korrelatsioonikordajate (r) leidmiseks kas fenotüüpilist või geneetilist korrelatsiooniarvutust. Enamik erialases kirjanduses kasutatavaid korrelatsioonikordajaid on leitud ontogeneesisprotsessis formeeuvate fenotüüpiliste tunnuste vahel. Vähem leidub andmeid geneetiliste korrelatsioonide kohta, mis määratakse seoste uurimisega sugulasrühmades (vanemad-järglased, õed-poolõed).

Positiivsete statistiliselt usutavate fenotüüpiliste korrelatsioonide hulka kuuluvad: noorkanade kehamass ja muna keskmine mass; esimese 3 kuu munatoodang ja munade kogutoodang; munatoodang aastas ja munamass; muna keskmine mass ja munamass; munade viljastatus ja tibude kooruvus.

Negatiivse korrelatsiooni näitena saab tuua munemisintensiivsuse ja muna kvaliteedi. Mida intensiivsemalt kana muneb, seda tagasihoidlikumad on näiteks munakoore kvaliteet ja Haugh'i ühik. Huvipakkuvad on seosed munakanade kahe olulisema tunnuse, munemisintensiivsuse ja muna keskmise massi vahel. Mõned aastakümned tagasi oli enamikus kanatõugudes ja populatsioonides see korrelatsioon negatiivne ja statistiliselt tõenäone. Käesoleval ajal läheneb see korrelatsioon nullile ($r \approx 0$). Mõned munakanade produktiivsuse näitajate tähtsamad geneetilised korrelatsioonikordajad on esitatud tabelis 2.3.

Olulist osa selekttsioonis mängib veel üks parameeter – korduvuskoefitsient, mis iseloomustab tunnuse vastupidavust (säilimist) isendi eluaja jooksul. Oma sisult on korduvuskoefitsient lähedane mitmete mõõtmiste kestel saadud korrelatsioonikordajate keskmisele. Suur korduvus on omane muna kvaliteedinäitajatele. Muna keskmise massi, muna kuju indeksi ja munavalge koguse korduvuskoefitsient on erinevatel kanatõugudel $\approx 0,8$. Munakoore massi, munakoore paksuse ja valguindeksi korduvuskoefitsient on 0,6...0,8. Muna kvaliteedi küllalt kõrge korduvuskoefitsiendid viitavad sellele, et selekttsiooni otstarbeks on küllaldane nende suhteliselt väikese arvu mõõtmine lühikese perioodi kestel.

Lindude peamised majanduslikult kasulikud tunnused on teatud omavahelistes seostes. Seetõttu kasutatakse linnupopulatsiooni kompleksseks täiustamiseks selekttsiooniindekseid, mille väljatöötamisel arvestatakse iga eritunnuse suhtelist majanduslikku ja bioloogilist tähtsust, päritavust ning korrelatsioone teiste tunnustega.

2.3.8. Heteroos ja selle kasutamine kanakasvatases

Heteroosiilmingut kasutatakse põllumajanduspraktikas palju aastakümneid. Ühtset teoreetilist alust heteroosi esiletuleku väga erinevatele vormidele ja ilmingutele ei ole senini välja töötatud. Heteroosi võib mõista kui heterosügootsuse suurenemisega kaasnevat stimuleerivat toimet mitmele tunnusele (suurem kasvaintensiivsus, sigivus ja produktiivsus, pikem eluiga, parem haigusresistentsus jt). Heteroosi puhul on F_1 -põlvkonna (hübriidide) uuritava tunnuse keskmine näitaja parem vanempopulatsiooni keskmisest. Järgnevates põlvkondades heteroosiefekt tavaliselt kaob.

Tabel 2.3. Olulisemad munakanade tunnuste geneetilised korrelatsioonikordajad

Tunnus	r
Kehamass munemise algul : munatoodang esimesel munemisaastal	+0,11
Kehamass : muna keskmine mass	+0,32
Kehamass : munamass esimesel munemisaastal	+0,15
Munade arv : muna keskmine mass	-0,02
Munade arv : munamass	+0,65
Muna keskmine mass : munamass	+0,82

Allpool esitatakse H. F. Kušneri (Кушнер, 1978) järgi need molekulaargeneetilised mehhanismid, mis enamiku teadlaste arvates on kõige lähedasemad heteroosinähu mõistmiseks. Heteroosi selgitamiseks on levinud peamiselt kaks hüpoteesi: dominantsete geenide ja üledominantsuse hüpotees. Dominantsete geenide hüpoteesi kohaselt toimivad emalt ja isalt hübriidi organismi determineeritud erinevatesse lookustesse kuuluvad dominantsete geenid soodsalt ja summaarselt. Populatsiooni arengule mittesoovitavalt mõjuvad dominantsete geenidega isendid eemaldatakse populatsioonist aga loodusliku valikuga. Seega heterosügootides säilivad ainult retsessiivsed negatiivse (kahjuliku) toimega geenid. Homosügootsete isendite ristamisel heterosügootsus suureneb ja hübriididel on dominantseid geene (lookusi dominantse alleeliga) rohkem kui vanematel. Näiteks ristamisel $ABbCc \times aabbcc$ saadakse hübriidis kolm lookust dominantse alleeliga $AbBbCc$. Seega võib arvata, et hübriidi füsioloogiliste või biokeemiliste süsteemide funktsionaalsus on täielikum kui vanematel.

Hiljem seda hüpoteesi täiendati, sest leiti, et soodsa toimega dominantsete geenid on aheldunud, asuvad ühes kromosoomis. Seega on esitatud hüpoteesi kohaselt heteroos erinevates lookustes asuvate, isendi arengule ja kohastumisele soodsalt toimivate aheldunud dominantsete geenide koostoimest põhjustatud nähtus (Teinberg, 1978).

Teiseks on heteroosinähtuse seletamiseks käibel üledominantsuse hüpotees. See põhineb oletusel, et heterosügootsus toimib isendi arengule ja kohanemisvõimele soodsamalt kui homosügootsus. Heterosügootsuse toime üheks põhjuseks peetakse asjaolu, et erinevad alleelid määravad ühes ja samas lookuses suurema arvu konkreetsete biokeemiliste sünteesiprotsesside kulgu kui seda teeb üks alleel. Seoses sellega on isendid parema kohanemisvõimega. Ka praktikas nähtub, et heterosügootid on paremini kaitstud välistegurite ebasoodsa toime vastu. Arvatakse ka, et üledominantsuse põhjuseks võib olla veel mittealleelsete geenide koostoime ja et eeltoodud mõlema hüpoteesi mehhanismid võivad toimida samaaegselt.

Kuni 20. sajandi viiekümnendate aastateni mõisteti looma- ja linnukasvatases heteroosi all tõugude või liikide ristamisel saadud efekti. 20. sajandi teisest poolest alates on aga

edukalt hakatud kasutama tõusisest, diferentseeritud liinide ühendamisel saadavat heteroosiefekti. Kõige edukamalt kasutatakse tõusiseselt heteroosi munakanakasvatustes. Kuid ka siin on tulnud lisaks erinevate tõugude liinide omavaheline ühendamine. Näiteks Austraalias kasutatakse kanamunade tootmisel väga palju australorbi ja valge leghorni ristandeid, Jaapanis on kanamunade tootmisel küllalt palju levinud viiriku plimutroki ja leghorni ristandid.

Kanabroilerikasvatus baseerub peaaegu täielikult eri tõugu lihakanade liinide ristamisel, kusjuures isasvormi liinideks on korniši, emasvormi liinideks valge plimutroki kanatõug. Heteroosi efektiivsemaks kasutamiseks tuleb isas- ja emasvormi liinide selektsioonil pöörata peatähelepanu nende täpsemale diferentseerimisele. Emasvormi lindudel tuleb suurendada munatoodangut, pikendada munemisperioodi ja parandada munade haudeomadusi. Isasvormi lindudel tuleb parandada varavalmivust, lihavorme ja liha kvaliteeti, söödakasutust, sugulist aktiivsust ja sperma kvaliteeti. Heteroosi efektiivsus sõltub mitte ainult ristamiseks õigesti valitud tõugudest või ühendamiseks valitud sama tõu liinidest, vaid ka lindude individuaalsetest omadustest, s.o paaride valikust. Siit ka selektsiooni üks põhiprintsiipe: väikseimaks ühikuks selektsioonil ei saa pidada üht isendit, ka kõige produktiivsemat, vaid häid järglasi andvat vanemapaari. Oluline tegur heteroosiefekti saamisel on genotüübi ja välistegurite koosmõju ehk interaktsioon. Et fenotüüpi võib vaadelda kui genotüübi realiseerumise tulemust teatud oludes, siis järeldub sellest, et fenotüübis ei realiseeru mitte kunagi kõik genotüübis kodeeritud võimalused. Genotüübi realiseerumine fenotüübina on piiratud nimelt konkreetsete keskkonnateguritega, milles organism areneb. Tänapäeva geneetikateaduse ettekujutuste kohaselt ei ole päritav mingi "valmis" tunnus, vaid areneva organismi kindel reaktsioon välisteguritele, s.o teatud kindel reaktsiooninorm. Järelikult toimub keskkonnategurite muutumisel ka tunnuse fenotüübiline muutumine.

Praktikas on eeltoodud seisukohal suur tähtsus. Tõuaretajal on alati tegemist konkreetsete, sageli väga varieeruvate keskkonnateguritega, milles tuleb läbi viia valik ja paaridevalik. Seetõttu on vaja teada, kuidas muutunud oludes toimib antud genotüüp, täpsemalt tema üksikud tunnused. Kui linnu selekteeritavate tunnuste ja keskkonna erinevate tegurite vahel on korrelatsioonikordajad madalad, räägitakse genotüübi ja keskkonna tugevast interaktsioonist. Kui aga mingi tunnus saab erinevate keskkonnategurite suhtes ühesuguse tasemega kõrged korrelatsioonikordajad on tegemist genotüübi ja keskkonnategurite vähese koosmõju või selle puudumisega.

Linnukasvatustes on eeltoodud probleem oluline seetõttu, et nii tõuaretusettevõtted kui ka tootmisfarmid paiknevad väga erinevates looduslikes tsoonides, kus lindude söötmine ja pidamine erineb tunduvalt. Viimased avaldavad aga olulist mõju genotüübi avaldumisele. Juhtivates linnukasvatustes on tehtud palju uurimusi lindude produktiivsust mõjutavate tunnuste hindamiseks erinevates kliimaatilistes, pidamis- ja söötmisoludes. Munakanade puhul selgus, et munatoodang, munade viljastatus, tibude kooruvus ja elujõud sõltusid ulatuslikult keskkonnateguritest. Vähem mõjusid need kanade kehamassile ja munade kvaliteedile.

2.3.9. Selektiivmeetodid

Kogu selektsioonitöö on linnukasvatustes suunatud olemasolevate genotüüpide (erinevate tõugude, tõurühmade, liinide, krosside) säilitamisele, täiustamisele ja uute genotüüpide

loomisele. Tänapäeva linnukasvatus baseerub suuretoodanguliste ristandlindude või liinide ühendamisel (krossimisel) saadud lindude heteroosiinähtuse kasutamisel.

Viimasel ajal esineb eesti- ja ka võõrkeeltes, eriti inglisekeelses linnukasvatusalases kirjanduses termin " hübriidlinn". Viimase all mõistetakse erinevate linnutõugude liinide ristamisel või sama tõu liinide ühendamisel saadud tarbelindu. Laiemas mõistes on iga isas- ja emaslinnu järglane küll hübriid, eestikeelses erialakirjanduses tähendab hübriid aga kahe erineva liigi isas- ja emaslooma (linnu) paaritamisel saadud järglast. Erinevatesse liinidesse (munakanad) või erinevate tõugude liinidesse (lihakanad) kuuluvate lindude paaritamisel saame seega tarbelinnuna kas puhtatõulise või ristandlinnu, mitte hübriidlinnu. Et erinevaid liine, mida tarbelindude saamiseks tuleb ühendada ja ühendamise lõpp-produkti nimetatakse inglisepäraselt krossiks, tuleks seda tegevust nimetada krossimiseks (krossima), krossimise lõpp-produkti aga ebatäpse "hübriidlinnu" asemel krossi "n" tarbelinnuks (näiteks Starkross 2000 tarbelinnud).

Selliste tarbelindude saamiseks, sõltuvalt linnuliigist ja seatud eesmärgist, kasutatakse erinevaid selektsioonimeetodeid: mass-, perekonna(pere-) ja kombineeritud selektsiooni. Mass-selektsiooni korral toimub lindude hindamine, valik ja paaridevalik fenotüübi alusel, põlvnemise andmeid arvestamata. Mass-selektsioon (valik) on efektiivne siis, kui selekteeritava tunnuse päritavuskordaja on küllalt kõrge ($h^2 = 0,4$ ja rohkem). Selline tunnus on näiteks kehamass. Lindude valikul suurema kehamassi suunas saadakse järglaskonnas üsna ruttu soovitud tulemusi. Teatud tasemel vähendab aga genotüübiliste erisuste languse tõttu selle meetodi efektiivsus selektsiooni kestel järsult.

Pereselektsiooni (aretuse) puhul toimub valik ja lindude järgnev hindamine pere- või perelisrühma lindude fenotüübi ja genotüübiliste näitajate alusel. Seejuures kasutatakse pereselektsiooni meetodit tavaliselt madala päritavuskoeffitsiendiga tunnuse puhul. Lindude fenotüüp hinnatakse ka siin nende majanduslikult kasulike omaduste alusel, genotüüp aga põlvnemisandmete, õvede ja poolõvede ning järglaskonna produktiivsuse alusel. Seejuures hinnatakse fenotüüpi kõigil selektsioonietappidel.

Põlvnemisandmete järgi hinnatakse peamiselt noori linde, keda ei ole veel kõikide tunnuste järgi hinnatud. Siin on aga seaduspärane asjaolu, et mida kaugemal genealoogilises reas asetsevad põlvnemisandmetel eellased hinnatavatest, seda vähem täpne on saadud hinnang, sest välistegurid võisid vahepealsete põlvkondade vastavaid tunnuseid muuta. Õvede ja poolõvede järgi isendi hindamine peegeldab üsna täpselt ka genotüüpi, mistõttu seda võtet kasutatakse lindude selektsioonil üsna tihti. Isaslindude hindamist järglaste produktiivsuse järgi tuleb lugeda eeltooduist täpseimaks meetodiks. See meetod põhineb järglaskonna selekteeritavate tunnuste absoluutsete ja suhteliste näitajate ärakasutamisel.

Peraretus suurendab paremate isendite valiku täpsust. Selektsoonikarja taastootmiseks valitakse järgmisse põlvkonda linnud neist peredest ja perelis-rühmadest, kes antud selektsioonitunnuse osas ületavad liinide vastava keskmise näitaja.

Kombineeritud selektsiooni puhul ühendatakse mass-selektsiooni võtted pereselektsiooniga. Lindude valik kõrge päritavuskoeffitsiendiga tunnuste alusel toimub individuaalselt, madala päritavuskoeffitsiendiga tunnuste alusel valitakse nagu pereselektsiooni puhul. Praktikas kasutatakse seda meetodit väga sageli.

Kõik ülaltoodud selektsioonimeetodid võimaldavad täiustada genotüüpi. Enamikul juhtudel taotletakse üksikute selektsioonimeetodite abil parandada mitte üht, vaid mitut tunnust. Kui parandatakse positiivselt korreleeruvaid tunnuseid (näiteks kehamass – muna keskmine mass), siis tavaliselt valik ühe tunnuse suhtes parandab ka teist. Kui on aga vaja täiustada negatiivselt korreleeruvaid tunnuseid (näiteks munatoodang – muna keskmine mass), siis tuleb lindude valikule läheneda teisiti. Sõltuvalt selektsiooni eesmärgist ja vajadusest parandada mingit konkreetset tunnust, kasutatakse lindude erinevaid valikumeetodeid: tandemselektsiooni, valikut sõltumatute selektsioonipiiride järgi ja selektsiooniindeksi meetodit. Tandemselektsioonil parandatakse tunnuseid (omadusi) ükshaaval, järgemööda. Linde valitakse teatud arv põlvkondi ühe tunnuse alusel. Soovitud taseme saavutamisel võetakse käsile järgmine tunnus jne. See meetod vajab küllalt pikka perioodi. Meetodi puuduseks on ka asjaolu, et järgmise tunnuse alusel selekteerimisel võib eelnevalt optimaalsele tasemele selekteeritud tunnus muutuda mittesoovitavas suunas. Seetõttu kasutatakse tihti modifitseeritud tandemselektsiooni, mille puhul igas generatsioonis selekteeritakse üheaegselt mitut tunnust. Tandemselektsiooni kasutatakse peamiselt ühe, harva mitme positiivselt korreleeruva tunnuse täiustamiseks.

Kõige laiemalt kasutatakse lindude selektsioonipraktikas valikut sõltumatute selektsioonipiiride järgi. Selle meetodi puhul kehtestatakse igale valikutunnusele miinimumpiir (minimaalnhõue), millest vastava näitaja osas allapoole jäävad linnud praagitakse.

Rohkesti kasutatakse tänapäeval lindude selektsioonil, eriti mitme polümeerse tunnuse järgi valikul, selektsiooniindeksi meetodit. Selle puhul ei hinnata lindu mitte üksiku tunnuse, vaid tunnuste kompleksi alusel, mis väljendatakse ühe üldistatud suurusega (arvuga). Sellise spetsiaalselt väljatöötatud indeksi koosseisu kuuluvad tunnuse päritavus, selle korrelatsioonid teiste tunnustega, tunnuse majanduslik kasulikkus jne.

Igasuguste selektsioonivõtete puhul on tunnuse täiustamine seotud valiku tasemega, selektsiooni intensiivsusega. Viimast saab väljendada protsentides, lähtudes lindude koguarvust, või ka selektsioonidiferentsi kaudu. Seleksioonidiferents on vahe järgmise põlvkonna vanemaiks valitud lindude näitajate keskmise ja kogu lähtepopulatsiooni keskmiste näitajate vahel. Seleksioonidiferentsi kasutatakse seleksiooniefekti ehk valikuedu arvutamiseks, s.t ühe või teise tunnuse taseme planeerimiseks seleksioonis. Seleksiooniefekt sõltub tunnuse päritavusest ja põlvkondade vahelisest intervallist. Mida suurem on intervall, seda väiksem on seleksiooniefekt aastas. Näiteks 49-päevaste kanabroilerite kehamass lähtematerjalis oli 1500 g, järgmises valitud populatsioonis 1600 g, päritavuskoefitsient $h^2 = 0,35$. Seleksiooniefekt on sel puhul $(1600 - 1500) \times 0,35 = 35$ g põlvkonnas.

Enamikul juhtudest on selektsiooni eesmärk uute suuretoodanguliste liinide ja krosside loomine või olemasolevate täiustamine. Uute liinide ja krosside moodustamisel on vastavalt püstitatud eesmärgile igal konkreetsel juhul oma eripära. Uued liinid luuakse ühe või mitme linnutõu heterosügootse linnukarja baasil. Uus kross moodustatakse uute aretatud liinide või olemasolevate liinide uue kombinatsiooni baasil.

Uued linnuliinid luuakse mitmes etapis. Uuele liinile alusepanekul hinnatakse kõigepealt linnud individuaalselt nende majanduslikult kasulike tunnuste väljaselgitamiseks ja toimub põhjalik praakimine (kuni 95% lähtematerjalist). Nii sellel perioodil kui ka kõikidel järgnevatel perioodidel hinnatakse ja valitakse linde rangelt ka eksterjöori alusel.

Parimad väljavalitud linnud hinnatakse järglaste järgi. Selleks komplekteeritakse selektsioonipered (kanade puhul 1 kukk ja 10...16 kana) nii, et kanad oleksid ühtlase eksterjöõri ja võrdsete jõudlusomadustega. Väljaselgitatud paremad kuked valitakse uute loodavate liinide alustajaiks. Tavaliselt juba liinide moodustamise algul püstitatakse iga uue liini lindude (krossis isasvorm või emasvorm) põhitunnustele erinevad kindlad parameetrid. Viimane põhimõte leiab rakendamist eriti sel juhul, kui isas- ja emasvormid on erinevatest tõugudest (näiteks lihakanakrosside puhul). Pärast liinialustajate väljaselgitamist kasutatakse pere- või kombineeritud selektsiooni. Paremate pere ja perelisrühmade väljaselgitamise järel alustatakse ilmnunud soovitud tunnuste kinnistamisega. Selleks kasutatakse mitme põlvkonna jooksul sugulusaretust, seda peamiselt genotüübilt kõige hinnalisemate kukkede kasutamisega. Algetappi iseloomustab lähisuguluspaaritus, edasi minnakse üle mõõdukale suguluspaaritusele ja hiljem mittesuguluspaaritusele. Lubatud inbriidingukoefitsient on munakanade puhul sel etapil 35...40%, lihakanadel 15...20%. Inbriidingu kasutamisel praagitakse rangelt kõik madala elujõuga pered. Peale soovitud tunnuste kinnistamise mõjutab inbriiding populatsiooni ka "sanitaarselt", sest siin tulevad homosügootseina esile letaalsed ja poolletaalsed geenid. Need elimineeruvad ja seega populatsiooni elujõud suureneb.

Koos loodud liini soovitud tunnuste kinnistamisega toimub lindude hindamine liinide ühendamise seisukohalt. Teiste sõnadega: määratakse nende koht isas- ja emasvormi liinidena krossis. Liinide parima ühendamisskeemi (krossi) selgitamiseks kasutatakse korraga kõikide liinide polüalleelset ristamisskeemi. Järglaste majanduslikult kasulikke tunnuseid võrreldakse ristamise kõikides variantides saadud järglasrühmade vastavate tulemustega ja muidugi paralleelselt liinide "puhasaretuses" saadud järglaste andmetega ning tuuakse välja ühendamiseks (ristamiseks) sobivad parimad liinid.

Pärast uute liinide loomist ja nende tootmisse andmist alustatakse kohe antud liini lindude soovitud omaduste säilitamist ja täiustamist liinisisese selektsiooni abil. Selles töös pööratakse erilist tähelepanu genealoogiliste mikrolliinide kujundamisele, sest just mikrolliinide lindude omavahelisel paaritamisel saadud järglased tagavad liinis soovitud tunnuste säilimise. See selektsioonitöö osa tehakse tõulinnukasvandustes. Liine täiustatakse siin tihti ka uue geneetilise materjali liiniviimisega sisestava ristamise meetodil.

2.4. Kanatõud ja krossid

Põllumajanduslindude arvukad tõud on aegade vältel saadud kodustatud lindudest nende valiku, paaridevaliku ja ristamise teel erinevates keskkonnatingimustes. Tänapäeva tööstuslikus linnukasvatuses kasutatavad linnutõud ja -krossid on saadud enamasti keerukate ristamiste tulemusena. Maailmas loendatakse üle 100 majanduslikult arvestatava kanatõu. Pidevalt luuakse juurde uusi tõuge ja tõurühmi, lõpetatuks ei saa lugeda ka lindude kodustamise protsessi.

Kanade tõuge on klassifitseeritud mitmeti. Aluseks on võetud küll morfoloogilisi tunnuseid, kehamassi, tõu loomise kohta, kodustamiskohta, aga ka levikut või põhitoodangut. Kanatõugusid liigitatakse tavaliselt järgmiselt: muna-, liha-muna, liha-, võitlus- ja dekoratiivkanad. Eraldi rühmas võib vaadelda kääbuskanu ja autoseksseid kanatõuge.

Kanatõugude kasutusaktiivsus ja populaarsus on eri aegadel olnud väga erinev. Näiteks XIX sajandil peeti parimateks kotšini ja braama tõugu lihakanu, XX sajandi vallutasid aga leghornid. Maailmas on praegu suund puhtatõuliste kanade arvu vähenemisele. Tööstuslikus linnukasvatuses kasutatakse peaaegu eranditult nn hübriidlinde ehk tootmislinde (eri tõugude ristandeid või sama tõu eri liinide ühendamisel saadud linde). Puhtatõulisi linde peetakse vaid sellisel hulgal, mis on hädavajalik hübriid- ehk tootmiskanade tootmiseks ja uute liinide aretamiseks. Mitmeid erinevaid kanatõuge kasvatavad ühes majapidamises vaid asjaarmastajad, neid säilitatakse ka genofondide kollektsioonides, et mitte kaotada baasi uute tõugude loomiseks.

2.4.1. Tuntumad munakanatõud

Leghorn. Leghorni kanatõugu tuntakse juba üle 100 aasta. Praeguseks on leghorni kanad kõige levinum munakanatõug kogu maailmas. Tavaliselt arvatakse, et oma nimetuse said leghorni kanad Itaalia sadamalinnalt Livorno, mille kaudu juba 19. sajandi keskel veeti kohalikke valgeid itaalia kanu Ameerikasse. Livorno linna nime hääldati inglise keeles "leghorn" ja nimetus kandus üle ka väljaveetud kanadele. On avaldatud ka arvamust, et tõu nimetus pärineb ingliskeelsetest sõnadest "leg" (jalg) ja "horn" (sarvollus). Mõeldud on siin nende kanade kollaseid, sarvevärvusele sarnanevaid jalgu ja nokka. 1837. a USA-sse viidud itaalia valgeid kanu ristati seal minorkade, hispaania võitlus- ja dekoratiivkanadega. 1870. a toodi leghorne USA-st Inglismaale, kus neile lisati dorkingite verd. Mitmete ristamiste tulemusena suurenes tunduvalt leghorni kanade munatoodang, kehamass ja munade keskmine mass. Saadi musta, kollase ja põldpüüvärvilise sulestikuga leghornid, kuid laiema leviku osaliseks said vaid põldpüüvärvusega ja valge sulestikuga populatsioonid. Inglismaalt levisid leghornid kõigisse Euroopa maadesse. 1920...1930ndatel aastatel jõudsid nad näiteks Saksamaale. Et igal maal aretati tõugu eri suundades, siis tuntakse praegu väga palju leghornide teisendeid.

Valgeid leghorne iseloomustavad järgmised tõutunnused. Sulestik on tihe, sile, puhta valge värvusega. Pea on keskmise suurusega, kõrvalapid valged (mittemuneval kanal kollakasvalged), silmad pruunikaspunased ja ümmargused, hari hästi arenenud. Kael on suhteliselt pikk, püstine. Selg on võrdlemisi pikk ja lai ning aheneb vaid õlgade kohal. Tiivad on laiad ja tugevasti kere vastu surutud. Saba on lai, 40° nurga all tahapoole hoiduv, noka ja jalad kollased. Tibud kooruvad hästi, nad on elujõulised ning arenevad kiiresti. Kanad hakkavad munema 4,5...5,5 kuuselt. Tippmunatoodang on 365 muna

aastas (eluea jooksul 2036 muna). keskmine aastatoodang ulatub 200...300 munani. Muna mass on I munemisperioodil 45...65 g, II munemisperioodil 55...65 g. Munakoor on valge. Haudeinstinkt ilmneb vaid vähestel lindudel. Täiskasvanud kuked kaaluvad keskmiselt 2,7 kg, kanad 1,8...2,0 kg.

Itaalia põldpüüvärviline kana. Neid kanu on nimetatud ka pruunideks leghornideks. Eksterjöörilt sarnanevad nad leghorni kanadega, ka kehamass on enamvähem võrdne (kuked keskmiselt 2,5 kg, kanad 1,8 kg). Munema hakkavad kanad 5-kuuselt, munakoor on valge, munad heade inkubatsiooniomadustega. Munatoodangult jäävad itaalia põldpüüvärvilised kanad aga leghornidele alla, nendelt saab aastas vaid 180...200 muna.

20. sajandi algul oli see kanatõug Saksamaal ja Taanis väga populaarne, seda eelkõige oma ilusa sulestiku tõttu. Eramajapidamistes hinnati selle tõu kanu nende looduses vähese silmatorkavuse ja ilusa sulestiku värvuse tõttu. 1958. a alates on itaalia põldpüüvärviliste kanade arvukus tunduvalt langenud, sest neil täheldati suurtes rühmades pidamise korral kannibalisminähtu – sulgede söömist. Tõug on säilinud vaid eramajapidamistes ja kollektsioonides. Selle tõu põhjal on loodud mitmed munakanakrossid ja neid kasutatakse selleks veel praegugi.

Minorka. Minorka kanatõugu on tihti kasutatud ristamiseks, et parandada teiste tõugude produktiivomadusi. Otsest kasutamist nad tööstuslikus linnukasvatuses ei leia. Minorkad on oma nime saanud aretuspaigast – Minorka saarest Vahemeres. Tuntakse kahte sulestiku värvuselt erinevat teist – musti ja valgeid minorkasid. Kukkede kehamass on 3,0...3,5 kg, kanadel 2,5...3,0 kg. Aastane munatoodang on vaid 150...180 muna, kuid munad on suhteliselt suured (60...65 g), tugeva valge koore ja heade inkubatsiooniomadustega. Teiste munakanatõugude hulgas on nad eristatavad väga suurte ovaalsete valgete kõrvalappide tõttu. Minorka kanatõus esineb ka roosharjaline populatsioon.

Andaluusia kana. Pärit Andaluusiast, Hispaaniast. Esialgselt aretati Inglismaal. Tõuna registreeriti Saksamaal, kuhu nad veeti sisse Inglismaalt 1872. a. Andaluusia kanad, eriti kuked on suure lihtharjaga tüüpilise munakana tõule omase kehaehituse ja sulestikuga, põhivärvusteks on tuvisinine, ka tuvihall. Esineb aga ka musti ja hallikasvalgeid populatsioone. Kehamass kukkedel 2,5...3, kanadel 2...2,5 kg. Munad valgekoorelised, tugeva koorega, muna keskmine mass 58...60 g, aastane munatoodang kuni 200 muna. Kasutatakse kaasajal uute munakanakrosside loomisel. Teistest munakanadest on nad eristatavad tuvihalli üldvärvuse, väiksemate valgete kõrvalappide ja kontuursulgede tumehallide kuni mustade suleservade tõttu.

Hamburgi kana. Tüüpilise roosharjaga ja suurte ümarate valgete kõrvalappidega kerged munakanad. Esineb mitmeid sulestiku värvusi: musti, hõbetäpilisi, kuldäpilisi, viirikuid jt. Jalgade värvus on kõikide sulemustrite ja värvuste korral hallikassinine. Kukkede kehamass 1,5...2,5, kanadel 1...2 kg, munatoodang 100...180 muna keskmise massiga 50 g. Seda kanatõugu tuntakse 1625. aastast, hamburgi kanatõu nime all 1740. a. Praegu tuntakse hamburgi kanatõu kasvatajamaadena Inglismaad, Hollandit ja Saksamaad, kus neid peetakse rohkem ilu- kui produktiivlindudena.

Paljaskaelne kana. Paljaskaelseid kanu on eri autorid erinevatel aegadel liigitanud nii muna- kui ka liha-munakanade hulka. Paljaskaelseuse kutsub esile dominantelt toimiv geenipaar Na. Paljaskaelised kanad ilmusid tõuna 1875. a Austrias ja on väga kvaliteetse lihaga ja kuumas kliimas säiliva munemisvõimega. Nende omaduste ning suhteliselt suure

muna (65...68 g) tõttu on neid kasutatud nii kanabroilerite kui ka munakanakrosside aretuses. Tuntakse musta, valge ja punase sulestiku värvusega populatsioone. Kukkede kehamass on 2,5...3, kanadel 2...2,5 kg, aastane munatoodang 200 muna. Kaasajal levinud Kesk- ja Ida-Euroopa riikide väike- ja hobikanapidajate hulgas.

Orlovi kana. Selle vana kanatõu aretasid Kurski ja Orlovi kubermangu talupojad kohalike kanade ristamisel võitluskanadega. Esimest korda eksponeeriti neid Moskva näitusel 1881. a. Tööstuslikus linnukasvatases puudub sellel tõul otsene tähtsus, kuid teda on kasutatud mitmete teiste kanatõugude saamisel ja tõenäoliselt kasutatakse uute krosside loomisel ka edaspidi. Eksterjööritl meenutavad orlovi kanad võitluskanu: neil on kõrged jalad, tõstetud hoiakuga kere, tugev nokk, tugevasti arenenud kulmusulestik. Mõnikord liigitatakse orlovi tõugu kanu ka võitluskanade, mitte munakanade hulka. Sulestiku poolest esineb mitmesuguseid teisendeid: kirjusid, õlevärvust, pähklivärvust, punakaspruune, musti ja vaid harva valgeid. Orlovi kanade toodang ulatub aastas 130...150 munani, munad on suured (60...65 g) ja tugeva koorega.

2.4.2. Eestis peetavad munakanakrossid

Valgekoorelisi mune munevad munakanakrossid. Alates 1963. a, mil Eestisse toodi firma Shaveri valgeid mune munev 3-liiniline munakanakross Starkross 288, kasutatakse meil toidumunade tootmiseks ca 95% ulatuses peamiselt Lääne-Euroopast imporditud munakanakrosse. Järgmisena toodi Eestisse 1999. a Hollandist firmalt Euribrid 4-liiniline munakanakross Hisex white. Sellele järgnesid 1994. a USA-st imporditud kross ISA Babcock B-300B ja sajandivahetusel Soomest Starkross 2000. Kuni 1963. aastani ja ka edaspidi aretati 1952. a asutatud Kurtna Linnukasvatuse Katsejaamas omamaised valge leghorni liinid Kurtna-142 ja Kurtna-84. Nende kanade munatoodang ulatus aastas 286 munani. Muna keskmine mass oli 57,5...58,5 g ja tibude kooruvus 90...93%. Kahjuks ei osutunud nad konkurentsivõimelisteks imporditud valgekooreliste munakanakrossidega, kuna Kurtna liinide kanade söödakasutus osutus munade tootmisel kuni 20% suuremaks. Kaasajal on Eestis ainsaks valgekoorelisi mune tootvaks munakanakrossiks Soome kaudu sisse toodud USA firma Hy-Line kanakross Variety W-36.

Munakanakross Hy-Line Variety W-36. Selle munakanakrossi kanade produktiivsuse näitajad on muljetavaldavad. 60 nädala vanuselt munevad nad keskmise kana kohta 234...240 muna, 80 nädalaselt 338...346 muna. Lindlasse munema paigutatud kana kohta on vastavad näitajad 232...237 ja 332...340 muna. Munemisperioodi kõrgperioodil on munemisintensiivsus 93...94%. Kanade säilivus munemisperioodi kestel on väga hea: 60-nädalaselt 98%, 80-nädalaselt 96%. 50%-line munemisintensiivsus saavutatakse 154-päevaselt. Suur on ka muna keskmine mass, 32-nädala vanustel kanadel 58,4, 70-nädala vanustel kanadel 63,4 g. Kuni 80 nädalani kestnud munemisperioodi kestel toodetakse kana kohta keskmiselt 20,5 kg mune. Sarnase kõrge toodangu saamiseks kasutatakse noorkanade üleskasvatamiseks ja neilt maksimaalse toodangu saamiseks kuni kuut erineva toitainetetasemega segajõusööta.

Pruunikoorelisi mune munevad munakanakrossid. Pruunikooreliste toidumunade tootmise buum, mis algas Euroopas möödunud sajandi kuuekümnendate aastate algul, ei jätnud puutumata ka Eestit, kuigi siin toodeti njuuhämpširi ja australorbi kanadega pruunikoorelisi mune ka varem, eriti eramajapidamistes. Esimestena toodi Eestisse 1989. a Saksamaalt firmalt Lohmann neljaliiniline pruune mune muneva krossi Lohmann brown kanad. 1990. a lisandusid neile Hollandist Eestisse toodud firma Euribrid

neljaliinilise krossi Hisex brown kanad. 1993. a. lisandus neile krossidele Prantsusmaal tegutsevas firmas ISA aretatud kross ISA brown. Praegu on Eestis pruunikoorelisi mune munevad kanad esindatud peamiselt USA firma Hy-Line krossiga Hy-Line Variety brown.

Hy-Line Variety brown kanade sulestiku värvus on erinevates toonides tumepruun, tüürsuled tunduvalt heledamad, kollakaspruunid. Jalgade ja noka värvus on varieeruvalt valkjaskollane. Keskmise kana kohta munevad nad 60-nädalaselt 252, 74-nädalaselt 328 ja 80-nädalaselt 357 muna. Lindlasse munema paigutatud kana kohta munevad nad 60-nädalaselt 249, 74-nädalaselt 323 ja 80-nädalaselt 351 muna. Kanade säilivus 80-nädala vanuses on 96%. 50%-lise munemisintensiivsuse saavutavad selle krossi kanad 145-päevaselt. Muna keskmine mass on 32-nädalastel kanadel 62,7 g, 70-nädalastel 66,9 g. Munade kogukaal 74-nädalastel kanadel on 20,9 kg, 80-nädalastel 22,9 kg. 21 ja 74 nädala vahemikus toodetakse 1 kg mune 2,06 kg söödaga.

2.4.3. Tuntumad liha-munakanatõud

Roodailend. Tõug on loodud USA-s Rhode Islandi ja Massachusettsi osariigis 19. sajandi 40...50-ndail aastail. Tõu saamiseks paaritati kohalikke kanu Indiast toodud õlevärviliste šanghai ja punakaspruunide malai kukkedega. Munatoodangu suurendamiseks kasutati hiljem veel ristamist pruunide leghornidega. Roodailendi kanatõugu on korduvalt Euroopa riikidesse sisse veetud ning kasutatud mitmete tõurühmade saamiseks. Roodailendi kanadel on sügav ja lai kere, väike lehthari, punased kõrvalapid ja lühike saba, mis asetseb keha suhtes 40...50° nurga all. Sulestik on kohev, tumepunane, heledama või tumedama varjundiga, saba- ja tiivasuled on mustad, roheka helgiga. Esineb ka valge sulestikuga populatsioon. Mõnedel populatsioonidel on säilinud haudeinstinkt. 90-päevased roodailendi kanad kaaluvad 1000...1130, kuked 1250...1300 g, täiskasvanud isendid vastavalt 2,4...2,6 ja 3,4...4,8 kg. Toodang on aastas 170...180 muna, muna keskmine mass 56...58 g. Munakoor on punakaspruun. Kaasajal kasutatakse tõugu lähtematerjalina broilerikrosside produktiivomaduste parandamisel.

Njuuhämpšir. Tõug on saadud USA-s New Hampshire osariigis roodailendi kanatõust valiku teel ja erineb viimastest heledama sulestiku, parema munevuse ja varavalmivuse poolest. Tõug tunnustati 1938. a. Njuuhämpširi kanade kere on pikk, sügav ja lai, hari väike lehthari, kõrvalapid punased, nokk kollane. Jalad on kollased, tugevad. Sulestik helepruun, teised lennused ja sisemised sabasuled mustad. Tuntakse ka valge sulestikuga njuuhämpšire. 70-päevased kanad kaaluvad 1000, kuked 1200 g. Täiskasvanud isendite kehamass on vastavalt 2,7 ja 3,5 kg. Aastane toodang on 170...190 muna, mille keskmine mass 58...59 g. Munakoor on pruun, munade inkubatsiooniomadused head. Haudumakippuvaid kanu leidub vähe.

Tõugu kasutatakse peamiselt uute broilerikrosside saamiseks. Eestis oli põhiline aretustöö koondunud Kurtna Linnukasvatuse Katsejaama. Kurtnas loodud uute njuuhämpširi munatootmissuunaliste liinide Kurtna-8 ja Kurtna-465 kanad olid kõrge munemisintensiivsusega.

Australorp. Australorbi kanad on aretatud Austraalias lihakanadest, inglise mustadest orpingtonidest. Hea aklimatiseerumisevõime tõttu levisid nad kiiresti. Austraalias ja ka teistes maades kasutati australorpe siiski rohkem suuretoodanguliste munatoodangu suunaga krosside saamiseks, enamasti koos valgete leghornidega. Eestisse toodi australorbid USA-st 1946. a. Australorbid on tiheda, siidja, läikivmusta roheka metalse

helgiga sulestikuga. Rind on neil lai ja tugev, kere massiivne, pea väheldane ja väikese lehtharjaga. Jalad ja nokk on tumehallid. Täiskasvanud kanade keskmine kehamass on 2,7, kukkedel 3,5 kg. Aastas saadakse kanadelt 160...180 muna. Linnud on väga elujõulised, haudeinstinkt on vähe arenenud. Munakoor on tihe, pruunikas. Tööd selle kanatõuga nii uute liinide kui ka krosside saamiseks tehti Kurtna Linnukasvatuse Katsejaamas.

Sasseks. Tõug on aretatud Inglismaal Sussexi krahvkonnas kohalike kanade ristamisel dorkingi, korniši, valge kotšini, orpingtoni ja heleda braama tõuga. Tõug loodi algul liha tootmise otstarbeks, kuid peatselt saadi ka teisend – hele sasseks – mis kuulub juba lihamunatõugude hulka. Heleda sasseksi kõrval tuntakse ka punaseid, kirjuseid, kollaseid ja pruune sassekseid. Heleda sasseksi sulestik on hõbevalge, braama kanadelt on neil aga päritud kolumbia värvuse geen - saba, tiibade ja kaela suled on mustad, kaelasulgedel on valge ääris. Sulestiku hõbedase värvuse geen antakse edasi emalt poegadele, mis lubab sasseksi tõugu kanade ristamisel teiste tõugudega eristada saadud tibude sugupoolt udusulgede värvuse põhjal. Seetõttu kasutatakse sassekseid tihti autosekssete krosside saamisel. Heleda sasseksi kanade kehamass on 2,8, kukkedel 3,8 kg. Pruunika koorega munade keskmine mass on 57...60 g, aastas muneb sasseksi kana 170...200 muna. Tibud kattuvad sulgedega suhteliselt aeglaselt. Munadel on head inkubatsiooniomadused, haudumakippuvaid kanu leidub vähe. Sasseksid olid kaasaegsete broilerikrosside loomisel üks osapooli.

Uaiendot. Tõug on aretatud USA-s 19. sajandi lõpul, 1883. a. Sulestiku värvuse poolest on uaiendotte 14 teisendit. Uaiendoti kanadel on rooshari, väike lai pea, väikesed lokutid ja kõrvalapid. Sääred on sulgedega kaetud. Nahk, nokk ja jalad on helekollased. Uaiendotid on heade lihaomadustega, munedes seejuures 140...160 muna aastas. Munadel on pruunikas koor ja nad kaaluvad 55...60 g. Tibud arenevad hästi ja kattuvad sulgedega kiiresti. Puhtatõulisi uaiendoti kanu kasutatakse tootmises vähe, kuid nad on osalised paljude broilerikrosside saamisel.

2.4.4. Tuntumad lihakanatõud

Valge korniš. Korniši kanatõug pärineb Inglismaalt Cornwalli krahvkonnast. Tõug on saadud mitmete võitlus- ja malai kanatõugude ristamisel. Tuntakse mitmeid eri värvusega korniši tõu teisendeid – tumedaid, valged, punaseid, õlevärvilisi. Tumedad kornišid kanti USA linnutõugude standardisse 1893., valged 1898. a. Kanabroilerite saamiseks kasutatakse tavaliselt valgeid kornišeid isasvormina, kusjuures sulestiku valge värvus on sel tõul dominantne omadus. Iseloomulik on nn muru- ehk segahari. Korniši kanatõugu iseloomustab hästiarenenud lihastik, eriti rinnaku piirkonnas ja jalgadel, kõrgejalgsus, tugev ja massiivne luustik. Pea on suur, lühike ja lai. Pealuu eesmine osa on laiem tagumisest ja moodustab silmade kohal esilekerkiva mõha, mistõttu pea meenutab pisut kotka pead. Kuue nädala vanuselt kaaluvad selle tõu noorkanad 2,0...2,2, kuked 2,2...2,4 kg. Täiskasvanud kanade kehamass on 3,6...4, kukkedel 4,6...5 kg. Munatoodang on suhteliselt väike, 100...140 muna aastas. Muna mass on 56...62 g, koor helepruun. Munade viljastatus ja kooruvus on keskmisel tasemel, haudeinstinkt pole kadunud.

Plimutrok. See lihtharjaga tõug on aretatud liha-munakanatõuna USA-s Plimouthi linna ümbruses (tunnustati tõuna 1868. a). Aretusel kasutati mitmeid tõuge: musti hispaania kanu, valgeid kotšine, viirikuid dominikaani kanu, dorkinge, jaava musti kanu.

Käesolevaks ajaks oli plimutroki tõug intensiivse selektsiooni tõttu lihaomaduste suunas kujunenud üheks populaarsemaks lihakanatõuks. Sulestiku värvuse järgi eristatakse 8 teisendit (valged, mustad, viirikud, õlevärvilised jt). Sulestiku valge värvus on plimutrokkidel retsessiivne omadus, mistõttu järglastel võib esineda ka hallikaid või tuhkhalte sulgi. Viirikutel plimutrokkidel on igal sulel selgelt eralduvad hõbedased ja hallikasmustad viirud. Kanadel on värvus tumedam. Tibude udusulestik on must, heledate laikudega kõhu peal. Viirikuid plimutrokke peetakse mõnel maal (näiteks Kanadas) kui lihakanu, teistes aga kui munakanu, kasutades neid ka ristamiseks munakanadega. Enamlevinud on valged plimutrokid, keda kasutatakse põhilise emasvormina kanabroilerite tootmisel. On saadud juba ka dominantse valge sulestiku värvuse geeniga plimutrokiliinid, mis on ristamiseks eriti sobivad. Eestisse toodi möödunud sajandi I poolel sisse viirikuid plimutrokke. Plimutroki kanadel on tugevasti arenenud jalgade ja rinna piirkonna lihased, 6-nädalaselt kaaluvad plimutroki tõugu kanad keskmiselt 1,9 ja kuked 2,1 kg. Täiskasvanud kanade standardkaal on 2,7...3,4 kg, kukkedel 3,6...4,3 kg. Aastas munevad kanad 160...170, paremates karjades ka kuni 200 muna. Muna keskmine mass on 56...65 kg, koor helepruun. Iseloomult on plimutrokid rahulikud.

Kotšin. Tõug on aretatud Hiinas, seal on seda kasvatatud sajandeid. Linnud on lihtletharjaga. Venemaale toodi neid korduvalt ning kotšini kanad olid eramajapidamistes väga populaarsed. Sulestik on kotšinitel hästi arenenud. Kere, jooksmed ja isegi varbad (välja arvatud sisemine) on kaetud pehmete kohevate sulgedega. Sulestiku värvuse järgi eristatakse õlevärvilisi, kollaseid, valgeid, musti ja põldpüüvärvilisi kotšineid. Täiskasvanud kuked kaaluvad keskmiselt 4,5, kanad 3,5 kg. Aastas saadakse neilt 120 ca 60 grammi raskusi mune. Munad on tumeda koorega. Munade viljastatus pole tavaliselt eriti kõrge, tibus arenevad ja kattuvad sulgedega suhteliselt aeglaselt. Puhtatõulisi kotšine kasvatavad praegu vaid veel asjaarmastajad, ka peetakse neid genofondikarjades. Nad on aga etendanud olulist osa paljude liha-munakanatõugude saamisloos ning uute lihakanakrosside loomisel leiavad nad kasutust lihaomaduste parandajaina.

Braama. Tõug on saadud malai ja kotšini kanatõugude ristamisel. Kotšinist eristab neid rooshari. Neid kasutatakse nagu kotšineidki peamiselt uute lihakanatõugude ja -krosside saamiseks. Lihaomadused on neil veidi paremad kui kotšinitel, munatoodang aga niisama suur. Munadel on tumepruun koor, muna keskmine mass on 55...65 g. Tibud arenevad aeglaselt ja noorkanad hakkavad munema 8...9 kuu vanuselt. Haudeinstinkt on säilinud. Konstitutsioonilt ja kehamassilt sarnanevad braamad kotšinitega. Sulestiku värvuselt eristatakse heledaid ja tumedaid braama kanu. Heledate braamade sulestik on hõbevalge. Kaelasuled on tumedad, valge äärisega, tüürsuled roheka helgiga mustad, suured sirpsuled tihti valge äärisega. Tumedate braamade sulestiku põhivärvus on must, pea, selg, õlad ja tiibade kattesuled aga hõbevalged. Selle tõu linnud, samuti kui kotšinidki, on dekoratiivse väljanägemisega.

Langšan. Tõug on aretatud Põhja-Hiinas, sealt toodi ta Euroopa maadesse. Eri maades aretati neid ka erisuunaliselt. Nii tuntakse langšane, kellel on jalad sulgedega kaetud. Sulestiku värvus võib langšanidel olla must, õlevärviline, helesinine ja valge. Enamlevinud on mustad langšanid. Selle tõu linnud on tugevad ja pidamisolude suhtes vähenõudlikud. Langšanid on parema munevusega kui kotšinid ja braamad. Aastas saadakse neilt 120...150 muna. Muna keskmine mass on 55...70 g. Täiskasvanud kanad kaaluvad 3...3,5, kuked 3,3...5 kg. Tibud arenevad aeglaselt. Langšanid on kõrgejalgsed. Langšanide tähtsus seisneb teiste tõugudega ristamise korral nende heade lihaomaduste edasikandumises.

Faveroll. Tõug pärineb Prantsusmaalt, kus ta saadi XIX sajandi teisel poolel hudaani, tumeda braama, kotšini ja hõbedase dorkingi tõu ristamisel. Faverollid on suurekasvulised, kuked kaaluvad 3,5...4, kanad 3...3,5 kg. Jalad on viievarbalised, sulgedega kaetud. Pea näoosa katab sulgedest täishabe. Levinumad on lõhevärvilise sulestikuga faverollid, kuid tuntakse ka mitmeid teisi värvusi. Tibude sugupoole on sulestiku värvuse järgi hästi eristatavad (kukkedel on selg ja tiiva hoosulgede väline külg valged). See koos heade lihaomadustega põhjustabki faverollide sagedast kasutamist uute tõugude loomisel. Puhtatõulistena kasvatatakse neid tänapäeval vähe.

Orpington. Orpingtoni tõug on aretatud Kenti krahvkonnas Inglismaal 1886. a. Aretustöö algas 1876. a, mil omavahel ristati musti minorkasid, musti plimutrokke ja musti langšane. Saadi lihtharjaga massiivne kana, esialgu musta sulestikuvärvusega. 1880. a alates tehti veel saadud genotüübiga rida ristamisi valge leghorni ja mitmete roosharjaga kanatõuga. Saadi nii lihtleht- kui ka roosharjaga populatsioonid. Sajandivahetuseks saadi viis lihtharjalist orpingtoni tõuteisendit: mustad, sinised, kollased, punased ja valged. Orpingtonid on Inglismaa üks populaarsemaid kanatõuge. Orpingtoni kanad kaaluvad 3,0...3,5, kuked 3,5...4,5 kg, on suhteliselt madalajalgseid ja massiivse kehaehitusega. Nende liha hinnatakse väga kõrgelt. Aastane munatoodang on 160 muna, keskmise massiga 53...60 g. Kanad on väga head tibude hoidjad. Musta sulestikuvärvusega orpingtoni kanatõu baasil aretati Austraalias australorbi kanatõug, mis peale II maailmasõda sai populaarseks ka Euroopa kanakasvatajate, kaasa arvatud ka eestlaste hulgas.

Lihakanad, sc-alleeli kandjad. Peamiselt Iisraelis ja USA-s töötaval, maailmas hästituntud geneetikul prof A. Cahaneril õnnestus mõni aasta tagasi lahendada sulgedeta broilerite tööstuslik tootmine. Põhikarjas, mida peetakse nagu lihakanade põhikarja ikka, on nii kuked kui ka kanad sulgedega, ainult kuked on retsessiivse sc-alleeli kandjad. Viimane tagab sulefolliikulite ja seega ka sulgede puudumise järglaste nahal. Põhikarja kuke ja kana paaritamisel saadakse 75% sulgedega ja 25% sulgedeta isendeid (foto värvitahvlite plokis). Sulgedeta broilerite kasvatamine osutub majanduslikult väga tulusaks sooja kliimaga maades, troopikaregioonis, kuna sulgedeta broilerid osutusid temperatuuriresistentseteks. Sulgedeta broilerid kasvavad 6 nädalaga keskmiselt 2,25 kg raskusteks nagu tavabroilerid, rinnalihaste osatähtsus on neil aga üle 20% tapaeelsest kehamassist. Sulgedeta broilerite paigutustihedus võib olla suurem kui tavabroileritel, kuni 40 kg/m². Nende liha kvaliteet, eriti rinnaliha kvaliteet osutus paremaks kui tavabroileritel.

2.4.5. Eestis kasvatatavad kanabroilerikrossid

Broilerikasvatuse alguseks Eestis võib pidada 1961. a prof C. Ruusi juhendamisel läbiviidud katseid Eestis kasvatatavate kanatõugudega, et selgitada nende kasvu, söödakasutuse ja lihaomaduste alusel nende sobivust kanabroilerite tootmiseks.

Juba 1962. a osteti aga Inglismaalt firmalt Firebird Eestisse 3-liiniline spetsiaalne broilerikross. Sellele järgnesid 1963. a Kanada firmalt Shaver krossid Starbro-4 ja Starbro-15. Kogemuste ja nõutava kvaliteediga sööda puudumise tõttu olid tootmistulemused mitterahuldavad. Tagasihoidlikud olid tulemused ka 1966. a firmalt Euribrid ostetud broilerikrosside Hybro-47 ja Hybro-57-ga. 1967. a tarniti Euribridilt uuesti krossi Starbro-4 lähteliinid, keda kasvatati üsna mitu aastat. 1973. a töötasid osa

suuremaid linnukasvatustajadeid Euribridilt ostetud broilerikrossidega Hybro-73 ja Hybro Compact, mis jäid ligikaudu kümneks aastaks majanditesse püsima.

1988. ja 1990. a broilerikasvatustajadesse firmalt ISA tarnitud broilerikross ISA Vedette ei osutunud Eesti tingimustes samuti ootuspäraselt kohanemisvõimeliseks, mistõttu mindi enamikes broilerikasvatustajades üle firmalt Euribrid 1982. a ja 1987. a ostetud 4-liinilisele broilerikrossile Hybro-6. 1991. a ostis Ranna sovhoos Euribridilt Hybro-6 täiustatud variandi Hybro N, 1994. a Hybro G. Põhiliselt viimaste baasil toimuski kanabroileriliha tootmine suuremates linnukasvatustajades kuni sajandivahetuseni. Mõni aasta varem asus meie broilerikasvatustes domineerima Inglise firma Ross broilerikross Ross 308.

Broilerikross Ross 308. Firma Ross broilerikrossi kasvatati 1995. a Inglismaal 60%, Euroopa Liidu linnukasvatustajades üle 40%, Jaapanis 50%, USA-s umbes 33%. Kaasajal on selle firma krosside positsioon maailma broilerikasvatustajades veelgi tugevnenud. Seetõttu Rossi broilerikrosside kasvatamisele üleminekut tuleb Eestis pidada igati õigustatuks.

Firma Ross broilerikrossi Ross 308 tootmisnäitajad on võrrelduna Eestis näiteks 1980. aastal saavutatuga ülivõimsad. Erinevate sugupoolte kooskasvatamisel saadakse 42-päevaste broilerite kehamassiks 2,47 kg, söödakuluks 1,72 kg 1 kg massi-iibe kohta ja päevaseks massi-iibeks 57,9 g. 56-päevaste raskete broilerite tootmisel on üldtoodud näitajad 3,58 kg, 1,98 kg/kg ja 63,2 g. Sugupoolte eraldi kasvatamisel on üldtoodud näitajad veelgi paremad. Seejuures on broilerite tapasaagis ja rinnalihaste osa tapaeelsest kehamassist väljapaistvalt kõrged. 2,4 kg-se kehamassiga kukkbroilerite tapasaagis on 71,2%, rinnalihaste osa tapaeelsest kehamassist 18,1%. Kanabroileritel on eeltoodud näitajad 70,9 ja 18,6%. Raskete broileritena tapetud 56-päevaste kukkbroilerite tapasaagis ulatub 73,1%-ni, rinnalihaste osatähtsus tapaeelsest kehamassist 19,3%-ni. Sama vanadel kanabroileritel on vastavad näitajad 71,6 ja 19,0%. Rinnalihaste suure osatähtsuse tagab antud broilerikrossi lindude ülipikk rinnakukiil, millele rinnalihased kinnituvad.

Väga kõrged on ka krossi Ross 308 sugukanade produktiivsuse näitajad. Sugukanad munevad 64 nädala vanuseni algkuna kohta 180 muna, millest läheb hautamisele 171 muna ehk 95%. Tibude kooruvus on 85%. Sugukanad saavutavad 5...10%-lise munemisintensiivsuse 23...24-nädalaselt. Munemisintensiivsuse tipp, 83,4%, saavutatakse 3. munemiskuul. 23-nädalaselt kaaluvad kanad 2,64 kg, munemisperioodi lõpul 64-nädalastena 3,6...3,9 kg. Väljalangevus üleskasvatamisperioodil on tibude ja noorkanade hulgas 4...5%, kanade säilivus munemisperioodil 93%. 100 haudemuna tootmiseks kulutatakse (üleskasvatamisperiood + munemisperiood) 34,4 kg sööta. Eeltoodud väga väike söödakulu broilerite kasvatamisel ja haudemunade tootmisel nõuab lindude nõuetekohast pidamis- ja söötmingimuste täpset täitmist. Näiteks broilerite söötmisel kasutatakse vastavalt nende vanusele 3...4 erineva toitainetesisaldusega ratsiooni. Tuleb märkida, et broilerite söötmisnormidesse on uue mikroelemendina sisse toodud molübdeen (Mo), 1 mg/kg kohta. Sugukanade üleskasvatamisel ja munemisperioodil on selliseid erineva toitainetesisaldusega ratsioone veelgi rohkem. Rangelt jälgitakse noorlindude kehamassi vastavust krossi lindudele ettenähtuga ja kasutatakse piiratud söötmist. Viimane võte kuulub ka munejate kanade söötmisstrateegiasse.

2.4.6. Võitluskanad

Võitluskanad erinevad teistest kanatõugudest omapärase eksterjöõri, agressiivse iseloomu ja tugeva kehaehituse poolest. Neid iseloomustavad laubaosas lai, väikese harjaga pea, tugev kael, tihedalt liibuv sulestik, tugev lihastik, tõstetud kehahoiak. Jalad on sulgedeta, pikad ja tugevad. Võitluskanade munatoodang pole suur – 80...100 muna aastas. Aasia ja Aafrika maades kasutatakse võitluskanatõuge kukevõitluseks, sellest ka nende nimetus. Mujal kasvatavad võitluskana ainult asjaarmastajad. Neid kasutatakse ka uute tõugude aretamisel rinnalihaste suurendamiseks ja konstitutsiooni tugevdamiseks. Võitluskanade tuntumad tõud on inglise, aziili, malai, belgia, india ja põhjaprantsuse. India võitluskana kasutati korniši kanatõu loomisel. Tinglikult kuuluvad võitluskanade hulka ka orlovi kanad, keda rohkem küll liigitatakse munakanade hulka.

India võitluskana. Inglise meresõitjate poolt Inglismaale toodud india võitluskanad hakkasid Cornwallis omaette tõuks formeeruma 1820...1830. a. Ristates neid vana-inglise võitluskanadega saadi tõuks india võitluskana, kelle baasil aretati 1887. a tõuks tunnustatud üks kõige paremate produktiivsusomadustega lihakanatõug – korniš. India võitluskana kutsutakse kaasajal seetõttu kõikide lihakanatõugude "patriarhiks".

Malai võitluskana. Indiast ja Kagu-Aasiast pärinev malai võitluskana on arvatavasti antud tsooni vanim kanatõug. Heleda nisuvärvilise sulestikuga malai võitluskana kui uut kanapopulatsiooni märgitakse Saksamaal 1834. a. Munatoodang on nagu teistelgi võitluskanatõugudel 70...80 muna aastas keskmise massiga 50 g. Kukkede kehamass on 4,5, kanadel 2,5...3,5 kg.

Vana-inglise võitluskana. Kanad toodi Inglismaale mõni sajand peale selle vallutamist Caesari poolt. Sissetoodud kanad olid võitluskanad, kellest esimesel aastatuhandel m.a.j. formeerus rida eri sulestiku värvuse ja konstitutsiooniliste erisustega võitluskanapopulatsioone. Seega on vana-inglise võitluskana vanim kanatõug Euroopas. Linnud on küllalt massiivsed, kuked kaaluvad 2...3 kg, kanad 1,75...2,5 kg. Esindatud on kõik sulestikuvärvused. Rohkem on kuld- ja hõbekaelseid, siniseid ja musti tõuteisendeid.

Uus-inglise võitluskana. See võitluskana tõug loodi Inglismaal 1850ndatel aastatel, ristates omavahel malai ja vana-inglise võitluskana. Saadud ristandest valiti uutesse populatsioonidesse veelgi kontrastsema sulestikuvärvusega, väiksema kehamassiga, kõrgejalgsemaid, väga väikeste lokutite ja harjaga, pikakaelseid ja nappide sabasulgedega isendeid. 1890. a loodud uus-inglise võitluskanatõugu kuulus rohkem kui 20 sulestikuvärvuse teisendit, keda inglased oma väga populaarsetel näitustel ja võistlustel suure eduga esitlesid. Uus-inglise võitluskanatõug oli vana-inglise võitluskanadest poole võrra kergem. Kuked kaalusid 1...1,5, kanad 0,9...1,2 kg.

Euroopas, sealhulgas ka Inglismaal keelustati kukevõitlus 19. sajandi vahetusel, mistõttu kõiki võitluskanatõuge võisid hobikasvatajaid edaspidi lugeda dekoratiivtõugudeks.

2.4.7. Dekoratiivkanad

Kanakasvatuse ajalugu tunneb paljusid tõuge, mida ilma majanduslikku külge arvestamata kasvatati aedade ja parkide iluks, mõnedes maades ka kultuselindudena. Selliste dekoratiivsete lindude välimik oli alati väljapaistvalt kaunis (näiteks enamik dekoratiivkanu on käabusvormid, mida nüüdisajal tuntakse üldnimetuse all bantamid).

Bantamid. Bantamide põlvnemises pole teadlased üksmeelel. Osa neist arvab, et bantamid on tekkinud tavalistest kanatõugudest pideva valiku tulemusena, teine osa arvab neil olevat looduslikke väikesekasvulisi eellasi. Nii või teisiti kuuluvad bantamid vanimate kanatõugude hulka, nende kirjeldusi on teada aastast 1527...1605. Bantamite hulgas on üks vanemaid tõuge tšaabo, kelle kanade väliskuju meenutab profiilis vaadatuna külgedelt kokkusurutud U tähte. Nüüdisajal on hakatud tähelepanu pöörama ka bantamite produktiivsusomadustele. Jaapani bantamite tibud on väga elujõulised, munema hakkavad noorlinnud 7...8-kuuselt. Kehamass on neil 700...800 g, munemisintensiivsus kõrge, muna kaalub 30...37 g.

Jokohama. Dekoratiivkanatõugude hulgas kutsutakse seda tõugu Jaapani pärliks. Tõug on üks Jaapani vanimaid, 400-aastane. Dekoratiivkanatõugude kanade sulestik ja selle värvus on sama tõu kukkedega võrreldes väga tagasihoidlik. Jokohama tõu kukkede sabasulestik (sirpsuled, tüürsuled ja rübjariipmed) moodustavad kaunite sulgede kaskaadi, mis vähemalt linnukasvatajatel ainult positiivseid emotsioone esile kutsub. Selle tõu linnud ei ole kuigi suured. Kuked kaaluvad 1,75...2, kanad 1...1,5 kg. Esimesed selle tõu linnud toodi Euroopasse, Pariisi 1864. a. Sulestiku värvustest on levinud kõige rohkem kuldsulgseid jokohamad.

Fööniks. Fööniksid kuuluvad nagu jokohamadki pikkade sabasulgedega dekoratiivkanade hulka. Selle tõu kukkede sirpsulgede pikkuseks on mõõdetud 10,3 m. 6...8 m pikkuste sirpsulgedega kukkedel võib Jaapanis tihti korraldatavatel dekoratiivkanade näitustel-võistlustel olla veel väljavaateid auhinnalistele kohtadele. Rohkem kui 400-aastase aretustöö tulemusena on saadud maailma pikimate sabasulgedega linn. Kuked kaaluvad 2...2,5 kg, kanad 1,5...2 kg. Rohkem levinud on kuld- ja hõbesulgseid ning musta läikiva sulestikuga fööniksid. Euroopasse, Saksamaale toodi fööniksid 1878. a.

Tšaabo. Bantamitena (kääbuskanadena) tuntud Jaapanis 17. sajandil aretatud dekoratiivkanatõul on püstine oravasaba ja väga lühikesed jalad, mistõttu ta tundub väiksemana kui tegelikult on. Kukede kehamass on kuni 1, kanadel 0,6...0,8 kg. Tõul on 14 põhivärvust, esineb ka sigrissulgne tõusisene populatsioon. Euroopasse toodi see tõug 1860. a, kus sai kohe väga populaarseks.

Siidsulgne kana. Siidsulgsetel kanadel puudub sulgedel sulerood, v.a hoosulgedel ja osaliselt tüürsulgedel. Linnud on sulisjalgsed, viievarbased, mooruspuu marjade taolise harjaga, tanuga ja täishabemega. Tuntud Lõuna-Hiinas ja Lääne-Indias 13. sajandil. Omab ka nimetusi neegrikana (must genotüüp), mosambiigi kana, siiami siidikana, villane kana jt. Kehamass 1...1,6 kg. Kuulub bantamite hulka. On väga hea hauduja ja poegade hoidja. Põhivärvused punakaskollane, valge ja must.

2.5. Kanatibude, broilerite ja noorkanade üleskasvatamine ning munakanade pidamine

Välistegureist mõjutavad põllumajanduslindude toodangutaset ja toodangu kvaliteeti tänapäeval kõige olulisemalt lindude pidamis-, profülaktika- ja söötmisolu. Neist esimest kaht küsimusteringi tuleb vaadelda eriti tihedalt koos, sest linnukasvatussaaduste tööstuslikul tootmisel on hiigelhulk linde paigutatud väikesele territooriumile. Linnukarja selline sunnitud seisund on aga nakkushaiguste levikuks väga soodne. Pidadistingimused mõjutavad kanade munatoodangut kuni 25% ulatuses, infektsioon- ja parasitaarhaigused võivad aga toodangu 1...3 nädalaks täiesti katkestada. Juba üksnes ühe pidamisrežiimi kuuluva tingimuse sobimatus lindude nõuetega mõjutab toodangut tunduvalt. Näiteks on leitud, et lindlate liiga kuiv õhk (relatiivne niiskus 30...35%) suurendab lindude suremust 1...1,5% ja vähendab kanabroilerite päevast massi-iivet kuni 1 g võrra.

2.5.1. Linnufarmid ja lindlate ehitamise põhinõuded

Nüüdisaegsed suured linnukasvatustehased – linnufarmid või -vabrikud – on enamasti täistsüklilised ettevõtted, kus linnud väärindavad ostetud söödad lõpp-produktideks – munadeks, linnulihaks ja sõnnikuks. Toidumunade täistsüklilise tootmise puhul on linnuvabrikus alljärgnevad tootmisosakonnad: sugulinnud, inkubatoorium sugulindude taastootmiseks, inkubatoorium tööstuskanade taastootmiseks, sugunoorlinnud, tööstuskanad, tööstusnoorkanad, munade sorteerimise ja pakkimise osakond koos munalaoga, linnutapamaja koos külmoone ja tapajäätmete utiliseerimistsehhiga, munapulbritsehh, linnusõnniku utiliseerimise tsehh ja veterinaariaosakond koos laboratooriumiga. Broileriliha täistsüklilise tootmise korral väheneb sellises linnuvabrikus osakondade arv mõnevõrra: tööstuskanade ja tööstusnoorkanade osakonna asemel on broilerikasvatuse osakond ning puudub munade sorteerimise ja pakkimise osakond koos munalaoga; neid ülesandeid täidab broileritibude tootmise inkubatoorium. Üldtoodust järeldub, et nii toidumunade kui ka broileriliha tootvate ettevõtete struktuur on küllalt keerukas, tootmisüksusi on arvukalt ja töö (või tootmistsükkel) neis vägagi erinev. Linnuvabrikute ehitamisel või nende rekonstrueerimisel tuleb aga kõigi eeltoodud osakondade väljaehitamisel lähtuda eeskätt haigusetekitajate ringluse vähendamise seisukohast. Haiguste profülaktika on aga nüüdisajal linnukasvatuse suurtootmises söötade kõrval suurusjärgult teine kululiik.

Linnufarmide väljaehitamisel on vaja teada, kuidas mõjutavad õhu kaudu edasiantavad mikroorganismid lindude tervist. Paljud ägedate nakkushaiguste tekitajad, sealhulgas ka Mareki haiguse viirused levivad õhu kaudu. Lindla 1 m³-s õhus on aga leitud kuni $2,4 \cdot 10^5$ mikroorganismi. Linnuvabriku spetsiifiline hais levib talvel 0,5, suvel aga kuni 5 km kaugusele. Linnuvabrikus soovitatakse atmosfäärse õhu koostise parandamiseks filtreerida nii lindlasse sissevõetav kui ka väljutatav õhk, kasutades sealjuures lindlates ka bakteritsiidseid lampe. Lindlate õhu tolmu- ja mikroorganismide sisaldust on üsna ulatuslikult uuritud seoses lindude tervise ning toodangu tasemega. Eestis on selliseid uurimistulemusi üldistanud endises Tallinna Linnuvabrikus (TLV) läbiviidud katsete põhjal R. Rautits (1972). Ka tema uurimuse põhjal selgus, et tolmu kahjulik mõju põhineb selle patogeensusel, mitte aga linnuorganismi mehaanilisel ärritamisel.

Märgatavalt vähem on uuritud lindlate lähedast, lindlate vahelist ja lindlarühmade vahelist atmosfäärse õhu saastumust tolmu ja mikroorganismidega. Seetõttu on soovitusel lindlate vahekauguste, samuti lindla rühmade (osakondade) vahekauguste kohta üsnagi

meelevaldsed ja suuresti erinevad. Üldjoontes küll märgitakse, et nakkushaiguste tekitajad võivad lindlast õhu kaudu levida küllalt kaugele. Nüüdisaegsete linnukasvatushoonete projekteerimisel ja ehitamisel tuleb seni täita veterinaarsanitaarnõudeid, mis on ette nähtud linnukasvatustevõtete projekteerimise tehnoloogilistes normides. Need normid näevad ette küll 300 m laiuse sanitaarkaitsevööndi linnufarmist lähima elamuni, kuid ei anna põhjendatud ettekirjutusi osakondade ja lindlate vahekauguste kohta linnuvabrikus. Osakonnasistest tsoonide vahekauguste minimaalnõuaks on seejuures 60 m ja osakondade vahel 300 m. Sõnnikuhoidla peab olema vähemalt 300 m, sõnnikukuivati aga vähemalt 60 m kaugusel lähimast lindlast. Ka administratiivhooned, remonditöökojad, garaažid, söödalaod ja laboratooriumid tuleb paigutada vähemalt 60 m kaugusele tootmistsoonist. Selline suur lindude kontsenteerumine ei saa tagada linnukarja tervist. Õhu tolmu-, mikroorganismide ja reogaaside sisaldus tõuseb, seoses sellega aga halvenevad järsult lindude säilivus, resistentsus ja produktiivsus. Näiteks Lätis munatoodangu suunaga Iecava linnuvabrikus on vahekaugused erinevate tehnoloogiliste osakondade vahel 300...800 m, osakonnasistest sektorite vahel 60...150 ja üksikute ehitiste vahel 20...60 m. Toidumunade tootmise osakond (tööstuskanad) koosneb aga seejuures kuuest kuuekorruselisest lindlast. Milliseks kujuneb selliste hiigelsuurte ja kõrgete lindlate vahelises ning neid ümbritsevas õhus mikroorganismide sisaldus ja kuidas see mõjutab linnuvabriku veterinaarsanitaarset seisundit, selle kohta andmed puudusid. Alles linnuvabriku eksploatatsiooni käigus selgitati, et mitmekorruseliste lindlate puhul on ümbruse mikrobioloogiline saastatus mitmeid kordi suurem ja see ulatub tunduvalt kaugemale kui ühekorruseliste lindlate puhul. Seda ei suuda takistada ka kõrghaljastus. Seetõttu peab mitmekorruseliste lindlate (lindla rühmade) vahekaugus olema tunduvalt suurem kui ühekorruseliste lindlate puhul (H. Tikk, 1978). Et ulatuslik osa lindude nakkushaigustest levib aerogeenselt, siis sõltub haiguste levik ja kulg haigustekitajate kontsentratsioonist. Lindlas saab nende kontsentratsiooni vähendada optimaalse ventilatsiooni ja desinfektsiooni abil, väljaspool hoonet sõltub aga haigustekitajate kontsentratsioon peamiselt hoonete vahemaast ja ilmastikuoludest. Seejuures tuleb lähtuda ka lindude resistentsuse ealistest iseärasustest. Et vastkoorunud tibud on nakkustele isegi tuhandeid kordi vastuvõtlikumad kui täiskasvanud linnud, tuleb lindlate tolmu- ja mikroobide eemaldamiseks paigutada esmajoones inkubatooriumid ja tibude kasvatamise hooned. Eriti intensiivne on aerogeensete haiguste levik siis, kui linnuvabrikus asuvad eri vanuses ning eri tootmissuunaga lindude osakonnad tihedalt koos.

Tallinna Näidislinnovabriku väljaehitamise ja rekonstrueerimise käigus uuriti atmosfäärses õhus mikrobioloogilist saastatust kahe aasta kestel 1978...1979. Uurimisobjektideks valiti üksikult asetsev ja lehtpuumetsaga külgnev Tellivere osakonna tööstusnoorkanade puurilindla (80 000 lindu) ja Saha osakonnas asuvad 4 kõrvuti avamaastikule paigutatud sugukanade puurilindlat (lindlate vahekaugus 30 m, igas lindlas 14 000 kana). TNLV keskuse osakonna territooriumil selgitati ja võrreldi ka nn "puhta" ja "sõnnikutee" reostatust mikroobidega. Lätis Iecava ja Kekava linnuvabrikus koguti võrdlusandmeid sealsete lindlate ümbruse atmosfäärses õhus mikrobioloogilise saastatuse kohta. Ulatusliku uurimismaterjali läbitöötamisel selgus järgmist. Hallitused ja pärmseened levivad avatud maastikul lindlast või lindlate rühmast allatuult 100...300 m kaugusele. Nad levivad tuule abil niisama kaugele kui mikroobid, mistõttu iga konkreetse objekti õhu kaudu leviva mikrobioloogilise saastatuse ulatuse uurimisel võib aluseks võtta mikroobidega saastatuse. Nõrga kuni mõõduka tuule korral (kiirus kuni 12 m/s) kanduvad mikroobid ühekorruseliste lindlate rühmast allatuult 300...400 m kaugusele. Tugeva tuule või tormiga võivad mikroobid üksikute proovide andmeil kanduda ka 600...800 m kaugusele ja kaugemalegi. Suure mahutavusega lindlat (80 000 lindu) ümbritsev lehtpuumets ja võsa

pidurdavad mikroorganismide levikut 50...100 m kaugusel lindlast. Suure arvu lindlate (30 lindlat ja rohkem) vaheliste teede ümbruse õhu mikrobioloogilise saastatuse uurimine TNLV keskuse osakonna territooriumil kinnitas õhu ja maapinna suurt saastatust. Saadud tulemused sõltusid peamiselt tuule suunast, tugevusest ja transpordi liikumise intensiivsusest, mitte aga proovide võtmise kohast. Lindude väga suure kontsentratsiooni korral (ligikaudu 1 miljon lindu Kekava broilerivabrikus) on nii lindlatevaheline kui ka linnuvabriku ümbruse õhubassein ja pinnas mikroorganismidega nii tugevalt saastatud, et isegi 300 m laiune segametsariba ei suuda mikroorganismide levikut küllaldaselt takistada. Mitmekorruseliste lindlate ümbruses (Iecava linnuvabrik Lätis) on mikroorganismide esinemissagedus suur ja õhu mikroobidega saastatus ulatub tunduvalt kaugemale kui ühekorruseliste lindlate puhul. Seetõttu peavad mitmekorruseliste lindlate rühmad (osakonnad) asuma tunduvalt hajutatumalt. Eeltoodut arvestati TNLV rekonstrueerimisel ja osakondade väljaehitamisel, samuti endise Ranna sovhoosi broilerivabriku väljaehitamisel.

2.5.2. Lindlate mikrokliima

Lindlate mikrokliima põhinäitajate hulka kuuluvad temperatuur, õhu relatiivne niiskus, ventilatsioon ja valgustus. Sõltuvalt pidamisviisist (allapanul, võrkpõrandal või puuris), linnuliigist, sugupooldest, vanusest ja produktiivsuse suunast võivad mikrokliima põhinäidud mõnevõrra erineda.

Temperatuur. Lindlate mikrokliimale esitatavad nõuded on eriti ranged tibu- ja noorlinnukasvatustes. Neile on optimaalse mikrokliima loomine vägagi oluline, sest kasvust ja arengust sõltub lindude hilisem toodanguvõime. Parimaid tulemusi optimaalse mikrokliima loomisel võimaldavad spetsiaalsed akendeta lindlad, kus automaatselt reguleeritava kütte, valgustuse ja ventilatsiooni tõttu on ilmastiku, aastaaja ja geograafilise asukoha mõju väike.

Lindla õhu temperatuur avaldab tibude arengule eriti olulist mõju esimestel elunädalatel, mil nende termoregulatsioon on veel välja kujunemata. Täiskasvanud põllumajanduslindude kehatemperatuur on 41...42 °C, tibudel võib see esimestel elunädalatel olla veelgi kõrgem. Tavaline toa- või suvine välisõhu temperatuur on vastkoorunud tibudele madal. Tibud püüavad soojuskadu vähendada naha kapillaaride ahendamise (füüsikaline termoregulatsioon) ja ainevahetuse kiirendamisega (keemiline termoregulatsioon). Kestva optimaalsest madalama õhutemperatuuri korral ei suuda tibusid ainult keemilise termoregulatsiooni abil hoida püsivat kehatemperatuuri ja organism jahtub. Tibud hakkavad hoidma üksteise ligi, kuhjuma. Kuhjumise korral alumised hukkuvad lämbumise tagajärjel mõnekümne minuti jooksul. Tibud võivad haigestuda ka külmetushaigustesse.

Liiga kõrge õhutemperatuuri korral püüab tibu organismi kogunevast ülemäärasest soojusest vabaneda. Ta tuulutab lõõtsutamise kopsude ja õhukottide suurt pinda ning joob palju. Kui aga õhutemperatuur on pikka aega tibudele liiga kõrge, koguneb organismi ikka rohkem ja rohkem soojust, millest tibu püüab lahti saada nüüd ainevahetuse aeglustamisega. Selle tagajärjel on aga kudede häiritud ainevahetus: protsessid ei kulge lõpuni, mistõttu ainevahetuse vaheproduktid satuvad verre ja võivad hakata organismi mürgitama. Tibud muutuvad loiuks, väheliikuvaks. Nii optimaalsest madalama kui ka kõrgema ruumitemperatuuri korral võib tibude kasvukiirus väheneda kuni kaks korda. Seetõttu ei ole järsud temperatuurimuutused tibude kasvatamisel lubatud. Temperatuuri

kõikumine lindla eri osades nii horisontaal- kui ka vertikaaltasapinnas (puurispidamisel) ei tohi optimaalsest erineda $\pm 1,0 \dots 1,5$ °C.

Perioodi, mil tibud vajavad lisaks ruumi normaalsele temperatuurile lisasoojendust, nimetatakse noorlinnukasvatases kunstemaperioodiks (ka võõras- ehk tehisemaperioodiks). Selle perioodi kestus on tavaliselt 10 kuni 30 päeva. Kunstema all mõõdetakse temperatuuri 5 cm kõrgusel allapanust kupli välisserval. Võrkpõrandail ja puurides mõõdetakse õhutemperatuuri tibude tasapinnal. Erinevate teatmeallikate ja autorite järgi on kunstemaperioodil soovitatav õhutemperatuur linnuliigiti, aga ka produktiivsuse suunda arvestades, kunstema all mõnevõrra erinev. Kanatibude ja noorlindude kasvatamisel soovitatavad soojusrežiimid on esitatud tabelis 2.4.

Tabel 2.4. Kanatibude ja noorlindude kasvatamiseks soovitatavad temperatuurirežiimid

Tibude vanus päevades	Õhutemperatuur °C			
	puurispidamisel		allapanul pidamisel	
	kunstemaga puurides		kunstema all	tibulas
	puuris	tibulas		
Munakanatibud ja noorkanad				
ööpäevased	—	—	35...34	24...23
1...5	31...29	25...23	33...30	23...22
6...10	28...26	25...23	29...27	23...22
11...20	26...24	23...22	26...24	22...20
21...30	24...22	22...20	24...22	20...18
31...40	22...20	20...18	22...20	20...18
41...60	20...18	18...16	18...16	18...16
Kanabroileritibud				
1...7	34...32	—	35...33	26...24
8...14	31...30	—	32...29	24...22
15...21	29...25	—	28...25	22...21
22...30	24...20	—	25...21	21...20
31...65	19...18	—	20...18	20...18

Kanabroileritibude kunstemaperioodi esimese elunädala temperatuuriks on pakutud allapanul kasvatamisel tabelis 2.4. toodust veidi erinevaid näitajaid. Mitmete allikmaterjalide alusel soovitatakse kanabroileritibude kunstemaperiood lõpetada 3-nädalaselt ning kunstematemperatuuril 29...26 °C üle minna ruumitemperatuurile 20...19 °C. Selline järsk temperatuurihüpe ajal, mil kanabroilerite sulestik on veel välja kujunemata, ei ole põhjendatud. Kanabroilerite kasvatamisel kunstemadeta puuripatareides ja võrkpõrandail järgitakse samu temperatuurinäitajaid, mis kunstema all sügavallapanul. Nii sugulindudeks kui ka lihalindudeks kasvatatavate kanabroileritibude kunstemaperioodi temperatuurirežiim peab olema ühesugune. Firma Euribrid soovitat kanabroileritibudel hoida temperatuuri 1. päeval kunstema all tibu kõrgusel 32...33 °C ja 2. päeval 31...32 °C. Ruumi temperatuur olgu sel ajal vastavalt 28 ja 27 °C. Edasi vähendatakse ruumi temperatuuri 1,5 °C nädalas, kunstema all aga reguleeritakse temperatuuri vastavalt tibude käitumisele.

Täiskasvanud põllumajanduslindude produktiivsusele on ruumide õhutemperatuuril samuti väga suur mõju. Järsud temperatuurimuutused kajastuvad kohe ka lindude munatoodangus. Püsiva temperatuuriga, olgu see siis optimaalsest pisut madalam või kõrgem, kohanevad linnud paremini kui kõikuvaga. Et lindudel higinäärmeid ei ole,

annavad nad ülearuse soojuse ära väljahingatava õhuga. Seetõttu taluvad linnud sooja kuiva õhku paremini kui sooja niisket õhku. Viimase puhul võib lindusid tabada isegi kuumarabandus. Kanadest taluvad valged leghornid kuumust paremini kui teised kanatõud.

Munejate kanade normaalseks õhutemperatuuriks sügavallapanul pidamisel peetakse 12...22 °C, optimaalseks 12...18 °C. Puurikanadele loetakse sobivamaks õhutemperatuuriks 16...22 °C või ka 16...18 °C. Õösel peaks temperatuur siiski olema veidi kõrgem kui valguspäeva kestel. On tähelepanekuid, et päevane üle optimaalse temperatuur mõjub kanadele vähem kui öine liigmadal temperatuur. Lindla õhutemperatuuri tõus üle 25 ja langus alla 10 °C mõjutab kanade munatoodangut juba märgatavalt. Lindla liiga kõrge temperatuuri puhul lakkavad kanad allapanus sablitsemast, hoiavad soojuse eraldumise suurendamiseks sulgi ja tiibu kohevil ning hingavad kiiresti läbi avatud noka. Suurenenud veetarbimine viitab samuti lindla liiga kõrgele temperatuurile. Kui lindla temperatuur on üle 25 °C, väheneb söödavõtt ja seega ka munemisintensiivsus. Kui temperatuur ületab 29 °C, hakkab muna keskmine mass vähenema ja munakoor õhenema. Temperatuuril üle 35 °C kanad lõpetavad munemise. Kõrge ruumitemperatuuri korral väheneb kanade söödavõtt, toitainete imendumine sooltraktis, lipoproteiidide süntees maksas, albumiini sekretsioon munajuha valguosas ja seega ka muna keskmine mass. On leitud, et temperatuuri tõusmisel või langemisel optimaalsest 0,55 °C võrra suureneb söödakulu 1%. Temperatuuri tõustes üle optimaalse väheneb iga 0,55 °C kohta munakanade metaboliseeruva energia vajadus 1% ning proteiinitarve suureneb samaaegselt samuti 1% võrra. Üle 21 °C ruumitemperatuuri korral suurendab iga 0,55 °C temperatuuri tõus kana veetarvet 4% võrra.

Õhu niiskusesisaldus. Optimaalse õhutemperatuuri määramisel tuleb arvestada ka õhu relatiivset (suhtelist) niiskusesisaldust. Niiskusesisalduse suurenedes suureneb ka õhu soojusmahutavus ja -juhtivus. Madalas temperatuuris kutsub niiske õhk suure soojusjuhtivuse tõttu esile organismi kiire jahtumise. Suvel raskendab aga soe ja niiske õhk vee aurumist organismist. Seega mõjutab liigniiske õhk termoregulatsiooni ja kogu ainevahetust negatiivselt. Linnud kaotavad isu ja omastavad sööda toitaineid halvasti, väheneb organismi biotoonus ja resistentsus ning linde langeb seetõttu karjast rohkem välja. Kiirelt halvenevad ka lindla sanitaarhügieenilised tingimused, areneb mikrofloora, sealhulgas ka patogeenne, mis omakorda suurendab lindude väljalangemist. Liiga kuiv õhk kuivatab lindude nahka ja kutsub esile kiheluse, mille tagajärjel nad võivad hakata sulgi nokkima ja sööma. Liiga kuiv õhk võib põhjustada lindudel ka ülemiste hingamisteede haigusi.

Munejate kanadele ja noorkanadele loetakse optimaalseks õhu relatiivseks niiskuseks 60...70%, kanatibudele 50...70%. Eeltoodud soovitatud õhuniiskusemääradest on Eesti tingimustes raske kinni pidada sügis- ja talveperioodil, mil õhu relatiivne niiskus eriti lindudega ülekoormatud lindlate puhul on normidest tunduvalt kõrgem. Välisõhu madala temperatuuri tõttu ei saa ventilatsioonimahtu sedavõrd suurendada, et õhuniiskus jääks normi piiridesse. Soovitatust kuivema õhu korral võib lindla õhku, põrandale ja seintele piserdada vett. Et õhu kuivus on alati seoses kõrge temperatuuriga, saadaksegi sel teel korraga vee intensiivse aurumise tõttu mitme kraadi võrra madalam ruumitemperatuur ja niiskem õhk. Õhu niisutamiseks ja tolmu vähendamiseks kasutatakse kuivas kliimas tihti vee pihustamist isegi külgedelt lahtises lindlas ja söötmisväljakutel. Firma Big Dutchman toodab Aafrika ja Araabia maade jaoks juba hulga aastaid kerglindlaid, kus ventilaatorite

abil pihustatakse õhku vett. Kuumas kliimas suurendab see kanade munemisintensiivsust 20...25%.

Tänapäevastes mitmekorruseliste puuripatareidega sisustatud lindlates on oluline, et kogu ruumis oleks ühtlane õhutemperatuur ja -niiskus. Eriti on see oluline tibude puuripatareides kasvatamisel, kus ventilatsioonimaht on alul väike, õhutemperatuur aga maksimaalne. Esimesel 10...15 elupäeval, kui ruumi temperatuur on 28...30 °C või veidi kõrgem, võib lindla eri osades tihti temperatuur ja õhu niiskusesisaldus kõikuda vastavalt 3...8 °C ja 10...25% ulatuses, mis aeglustavad tibude kasvu. Ruumi õhutemperatuur, niiskusesisaldus ja soojusmahutavus on omavahel tihedalt seotud. Kõrge temperatuuri korral suureneb ruumis lindude poolt väljahingatava õhu suure niiskusesisalduse tõttu veeauru kontsentratsioon. Linnud väljutavad hingamisel väga palju süsinikdioksiidi, soojust ja veeauru. Kui linde on paigutatud lindlasse ülemäära palju ja ventilatsioon on puudulik, ei võimalda soe ja niiske õhk lindudel eritada liigset soojust. Kui ruumi õhutemperatuur tõuseb lindude kehasoojuse tasemele (41...42 °C), hukuvad linnud kuumašoki tõttu.

Õhu reogaaside- ja tolmusisaldus. Linnukasvatusruumide õhu gaasilises koostises on hügieeni seisukohast tähtsad süsihappegaas (süsinikdioksiid, CO₂), väävelvesinik (divesiniksulfiid, H₂S) ja ammoniaak (vesiniknitriid, NH₃).

Süsihappegaasi taset lindlas peetakse õhu puhtuse indikaatoriks. Lindude puhul mõjub õhu kõrge süsihappegaasi kontsentratsioon hingamisele hoopis omapäraselt. Kui imetajate puhul kutsub see esile hingamissageduse suurenemise, siis lindudel hingamissagedus hoopis väheneb ja hingamine võib üldse seiskuda. Süsihappegaasi kõrge kontsentratsioon lindla õhus ärritab lindude nahka ja limaskesti, halvendab oksüdeerumisprotsesse organismis, kutsub esile atsidoosi ja vähendab luustumisprotsessi aktiivsust. Linnud on loiid, isutud, juurdekasv ja toodang vähenevad. Kui lindlate õhus on süsihappegaasi 0,3...0,5%, suureneb ta sisaldus lindude venoosses veres 2...3%, ainevahetuse tase langeb aga 20%. See viib produktiivsuse langusele ja haigustele vastuvõtlikkusele. Seetõttu, lähtudes lindude kõrgendatud tundlikkusest süsihappegaasi suhtes, ei tohi selle osatähtsus linnuruumide õhus ületada 0,2%.

Ammoniaak on mürgise toimega. Tema pikemaajal toimele väheneb toodang ja organismi resistentsus. Ammoniaagi kontsentratsioon lindla õhus kõigub küllalt suurtes piirides ja sõltub paljudest faktoritest: õhutemperatuurist ja niiskusesisaldusest, lindude pidamisviisist, sõnniku koristamisest jt. Õhu suure niiskusesisalduse korral (85...90%) jaguneb ammoniaak ühtlaselt kogu ruumis. See gaas kutsub esile silmades konjunktiviidi, ärritab tugevalt hingamisteede limaskesti, perifeerset ja kesknärvisüsteemi, kopse ja nahka. Juba kontsentratsioonis 0,05 mg/l kutsub ammoniaak pikemaajal mõjul esile hingamiselundite paralüüsi ja linnu surma. Ammoniaagirikas õhk põhjustab sageli munejate kanade aneemiat. Sel puhul vere hemoglobiinisaldus väheneb 20%, madaldub vere leelisreserv ja gaasidevahetus. Nendega koos väheneb ka munatoodang. Näiteks kümnapäevane munakanade viibimine lindlas, mille õhus oli ammoniaaki 0,076 mg/l (temperatuur 18 °C, relatiivne niiskus 67%), vähendas nende munemisintensiivsust 12% ja kehamassi 113 g. Edasine nende kanade pidamine 12 nädala kestel ammoniaagita keskkonnas ei taastanud eelnevat produktiivsust. On ka leitud, et munakanatibude üleskasvatamisel lindlas, mille õhus on ammoniaaki 0,034...0,051 mg/l, aeglustus nende suguline varavalmivus (6...13 päeva) ja normaalse munemisintensiivsuse saavutamine

(10...21 päeva) võrreldes kontroll-lindudega. Eeltoodust lähtudes lubatakse ammoniaagi maksimumkontsentratsiooniks lindlate õhus 0,01 mg/l.

Väävelvesinik on veelgi mürgisema toimega kui ammoniaak. Kudedes ühineb ta aluselist ühenditega, moodustades naatriumsulfiidi. Viimane kutsub aga esile kudedes, eriti epiteelkudede tugeva ärrituse. Verre sattudes ühineb väävelvesinik hemoglobiini rauaga, muutes selle raudsulfaadiks. Hemoglobiin kaotab omaduse siduda hapnikku, mistõttu organism kannatab hapnikunälja käes. Nii väävelvesiniku kui ka ammoniaagi kontsentratsioon lindla õhus sõltub suurel määral lindude pidamisviisist. Lindude puurispidamisel tekib eeltoodud reogaase 2...3 korda vähem kui allapanul pidamisel. Näiteks sõnnikukastide 1 m² pinnalt eraldub 1 tunni kestel 70 mg ammoniaaki ja 60 mg väävelvesinikku. Et pikemaajaline viibimine väävelvesinikurikka õhuga keskkonnas mõjutab väga negatiivselt hingamis- ja vereringeelundite tööd, suurendab lindude energiakulu toitainete omastamisel ja nõrgendab nende organismi üldist vastupanuvõimet haigustele, lubatakse väävelvesiniku maksimaalseks kontsentratsiooniks lindla õhus 0,005 mg/l.

Peale eeltoodud reogaaside on lindlate õhust leitud veel atsetooni, indooli, sulfiidide ioone, skatooli ja butaanhapet (võihapet). Viimane koos teiste lenduvate rasvhapetega ongi spetsiifilise lindlahaisu peamine tekitaja.

Tolm. Lindlate õhu tolmusisaldus on lindude kaasaegse pidamistehnoloogia puhul suur. Õhu tolmusisalduse analüüsil on selgunud, et see koosneb peamiselt kuivanud linnusõnniku, allapanu, segajõusööda, sulgede ja naha soomusja epiteelkatte osakestest. Selline tolmu koosneb 92% ulatuses orgaanilistest ainetest, sisaldades umbes 60% valku, 9% lipiide ja 4% toorkiudu. Õhu tolmusisaldus on tihedas positiivses korrelatsioonis lindlaõhu mikroorganismide sisaldusega. Seega, mida rohkem on lindlaõhus tolmu, seda suurem on ka õhu mikroorganismide, sealhulgas ka patogeensete mikroorganismide sisaldus. Seda kinnitavad steriliseeritud ja naturaalse lindlatolmuga läbiviidud võrdluskatsed.

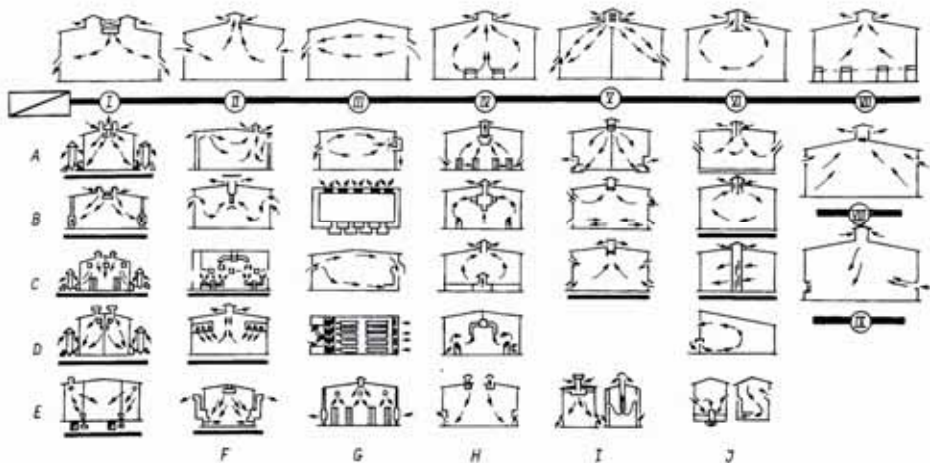
Linnukasvatusturumide õhu tolmu ja mikroorganismidega saastatuse lubatud maksimaalne tase on toodud tabelis 2.5. Suurel määral sõltub lindlate õhu tolmusisaldus pidamisviisist, linnuliigist ja lindude vanusest, paigutustihedusest, allapanul pidamisel allapanumaterjalist, õhu relatiivsest niiskusest ja ventilatsioonist. Tolmu analüüsimisel on selgunud, et 90,3% tolmuteradest olid väiksema läbimõõduga kui 100 µm. Nende hulgas omakorda oli 80% väiksema diameetriga kui 50 µm ja 64,1% väiksema diameetriga kui 10 µm. Seejuures on leitud, et mida väiksema diameetriga on tolmuosakesed, seda ohtlikumad on nad lindude tervisele. Lindude pidamisruumide õhu maksimaalseks tolmusisalduseks talveperioodil lubatakse kuni 3, suveperioodil kuni 5 mg/m³. Lindlate õhu tegelik tolmusisaldus on tavaliselt lubatust aga tunduvalt suurem (Rautits, 1972).

Ventilatsioon. Lindude pidamisel on ventilatsiooni õige korraldamine üks põhilisi probleeme. Ventilatsioonisüsteem varustab linde hapnikuga ning eemaldab lindlast väljutatava õhuga liigse niiskuse ja soojust, reogaasid, tolmu ja osa mikroorganisme. Intensiivses linnukasvatustes kasutatakse ainult sundventilatsiooni.

Tabel 2.5. Linnukasvatusruumide õhu tolmu ja mikroobidesisalduse lubatud piirväärtused

Ruumid	Tolmusisaldus mg/m ³		Mikroobide- sisaldus tuh/m ³
	külmal aastaajal	soojal aastaajal	
Inkubatoorium			
haudesaal	0,5	1,0	30
koorumiisaal	1,0	1,5	60
Noorkanade ruumid			
1...60-päevastele	2,0	5,0	150
61...150-päevastele	3,0	5,0	220
Täiskasvanud kanade ruumid	3,0	5,0	220

Linnud vajavad kehamassiühikule 2,5...3 korda rohkem õhku kui põllumajandusloomad. Kana vajab 1 kg kehamassi kohta tunnis 738 ml hapnikku ja väljutab samal ajal 714 ml süsihappegaasi. Lindla õhuvahetuse intensiivsuse projekteerimisel tuleb arvestada lindude kehamassi, vanust, liiki, välis- ja sisetemperatuuri ja õhuniiskust, lindude paigutustihedust, lindla kubatuuri ning ruumide kõrgust ja kuju. Õhuvahetusnormid on arvestatud lindude 1 kg kehamassi kohta m³/h ja on esitatud tabelis 2.6. Hapnikuvaeguse suhtes on linnud väga tundlikud. Kui hapniku kontsentratsioon õhus langeb 1...2% võrra, võivad linnud lämbuda. Öösel on lindude hapnikutarve väiksem kui päeval. Ventilatsioonisüsteem peab tagama seega ilma suuremate temperatuurimuutusteta pideva ja ühtlase õhuliikumise kogu ruumis. Linnukasvatushoonetes kasutatavad ventilatsioonisüsteemid on näidatud joonisel 2.2. ja neid aitab selgitada tabel 2.6.

**Joonis.2.2.** Ventilatsioonitorüüpide klassifikatsioon. Tähtedega märgitud skeemid kuuluvad I ventilatsioonisüsteemi

Jooniselt 2.2. selgub ühtlasi, et kõige efektiivsem ja suurimate variantide arvuga on I ventilatsioonisüsteem., mida ka Eestis ehitatud lindlates on kõige rohkem eri modifikatsioonidena kasutatud. Värske õhk surutakse või tuleb sisse iseoolu teel ruumi ülaosast allapoole, kasutatud õhk väljutatakse lindla külseinte alumisse ossa paigutatud ventilaatorite abil. Sundventilatsioon peab tagama tabelis 2.7. toodud õhuvahetuse. Et ventilatsioonisüsteem peab tagama pideva ühtlase õhuvahetuse ilma järskude

temperatuurimuutusteta, võib rahuldavaks pidada niisugust süsteemi, mille korral temperatuur ruumi eri osades ei erine üle 1,5 °C.

Tabel 2.6. Linnukasvatushoonetes kasutatavate ventilatsioonitüüpide lühike iseloomustus

Ventilatsiooni-süsteemi tüüp	Õhuvahetuse printsiipaalne skeem	
	õhu juurdevool	õhu äravool
I	Ruumi ülaossa	Ruumi alaosast
II	Ruumi ülaossa	Ruumi ülaosast
III (tuuletõmbetüüp)	Läbi seinas olevate avauste	Läbi vastasseinas olevate avauste
IV	Ruumi alaossa	Ruumi ülaosast
V (vahetuv tüüp)	Külmal ajal ruumi ülaossa Soojal ajal ruumi alaossa	Külmal ajal ruumi alaosast Soojal ajal ruumi ülaosast
VI	Loomulik ventilatsioon	Loomulik ventilatsioon ruumi ülaosast
VII	Ruumi alaossa	Ruumi alaosast
VIII	Ruumi ülaossa	Ruumi üla- ja alaosast
IX	Ruumi üla- ja alaossa	Ruumi alaosast

Värske õhu hulga kõrval on oluline ka, milline on õhu liikumiskiirus lindlas, sest tuuletõmbus on lindude tervisele kahjulik. Talvel lubatakse täiskasvanud kanade pidamisel optimaalseks õhu liikumiskiiruseks lindlast 0,3 m/sek, maksimaalseks 0,6 m/sek, noorlindudel 0,2...0,3 m/sek. Suvel lubatakse lindlas õhu maksimaalseks liikumiskiiruseks 1,2 m/sek.

Tabel 2.7. Õhuvahetusnormid m³/h lindude 1 kg kehamassi kohta

Talvine keskmine välis-temperatuur °C	Aasta-aeg	Puhta õhu vajadus lindlas m ³ /h lindude 1 kg kehamassi kohta					
		munakanad		kanabroilerid, vanus päevades			
		alla-panul	puuri-des	10	30	60	180
-10	Talv	2,1	1,8	1,1	1,1	1,4	1,5
	Kevad, sügis	5,3	3,8	2,9	1,9	4,6	4,3
	Suvi	5,9	5,0	17,0	9,2	7,7	6,8
-15	Talv	1,8	1,6	1,1	1,1	1,3	1,4
	Kevad, sügis	5,3	3,8	2,8	1,9	4,6	4,3
	Suvi	5,9	4,9	14,0	9,2	7,9	6,5
-20	Talv	1,7	1,3	1,1	1,1	1,3	1,3
	Kevad, sügis	5,0	3,8	2,4	1,7	4,6	4,3
	Suvi	5,9	4,9	14,0	9,1	6,6	6,4

Nüüdisaegses ülimalt kontsentreeritud ja intensiivse tootmisega linnukasvatases on otstarbekaks osutunud nii lindlatesse sissejuhitav (imetav, surutav) kui ka lindlatest väljajuhitav lindude poolt "läbitöötatud" õhk tolmu ja mikroorganismide leviku vähendamiseks filtreerida. Kasutatakse nii mehhaanilisi kui ka elektrifiltreid. Tihti lisatakse filtrite süsteemile veel õhu negatiivsete ioonidega rikastamiseadmed, samuti ultraviolettkiiritusseadmed mikroorganismide kontsentratsiooni vähendamiseks. Eriti

oluliseks on osutunud õhu filtreerimine ja ioniseerimine haudejaamades ja noorte sugulindude kasvatamisel.

Valgustus. Noorlindude üleskasvatamisel ning linnuliha tööstuslikul tootmisel kasutatakse tänapäeval, sõltumata aastaajast, diferentseeritud kunstlikke valgustusrežiime. Seetõttu on ka kõik linnukasvatushooned akendeta. Linnu organismile avaldab mõju valguspäeva pikkus, valgustihedus (varem valguse intensiivsus, valgustatus) ja valguse spekter. Valguse normatiivides nähakse ette kaks esimest.

Kõige esimestena töötati välja valgustusrežiim munakanadele, alates tibudest ja lõpetades täiskasvanud kanadega. Tibude ja noorkanade üleskasvatuse jaoks valgustusrežiim mõjutab suurel määral kanade hilisemat munatoodangut. Sugunäärmete talitlust mõjutab valgus peamiselt silma võrkkesta, silmanärvi, peaaju, hüpotaalamuse ja hüpofüüsi kaudu. Valgus, mõjutades silmapõhja retseptoreid, muudab seal ainevahetuse intensiivsust. Saadud närviimpulsid ärritavad vastavaid närvitsentreid, mis omakorda mõjutavad sisesekretsiooninäärmete kaasabil kogu organismi ainevahetuse intensiivsust, suunates reproduktsooniorganite arengut ja talitlust.

Valguspäeva pikkus. Äratundmisele, et noorkanade valguspäeva pikkus mõjutab nende munemise algust, jõuti käesoleva sajandi 30ndail aastail. Alles 1958. a õnnestus veenvalt tõestada, et valguspäeva pikkuse kunstliku muutmisega õnnestub suguküpsuse saabumist soovikohaselt suunata. Jõuti seaduspärasuseni – mida pikem on noorlindude valguspäev, seda varem algab munemine. Samaeegselt leiti ka, et liig varane munemise algus toob kaasa palju väikesi mune ja hapra munakoore. Noorkanade kasvatamisel hakati kasutama mitut tüüpi valgustusrežiime. Kõige enam on levinud diferentseeritud valgustusrežiim, mille korral tibudel ja noorkanadel on lühenev, munejatel kanadel aga pikenev valguspäev. Kui noorkanu kasvatada pidevalt pikeneva valguspäevaga, kiireneb nende suguline valmimine ja nad hakkavad enneaegselt intensiivselt munema. See pidurdab aga noorkanade kasvu ja niimoodi üleskasvatatud noorkanad munevad munemisperioodi algul palju väikesi mune, ka nahkmune. Puurispidamisel tekib kõigele lisaks veel ka üksteise nokkimise voom. Eeltoodu tõttu on linnukasvatajatele määravaks saanud põhiliselt kaks reeglit: 1) noorlindude kasvuperioodil, eriti 10...20 nädala vahel, ei tohi valguspäev lindlas pikeneda; 2) munejate kanade valguspäev ei tohi kunagi lüheneda. Juhul, kui noorkanu tahetakse varem munema panna, tuleb neid ka kasvuperioodil tugevamalt sööta, et kasv ja areng oleksid normidekohased.

Tsüklilise valguspäeva korral vahelduvad teatud pikkusega valgus- ja pimedusperioodid kogu kasvuperioodi vältel, näiteks 1 tund valgust ja 0,5, 1, 2, 3 või 4 tundi pimedust. Tsüklilised valgustusrežiimid, näiteks 2 tundi valgust ja 10 tundi pimedust või 8 tundi valgust ja 10 tundi pimedust ei mõjuta oluliselt munemisintensiivsust, kuid annavad kokkuhoidu elektrienergiast. USA-s on kõige enam levinud järgmine tsüklilise valgustuse variant: 8 tundi valgust, 10 tundi pimedust, 2 tundi valgust, 4 tundi pimedust. Peale tsüklilise valguspäeva on praktikas kasutatud ka impulssvalgustust. Munejatele kanadele viiakse pimedusperioodil, kella 1, 2 ja 3 ajal öösel sisse 20-sekundiline valgusperiood. See toimus pikeneva valguspäeva tingimustes. Kanade munatoodang (katses 219,7, kontrollis 211,1 muna) ja muna keskmine mass (vastavalt 61,7 ja 60,5 g) suurenesid.

On uuritud ka kanade kasvatamist loodusliku valguspäeva tingimustes. Pikeneva valguspäeva korral (looduslik valguspäev talve- ja kevadkuudel) kasvanud noorkanad hakkavad varakult munema, kuid munemisperiood jääb lühikeseks. Suvise loodusliku

valguspäeva korral arenevad noorkanad aeglasemalt. Juhul, kui on otstarbekas kasutada looduslikku valguspäeva koos kunstliku valgustusega, tuleb lindlas ette näha alljärgnevad akna- ja põrandapinna suhted: täiskasvanud lindudele 1:10...1:12, tibudele ja noorlindudele 1:8...1:10, kanabroileritele 1:20. Tuleb arvestada, et mida enam lüheneb valguspäeva pikkus noorkanade üleskasvatamisel, seda rohkem mõjutab see nende sugulist arenemist. Näiteks valguspäeva järk-järguline lühendamine ööpäevastel tibudel kuni nende 4,5 kuu vanuseks saamiseni 18 tunnilt 8 tunnile pidurdab noorkanade arenemist märgatavalt rohkem kui valguspäeva lühenemine samas vanuses 12 tunnilt 8 tunnile.

Munakanu aretavad välisfirmad annavad müüdnud munakanakrosside noorkanade üleskasvatamiseks kaasa oma soovitud valgustusrežiimi kohta. Firma ISA poolt ISA Brown tööstuskanade tibude ja noorkanade valgusprogramm 20 nädalaselt 50% munemisintensivsuse saavutamiseks on toodud tabelis 2.8. Tabelist 2.8. selgub ühtlasi, et peale 105 elupäeva sõltub kuni 133 elupäevani noorkanade valguspäeva pikkus kanapartii keskmisest kehamassist. Antud valgusprogrammis on esitatud nõuded ka valgustiheduse kohta.

Valgustihedus. Õige valgustihedus on noorkanade suguelundite arenguks väga oluline. Normatiivide järgi peaks lindude puurispidamise korral söödakünade tasandil valgustihedus olema 10...70 luksi, vahekaikudes 30 luksi. Kahjuks võimaldavad kasutatavad valgustid harva ühtlast valgustihedust. Parem on olukord muidugi puuripatareis R-15, kus kõik tibud on ühtlastes tingimustes. Üldiselt soovitatakse meil munakanatibudele esimestel elunädalatel valgustihedust 20...30 luksi, edasi kuni valguspäeva pikendamiseni 18...20 nädalaselt 5...6 luksi. Mitmetes välisfirmades soovitatakse munakanatibudele esimestel elupäevadel valgustiheduseks 20...30 luksi.

Eeltoodud andmed kehtivad munakanade kasvatamisel. Lihakanadel on erinevad normatiivid. Kanabroilerite sugunoorlindude ja täiskasvanud sugulindude normatiivsed valguspäeva pikkused ja valgustihedus on esitatud allapanul pidamise jaoks tabelis 2.9. Kanabroilerite põhikarja puuris või võrkpõrandal pidamisel kasutatakse samasugust valgustusrežiimi. Mitmekorruseliste puuripatareide puhul on ülemise puurikorruse valgustihedus suurem, kuni 75 luksi.

Kanabroileriliha tootmisel on hoopis erinev valgustusrežiim võrreldes sugunoorlindude kasvatamisega. Kanabroilerite kasvatamisel soovitatakse samuti kui munakanadegi puhul kasutada tsüklilist valgusrežiimi, sest see soodustab broilerite kasvu, vähendab sööda- ja energiakulu ning broilerite omahinda võrreldes ööpäevase valgustusega. Tsüklilise valgustusrežiimi valik sõltub broilerite pidamisviisist, lindla tüübist, paigutustihedusest, tööpäevagraafikust jt asjaoludest.

Lisaks eeltoodule tuleb aga märkida, et peaaegu igal kanabroilereid aretaval firmal on oma broileriliinide või krosside üleskasvatamiseks ka omad soovitud. Need on küllaltki konkreetsed ja eri firmadel küllaltki lahkuminevad. Seetõttu tuleb neid täpselt jälgida ja täita.

Lindlate kunstlikuks valgustamiseks kasutatakse tavaliselt elektrihoõglampe, vähem luminestsentslampe. Viimased on elektrihoõglampidest palju ökonoomsemad ja nende valguse spektraalne koostis on lähedasem looduslikule valgusele. Luminestsentslampide kasutamine suurendas kanabroilerite üleskasvatamisel broilerite kehamassi 5...6 ja säilivust 2,5...3%. Võrreldes hoõglampidega tarvitavad luminestsentslambid

elektrienergiat 56 kuni 75% vähem, kusjuures nad on 10 korda vastupidavamad kui hõõglambid.

Tabel 2.8. ISA Brown tibude ja noorkanade valgusprogramm 50%-lise munevuse saavutamiseks 20 nädalaselt

Lindude vanus või kehamass	Valguspäev tundides		Valgustihedus	
	jahedal aastaajal	suvel	vatti/m ²	lux
1...2 päeva	22	22	3...4	20...40
3...4	20	20	3	15...30
5...6	18	18	3	10...20
7...14	16	17	2	10
15...21	15	16	1	10
22...28	14	15	1	10
29...35	13	14	1	10
36...42	12	13	1	10
43...49	11	12,5	1	10
50...105	10	12	1	10
1300 g	11	13	3	15...30
1375	11,5	13,5	3	15...30
1450	12	14	3	15...30
1525	12,5	14,5	3	15...30
Alates 133 päevast	pikendada valguspäeva 0,5 tundi nädalas kuni 16 tunnini		3	15...30

Tabel 2.9. Kanabroilerite sugunoorlindude ja täiskasvanud sugulindude valgustusrežiim

Lindude vanus nädalates	Valguspäeva kestus tundides	Valgustihedus luksides
1	24	25
2	20	20
3	16	10
4...20	8	5 (2,5)*
21	8	5 (2,5)*
22	8	10
23	10	20
24	10	25
25	12	25
26	14	25
27	14	25
28	14	25
29...30	14,5	25
31...32	15	25
33...34	15,5	25
35...36	16	25
37...38	16,5	25
39...40	17	30
41...42	17,5	30
43...60	18	30

Märkus*: 2,5 luksit on ette nähtud "näljapäeval". Valguspäeva pikendatakse hommikutundide arvel

Oluliseks tuleb pidada ka kasutatava valguse värvust (lainepikkust). On leitud, et munakanatibud kasvavad paremini ja munejad kanad annavad suuremat toodangut rohelise ja sinise valguse puhul.

2.5.3. Kanade pidamissüsteemid ja -viisid

Kanade pidamissüsteemiks tuleb lugeda zootehniliste, veterinaarsete ja organisatsioonilis-majanduslike meetmete kogumit, mis on suunatud suurima koguse kvaliteetse toodangu saamiseks minimaalsete materiaalsete, rahaliste ja tööjõukulutustega. Kanade pidamisviis on kompleks töövõtteid ja meetodeid, mis tagab lindude suure produktiivsuse, elujõulisuse ja haiguskindluse. Seejuures tuleb töötajaille luua optimaalsed töötingimused.

Tuntuimad on lindude ekstensiivne ja intensiivne pidamissüsteem. Nende vahele jäävad mitmed üleminekuvormid, mida tuntakse kombineeritud poolintensiivsete pidamissüsteemide nimetuse all.

Ekstensiivse pidamissüsteemi tunnuseks on linnukasvatussaaduste sesoonne tootmine, lindude vähene produktiivsus, väike toodangukogus pinnaühikult, jalutusaedade ja -koplite kasutamine ning suur tööjõukulu toodanguühikule. Ekstensiivne kanade pidamisviis, nn vabapidamine on omane kodumajapidamistele, aga ka mahelinnukasvatusele spetsialiseerunud väikefarmidele. Kanad on siin looduslikele lähedastes oludes, mis aga alati ei taga nende genotüübile omast produktiivsust ega seega ka toodangu madalat omahinda. Puudub töömahukate protsesside mehhaniseerimine. Üleminek ekstensiivsele pidamiselt intensiivsele toimus munakanakasvatuses umbes 45...50 a tagasi. Tänapäeval on munakanade vabapidamisel (aedikutes + lindlas allapanul) ja puurispidamisel keskmine munatoodang aastas vastavalt 200 ja 250 muna. Tööstuslikus kanakasvatuses kasutatakse ainult intensiivset ja poolintensiivset pidamissüsteemi. Poolintensiivse pidamissüsteemi puhul saavad kanad minna suvel välja piiratud pindalaga jalutusaedadesse. Talvel peetakse kanu allapanul sellistes tingimustes, mis on lähedased intensiivsele pidamissüsteemile.

Intensiivse pidamissüsteemi põhitunnus on kanade pidamine ainult spetsiaalselt sisustatud lindlates allapanul, rest- või võrkpõrandal (ka köetavatel põrandatel) või puurides. Tänapäevased lindlad ja nende tehnoloogiline sisustus, sealhulgas kütte-, ventilatsiooni-, valgustus-, jootmis-, söötmis- ja sõnnikukoristusseadmed võimaldavad kanakasvatussaadusi toota aastaajale ja kliimatsioonile vaatamata. Sõltuvalt peamiselt viimasest valitakse kanakross ja sobiv pidamisviis.

Kanade pidamisviisidest tuntakse peamiselt kaht: põrandal (allapanul) ja puurides. Nende kahe pidamisviisi sobitamisel saame nn kombineeritud pidamisviisid: näiteks noorkanad kasvatatakse allapanul, munema paigutatakse aga kanad puuri; pidamine võrk- ja restpõrandail.

Põrandal (allapanul) peetakse tänapäeval peamiselt lihaliinde, munakanad on aga saanud tüüpilisteks puurilindudeks. Munakanatibusid, noorkanu ja munejaid kanu peetakse põrandal seni veel väikefarmides, mõnevõrra ka tõulinnukasvandustes. Allapanul pidamisel kasutatakse meie kliimaatilistes tingimustes peamiselt sügavallapanu, mida vahetatakse ainult iga linnupartii realiseerimise järel. Kanade pidamine periooditi koristataval allapanul on seotud suure töökuluga ja seetõttu tundub kallim kui puurides pidamisel.

Sügavallapanu materjaliks sobivad saepuru, hoovlimasina laastud, hekseldatud põhk, freesturvas või mitme materjali segu. Turvas ei tohi olla tolmppeen (peeni osi mitte üle 20%) ja selle niiskusesisaldus üle 35...45%. Põhk ja turvas on pärast lindlas kasutamist väga heaks orgaaniliseks väetiseks. Freesturbal on teiste allapanumaterjalide ees mitmeid eeliseid: tal on antiseptilised omadused ja temas neelduvad hästi niiskus ja reogaasid. 1 kg põhku suudab imada 3,0...3,5 kg vett, 1 kg turvast aga 10...12 kg. Turvasallapanu on kuiv, pehme ja soe ning lindla õhk on puhtam kui teiste allapanumaterjalide korral. Allapanu varutakse suvel ja sügisel, kuivatatakse ja säilitatakse ladudes või varjualustes.

Enne allapanu kohaleasetamist kaetakse põrand värskelt kustutatud lubja kihiga (0,5 kg lubja 1 m² kohta). Lubjale laotakse 15...20 cm paksune allapanukiht. Hästi valmistatud ja hooldatud sügavallapanus on niiskust 20...40%. Allapanus toimuvad põhimõtteliselt samad protsessid mis kompostihunnikuski. Mikrobioloogilistes protsessides eralduv soojus on sügisel ja talvel lindla temperatuuri säilitamisel oluline. Normaalse niiskusega kohevas allapanus on tingimused soodsad ka selliste mikroorganismide eluks, kes on võimelised sünteesima B₁₂-vitamiini. Seega on sügavallapanu ka B₁₂-vitamiini allikaks, sest kanad on teatud määral koprofaagid.

Kanasõnniku ja allapanuga seotud probleemid nõuavad järjest suuremat tähelepanu, eriti allapanu ja kanasõnniku utiliseerimine loodushoiu seisukohast. Suvel tuleb jälgida, et allapanu liigse kuivuse tõttu ei tolmaks; see mõjub halvasti kanade tervisele, ka määrduvad munad siis rohkem. Liiga kuivale allapanule tuleb niisutamiseks piserdada vett. Ühe kana kohta kulub aastas allapanumaterjali järgmiselt: freesturvast 12...15, hekseldatud põhku 18...20, saepuru või peeni hoovlilaaste 9 kg.

2.5.3.1. Eestis kasutatavad tibude ja noorkanade puurid

Kanamunade tootmine on ainus tootmissüsteem intensiivses linnukasvatases, kus kogu tootmistsükli kestel on kõik erinevad linnurühmad – tibud ja noorkanad, sugukanad ja tootmiskanad peetakse puurides (puuripatareides). Munatõugu tibude ja noorkanade üleskasvatamiseks kasutatakse kaasajal universaalseid puuripatareid, milles üksikute süsteemide (näiteks söödaautomaatide serva kõrguse, nippeljooturite kõrguse jne) kohaldamisega lindude kasvule võivad noorlinnud viibida seal kogu kasvuperioodi.

Eestis kasutatakse suurtes linnukasvatustmajandites käesoleval ajal noorkanade universaalset puuripatareid R-15 (L-21), mis tarniti möödunud sajandi lõpus Saksa DV-st. Puuripatarei (puuride rea) pikkus on R-15-l 85,4 m, ühe puuri pindala 2,02 m². Puuris peetakse alates ühepäevaste tibude sinna paigutamisest 60 noorkana, kuni nende üleviimiseni 100...115 päeva vanuses munejate kanade puuridesse (puuripatareidesse). R-15 on ühekorruseline, mis võimaldab tibu (või noorkana) tasemel säilitada nõutavat temperatuuri. Selliste puuripatareidega sisustatud noorlindlas toimub t^o, niiskuse, valgustuse reguleerimine, joogivee ja sööda etteandmine ning sõnniku koristamine automaatselt vastavalt etteantud programmile. Puuripatarei R-15 tehnilised andmed on esitatud tabelis 2.11. Eestis on kasutatud tibude ja noorkanade kasvatamiseks ka mitmeid teisi puuripatareide tüüpe ja süsteeme, R-15 osutus neist kõige töökindlamaks ja töö mehhaniseerimise seisukohalt ökonoomsemaks.

2.5.3.2. Liha- ja munatõugu sugunoorkanade ning kanabroilerite kasvatamine sügavallapanul

Eri linnuliikide ning produktiivsuse ja vanuserühmade sügavallapanul pidamiseks on välja töötatud vastavad sisustuse komplektid, milles on palju unifitseeritud seadmeid, seadmete

osi ja detaile. Unifitseeritud seadmete ja sõlmede abil on võimalik kiiresti rahuldada eri linnurühmade kasvatamise nõudeid. Pidamisviisist ja kasutatud seadmetest sõltub suurel määral lindude toodangu kvaliteet, näiteks munade puhtus või liha kvaliteet.

Liha- ja munaõugu sugunoorkanade üleskasvatamiseks kuni 120 päeva vanuseni on Eestis kasutatud Saksa DV päritoluga seadmeid R-10 (tabel 2.10.). Need tagavad mehhaniseeritud söödajagamise, jootmise ja lokaalse (kunstema abil) tibu soojenduse, ventilatsiooni ja valgustuse. Sisustuskomplekt R-10 võimaldab sugunoorkanade, eriti broilerite põhikarja noorkanade kasvatamisel rakendada ainult teatud määral piiratud söötmist. Viimane on eriti oluline broilerite põhikarja kasvatamisel.

Kanabroilerite sügavallapanul kasvatamiseks imporditi möödunud sajandi lõpul Saksa DV-st Eestisse kanabroilerite sügavallapanul kasvatamiseks seadmed R-50. Koos seadmetekomplektide R-10 (tabel 2.10.) ja R-30 (täiskasvanud kanade sügavallapanul pidamisel) sisaldavad nad kõik unifitseeritud seadmeid ja sõlmi 80% ulatuses. R-50-l on küll ette nähtud broilerite paigutustiheduse korral 14 lindu 1 m²-l kaks korda rohkem kunstemasid ning joogi- ja söödaautomaate kui seadmete komplektil R-10. Kasutatakse ka teiste firmade seadmekomplekte.

2.5.3.3. Muna- ja lihaõugu kanade pidamine sügavallapanul

Eestis kasutatakse kanabroilerite põhikarja pidamiseks Saksa DV-st tarnitud seadmeid R-30, aga ka firmalt Big Dutchman ostetud seadmeid. R-30 ei erine oluliselt R-10-st. Ainult söödaautomaadid on mõeldud täiskasvanud lindudele, juurde on tulnud metallpesade sektsioonid (á 14 pesa), puuduvad kunstemad koos piirdetaradega ja tibudele ettenähtud söödaalused, söödaautomaadid ja jooturid. Nagu noorlindude kasvatamisel R-10-l, ei ole ka R-30 seadmete söödajaotusmehhanismid ette nähtud kanade piiratud söötmise rakendamiseks. See on nende komplektide suur puudus. 1 m² tootmispinnal peetakse 8...10 lihakana-kukke. Munakanade paigutusnormatiiviks on kuni 12 kana-kukke 1 m²-l.

Tabel 2.10. Seadmete R-10 tehniline iseloomustus

Sisustus, näitajad	Lindlate mõõtmised	
	12 × 96	18 × 96
Söödapunker (13,6 m ³)	1	1
Söödakonveier	1	1
Kett-seib-toru söödakonveieri võimsus kg/h	350	350
Söödaautomaadid	130...170	190...260
Mineraalsööda automaatpunkrid	20...24	30...36
Söödaalused (500 × 500 × 20 mm)	85...120	130...180
Joogivee reguleerimispaak (100 l)	1	2
Tassjooturid	60...70	90...100
Vaakumjooturid (5 l)	85...120	130...180
Kunstemad (G841, 500 tibule, diameeter 1700 mm)	17	26
Kunstema piirdetarad (10 duralumiiniumist plaati) kõrgusega 40 ja diameetriga 300 cm	17	26
Elektriseadmete võimsus kW	25,9	39,2
Lindude arv lindlas	8500	12750
Lindude arv 1 m ² kohta tootmispinnal	7...11	7...11

Munakanu reeglina Eesti suuremates linnukasvatustehases praegu sügavallapanul ei peeta. Küll aga võib see pidamisviis jällegi munatootjate hulgas levima hakata pärast 2012. a. Selleks ajaks peab kanamunade tootmine seniselt traditsiooniliselt täiustamata puurides pidamiselt üle minema kas pidamisele täiustatud puurides või mõnele alternatiivsele pidamisviisile – sügavallapanul või restpõrandal pidamisele.

2.5.3.4. Munakanade pidamine täiustamata puurides

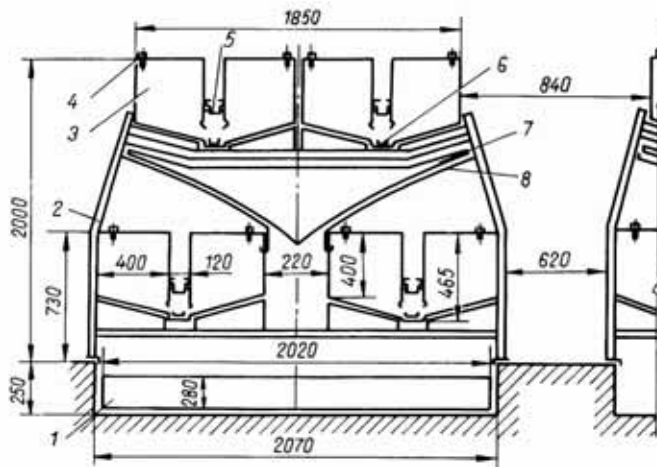
Möödunud sajandi teise poole linnukasvatustehingute ja juurdunud praktika alusel munakanakasvatustes kõikjal rakendatud kanade pidamine puuris (puuripatareides) näitas, et kanad on kiiresti võimelised kohanema puuritingimustega. Allapanul peetavate kanadega võrreldes oli puurikanade munatoodang 4...8% võrra kõrgem, söödakasutus 5...10% parem, hukkumisi haiguste tagajärjel 2 korda vähem ja toodetud munad puhtamad ning tööjõukulu toodanguühiku kohta väiksem. Viimase kolmekümne aasta kestel on ilmunud ulatuslik erialakirjandus linnupuuride ja puuripatareide ehituse ja mõõtmete kohta. Kanamunade tootmisel peetakse paremateks kuni kolme korrusega puuripatareid, kus puurid on paigutatud püramiidjalt. Suurima toodangu saab aga individuaalpuuridega ühekorrukselistest puuripatareidest. Kanade arvu suurendamine üle 3 ühes puuris võib esile kutsuda juba toodangu mõningase vähenemise.

Oluline on puuri pindala ühe kana kohta. See on erinevates maades üsnagi erinev. Näiteks 1971. a oli Euroopa maadest see suurim Poolas (714 cm^2), väiksem Inglismaal ($460\text{--}500 \text{ cm}^2$) ja Rootsis (480 cm^2). 1979. a normatiivides oli pea kõikides Euroopa linnukasvatustehases munakanale ettenähtud puuripinda vaid $400\text{--}450 \text{ cm}^2$. Käesoleval ajal peetaksegi optimaalseks ühele puurikanale puuripinda ca 400 cm^2 , kuid suuri munatoodanguid on saadud ka 310 cm^2 korral. Puuripinna vajadus sõltub ka kana mõõtmetest. Pruunikoorelisi mune munevad munakanad on veidi suuremad kui leghornid (linnu laius 21, pikkus 41 cm), mistõttu nende minimaalne puuripind on veidi suurem kui leghornidel.

Peale puuripinna suuruse on oluline arvestada, et puur poleks väga sügav (mitte üle 45...47 cm) ja et kanal oleks vähemalt 10...11 cm söödafronti. Et enamik kanakasvatatajaid kasutab samu puuripatareid keskmiselt ainult veidi üle 10 aasta, siis on selge, et tänapäeval kõige modernsemate täiesti automatiseeritud puuripatareide järgi on küllalt suur nõudlus. Paljude firmade poolt väljalastavates puurikonstruktsioonides kasutatakse seejuures palju plastmass detaile.

Käesolevaks ajaks on munakanade puurispidamiseks kehtestatud hoopis erinevad ja tootjatele väga karmid normatiivid. Möödunud kümnendil olid Eestis kõige rohkem levinud tööstuskanade puuripatareideks kahekorrukseline Ungarist tarnitud KKT ja endises Nõukogude Liidus toodetav kolmekorrukseline БКН-3. Eesti suured kanakasvatustehased on sisustatud peamiselt puuripatareidega KKT. Vähem kasutati Ungari päritoluga ühekorrukselisi puuripatareid EKT ja selle Nõukogude Liidus toodetud varianti ОБН-1. Puuripatarei KKT (tabel 2.11.) on kahekorrukseline ja 8-realine, kus puurid on paigutatud kaskaadsüsteemis (joonis 2.3.). 1 m^2 lindla põrandapinna kohta tuleb selle puuripatarei puhul 21,5, EKT-s kõigest 12 kana. 1000 muna tootmiseks kulutatakse ainult 0,5 inimehtööndi, munade purunemine on 1% piires, sööda mahanokkimine ainult 0,5%. Hoonesse mõõtmega $18 \times 72 \text{ m}$ saab puuripatarei KKT korral paigutada 27 260 kana, hoonesse mõõtmega $18 \times 96 \text{ m}$ aga 36 480 kana. Puuripatareiga KKT kaasasolev lindla sisustus on mehhaniseerimis- ja automatiseerimisastmelt peaaegu samasugune kui puuripatareil EKT, kuid rennjooturi asemel on igasse puuri monteeritud üks nippeljootur.

Suurendatud on ka soojusgeneraatorite ja ventilatsioonisüsteemide võimsust. Tunnis on võimalik vahetada lindude 1 kg kehamassi kohta kuni 8,5 m² õhku. Et puuripatarei KKT sõnnikukanali laius (2070 mm) on sama mis puuripatareil EKT, siis viimase vahetamisel puuripatareiga KKT ei ole lindla põrandat vaja rekonstrueerida.



Joonis 2.3. Kahekorruseline puuripatarei KKT skeem, mõõtmed mm-ides: 1 – sõnnikukoristuseseade tranšeest, 2 – puuripatarei karkass, 3 – puur, 4 – nippeljootur, 5 – söödarenn, 6 – munakogumistransporditõr, 7 – II korruse sõnnikuskreeper, 8 – sõnnikudeflekter

Sugukanade puuripatareidest on Eestis peamiselt kasutatud Saksa DV-st tarnitud L-112 (tabel 2.11.). See puuripatarei on kahekorruseline, puuri põhi on aga kahele poole kaldu, mistõttu mune kogutakse kahelt poolt puuripatareid, ka kett-konveieriga varustatud rennsööturid on kahel pool puuripatareid. Töökindluselt on see puuripatarei hea. L-112 kasutati Sakala tõulinnukasvanduses rekonstrueeritud kujul edukalt ka kanade individuaalseks jõudluskontrolliks. Tõulinnukasvandustes on kanade individuaalse jõudluskontrolli tegemiseks edukalt kasutusel ka puuripatareid EKT ja Saksa DV puuripatareid L-103. Viimane puuripatarei on mõeldud kanade ja kukkede pidamiseks individuaalpuurides (puuri suurus kanadele 200 × 500, kukkedele 400 × 500 mm) kunstliku seemendamise rakendamise korral.

2.5.3.5. Munakanade pidamine täiustatud puurides ja restpõrandail

Roheliste liikumine on kanade puurispidamise puuduseks pidanud lindude liikumis- ja käitumisvajaduste rahuldamatust. Euroopa Liidus on munakanade heaolu ja kaitse standard nende pidamisel sätestatud direktiiviga 1999/74/EC, millega reguleeritakse nõuded täiustamata puurides, täiustatud puurides ja alternatiivsüsteemides pidamisel. Eestis reguleerib kanade pidamist loomakaitseseadusest tulenev põllumajandusministri määrus "Nõuded kanade pidamisele ja selleks ettenähtud ruumile või ehitisele" (N° 59, 19. juuni, 2003). Määrus puudutab kanapidajaid, kes peavad üle 350 munakana. Määruses nähakse ka ette, et alates jaanuarist 2003. a pole lubatud uute täiustamata puurisüsteemide ehitamine ja olemasolevate kasutamine on keelatud alates jaanuarist 2012 a. Täiustamata puurides munakanade pidamisel nähakse praegu ette alljärgnevad normatiivid. Puurispeetava ühe munakana puhul peab olema põrandapinda 1000 cm², kahe linnu puuris kana kohta 600 cm², üle kolme linnu puhul puuris 550 cm² kana kohta. Üle 7 kana ühes

puuris pidada ei lubata. Puur peab olema vähemalt 65% ulatuses 40 cm kõrgune ega tohi üheski punktis olla madalam kui 35 cm. Puuri põrand peab olema ehitatud nii, et see piisavalt toetaks varbaid ja kulutaks lindude varbaküüniseid.

Tabel 2.11. Puuripatareide KKT, L-112 ja R-15 tehnilised andmed

Näitaja	KKT	L-112	R-15
Puuripatarei mõõtmed mm:			
pikkus	kuni 9000	kuni 80 000	85 400
laius	2080	1370	2150
kõrgus	1900	1930	893
Puuri mõõtmed mm:			
pikkus	450	2000	993
laius	400	940	2032
kõrgus	475	680	400
Võrkpõrand:			
võrguaugu mõõtmed mm	25 × 50	24 × 48	16 × 25
võrgutraadi diameeter mm	2,2	–	2
põranda kalle kraadi	9	8	–
Lindude arv puuris	4	36♀ + 4♂	60
Puuripinda 1 kana kohta cm ²	450	470	336
Söödamehhanismi tüüp	kett, renn	kett, renn	kett, seib
Pesade arv puuris	–	4	–
Söödafronti cm linnule	11,25	10	2,1
Jooturi tüüp	nippel- või renn-	nippel- (18 niplit puuris)	nippel-
Joogifronti (lindude arv 1 nipli kohta)	4 lindu	2,2 lindu	6 lindu
Munakoguja tüüp	lint	–	–
Punkerautomaatide mahutavus kg	–	–	5,8
Lindude arv 1m ² puuripinnal	22,2	21,3	29,7
Sõnnikukoguja tüüp	tross-skreeper tross-skreeper tross-skreeper		

Täiustatud puurides peetakse munakanu väiksemates (10...12 lindu) või suuremates (60 ja rohkem lindu) rühmades. Puurid ehitatakse kõrgemad ja suurema põrandapinnaga kui tavapuurid: põrandapinda peab kana kohta olema vähemalt 750 cm², sellest 600 cm² ulatuses peab puuri kõrgus olema vähemalt 45 cm. Lindude paigutustiheduseks sellises puuris nähakse ette 12...13 kana 1 m². Puurid ehitatakse terastraadist võrgust või terasvarbadest, puuride vaheseinad plaatidest. Puuri ehitus peab tagama kanade varbaküüniste kulumise. Alumine puuririda peab jääma põrandast vähemalt 35 cm kõrgusele. Täiustatud puurides peavad kanadel olema õrred (vähemalt 15 cm õrrepinda kanale), pesad (üks pesa 5 kanale) ja allapanuga ala nokkimiseks ja siblimiseks. Puurisoleva söoturi serva peab kana kohta olema 12 cm. Puurisolevatel kanadel peab olema juurdepääs kahele nippel- või kahele tassjooturile. Allapanuks kasutatakse kastidesse või mattidele paigutatud saepuru, hõõvlilaaste, turvast või peenestatud põhku. Kastid allapanuga paigutatakse tavaliselt pesa kõrvale või puuride kõrvale või nende taha. Allapanuga pinna liitmine sellise puurisüsteemiga on keerukas ja kallis, seega ka problemaatiline. Ka munade kogumissüsteemi ja sõnniku ärastamine on keerukam kui tavapuuridest.

Kokkuvõtlikult: võrrelduna täiustamata puurisüsteemidega tagab eeltoodud elementide sissetoomine täiustatud puurisüsteemi kanadele suurema liikumisruumi, kus nad saavad

vabamalt, liigiomaselt käituda. On leitud, et sel juhul on kanade luud tugevamad, sulestik paremas seisundis ja suremus väiksem kui täiustamata puurides pidamisel. Miinuspoolele jääb uute täiustatud puuride suurem maksumus, ligikaudu kaks korda väiksem lindude arv pinnauhikule ja 10% võrra kõrgemad puuride eksploatatsioonikulud. Munatoodangut võivad mõjutada allapanule munetud munade purunemine või nende eemaldamine koos sõnnikuga. Suurem tolmukontsentratsioon suurendab infektsioonhaiguste ohtu ja suurendab munakoore bakteriaalset saastatust.

Munakanalindlatele sisustuse tootjad on viimasel kümnendil esitanud palju täiustatud puuride projekte. Näiteks firma Vencomatic neljakorruselise puuripatarei Bolegg Terrace ja RED-L, firma Retrex koguni 6-korruselise puuripatarei. Firmade poolt väljapakutud täiustatud puuripatareide kohta puuduvad aga peaaegu kõikides projektides nende eksploatatsioonitulemused. Seetõttu püütakse leida teisi munakanade pidamisviise, mis on munakanade pidamiseks lubatud ja mille eksploatatsiooniks omatakse praktilisi kogemusi.

Munakanade pidamine restpõrandail on täiustamata puurides ja allapanul pidamise kõrval enamlevinud munakanade pidamisviis, rakendatud rohkem sugukanakarjade pidamisel. Restpõrandail pidamisel tõstetakse lindla keskosa põrandast kõrgemale, kuhu paigutatakse söödaliin (automaatsööturid), jooginiplite liin, pesakastid ja õrred. Paigutustihedus on 16...20 lindu 1 m² kasuliku pinna kohta. Sõnniku ärastamine toimub õrte alt skreeperiga. Kogu restpõranda alt koristatakse sõnnik kanapartii munemisperioodi lõpul, selleks restpõrand demonteeritakse. Möödunud sajandi lõpul asendusiid puit-latt, võrk- ja metallist restpõrandad armeeritud plastmassist restpõrandatega, mille eelis nende eelkäijate ees on parem demonteeritavus ja desinfitseeritavus. Restpõrandate puhul on kanade paigutustihedus võrrelduna täiustamata puuridega keskmiselt 1,5...2 korda väiksem, kuid ligikaudu kaks korda suurem kui allapanul pidamisel. Ka on restpõrandail toodetud munad rohkem määrdunud ja nende tootmiseks kulub veidi rohkem sööta kui täiustamata puurides.

Praeguses situatsioonis, kus 2012. a tuleb kanamunade tootmisel üle minna kas täiustatud puuridele või kanade restpõrandal pidamisele, tuleb teha valik ilmselt viimase kasuks. Sügavallapanule üleminek vähendab munatoodangut lindla kasulikult pinnalt juba neli korda.

2.6. Kanade söötmisnormid

Eestis kasutatavad kanadele soovitatavad söötmisnormid koostati aastatel 1995...1997 maailma juhtivate kanade aretusfirmade soovitude alusel H.Tiku ja M.Piirsalu poolt. Raamatus "Põllumajanduslindude soovitatavad söötmisnormid Eestis" (1997) esitatud kanade söötmisnorme on Eesti Linnukasvatajate Seltsi juhatus soovitanud kasutada Eestis kanadele segajösöötade tootmisel.

Tabelites 2.12., 2.13. ja 2.14. on esitatud muna- ja lihakanadele soovitatavad söötmisnormid, mis on rakendatavad nii suur- kui ka väiketootmises. Muna- ja lihakanakrosside vabariiki sisseostmisel saadakse küll kaasa ka firmade poolt soovitatavad söötmisnormid, kuid need ei erine siintooduist oluliselt. Seetõttu saab Eestis soovitatud kanade söötmisnorme kasutada kanadele täisväärtuslike segajösöötade tootmisel. Kohalikud normid on ka tarbijaile kättesaadavamad.

Tabel 2.12. Eestis soovitatavad valge munakoorega munakanade söötmisnormid (%)

Näitaja	Noorkanad, vanus nädalates			Tööstus- kanad	Sugu- kanad
	0–6	7–14	15–20		
1	2	3	4	5	6
Metaboliseeruv energia					
100 g söödas, kcal	290	280	270	280	280
MJ	1,22	1,17	1,13	1,17	1,17
Toorproteiin	19,0	16,0	14,0	16,5	16,0
Toorkiud, maksimum	5,0	6,0	7,0	5,0	5,0
Linoolhape	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Kaltsium	1,0	1,0	1,0	3,5	3,5
Üldfosfor	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70
Omastatav fosfor	0,40	0,35	0,35	0,40	0,40
Naatrium	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Kaalium	0,40	0,30	0,25	0,15	0,15
Kloor	0,15	0,22	0,12	0,15	0,15
Magneesium	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05
Mikroelemendid, g/t					
Mangaan	60	50	50	50	50
Tsink	50	50	50	65	60
Raud	40	40	40	30	40
Vask	8	6	6	6	8
Jood	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Seleen	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10
Koobalt	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Aminohapped:					
Lüsiin	0,95	0,80	0,70	0,75	0,72
Metioniin	0,43	0,36	0,32	0,31	0,30
Metioniin+tsüstiin	0,72	0,61	0,53	0,60	0,58
Trüptofaan	0,19	0,16	0,14	0,17	0,16
Arginiin	1,03	0,88	0,77	0,88	0,85
Histidiin	0,33	0,28	0,25	0,33	0,32
Leutsiin	1,33	1,12	0,96	1,29	1,28
Isoleutsiin	0,67	0,56	0,48	0,64	0,62
Fenüülalaniin	0,60	0,50	0,44	0,53	0,51
Fenüülalaniin+türosiin	1,14	0,96	0,84	0,91	0,88
Treoniin	0,67	0,56	0,49	0,44	0,43
Valiin	0,78	0,64	0,56	0,62	0,60

Tabeli 2.12. järg

	1	2	3	4	5	6
Glütsiin		0,95	0,80	0,70	0,77	0,70
Vitamiinid:						
A, retinool, mln. RÜ/t		15	10	10	7	10
D ₃ , kolekalsiferool, mln. RÜ/t		1,5	1,0	1,0	1,5	2,0
E, dialfatokoferool, g/t		10	5	5	5	10
K, menadioon, "		2	1	1	2	2
B ₁ , tiamiin, "		1,8	1,3	1,3	1,5	2,0
B ₂ , riboflaviin, "		3,5	2,0	2,0	3,0	5,0
B ₃ , pantoteenhape, "		10	10	10	10	20
B ₄ , koliinkloriid, "		1000	700	500	500	500
B ₅ , nikotiinhape, "		20	15	15	15	20
B ₆ , püridoksiin, "		3,0	3,0	3,0	4,0	4,5
B _c , foolhape, "		0,50	0,50	0,50	0,50	1,00
B ₁₂ , kobalamiin, "		0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
H, biotiin, "		0,15	0,10	0,10	0,10	0,15
C, askorbiinhape, "		50	–	–	50	50

Tabel 2.13. Eestis soovitatavad pruuni munakoorega munakanade söötmisnormid (%)

Näitaja	Noorkanad, vanus nädalates			Tööstus- kanad	Sugu- kanad
	0–6	7–14	15–20		
1	2	3	4	5	6
Metaboliseeruv energia					
100 g söödas, kcal	285	275	270	275	275
MJ	1,19	1,15	1,13	1,15	1,15
Toorproteiin	18,5	16,5	14,5	16,5	16,0
Toorkiud, maksimum	4,0	4,0	4,5	4,0	4,0
Linoalhape	1,4	1,0	0,8	1,4	1,4
Kaltsium	1,0	1,0	1,1	3,6	3,5
Üldfosfor	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60
Omastatav fosfor	0,45	0,40	0,35	0,40	0,40
Naatrium	0,17	0,17	0,15	0,15	0,15
Kaalium	0,40	0,35	0,35	0,20	0,20
Kloor	0,17	0,17	0,17	0,20	0,20
Magneesium	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
Mikroelemendid, g/t					
Mangaan	65	65	65	75	75
Tsink	60	60	55	60	60
Raud	45	40	40	40	40
Vask	7	6	6	6	6
Jood	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Seleen	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10
Koobalt	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Aminohapped:					
Lüsiin	0,95	0,75	0,60	0,80	0,75
Metioniin	0,42	0,35	0,30	0,32	0,31
Metioniin+tsüstiin	0,75	0,65	0,52	0,64	0,62
Trüptofaan	0,20	0,17	0,15	0,18	0,18
Arginiin	1,02	0,90	0,80	0,94	0,88
Histidiin	0,34	0,29	0,26	0,34	0,33
Leutsiin	1,38	1,15	1,02	1,36	1,30
Isoleutsiin	0,68	0,57	0,52	0,66	0,63
Fenüülalaniin	0,61	0,52	0,47	0,55	0,53
Fenüülalaniin+türosiin	1,10	0,99	0,92	0,96	0,92

Tabeli 2.13. järg

1	2	3	4	5	6
Treoniin	0,64	0,57	0,52	0,46	0,44
Valiin	0,74	0,66	0,59	0,66	0,63
Glütsiin	0,90	0,82	0,74	0,82	0,78
Vitamiinid:					
A, retinool, mln. RÜ/t	12	10	10	10	12
D ₃ , kolealtsiferool, mln. RÜ/t	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5
E, dialfatokoferool, g/t	10	10	10	13	15
K, menadioon, "	2	1	1	2	2
B ₁ , tiamiin, "	2,0	1,5	1,5	2,0	2,0
B ₂ , riboflaviin, "	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0
B ₃ , pantoteenhape, "	10	8	8	10	10
B ₄ , koliinkloriid, "	600	500	500	500	600
B ₅ , nikotiinhape, "	35	30	30	30	35
B ₆ , püridoksiin, "	2,5	2,0	2,0	3,0	3,0
B _c , foolhape, "	0,60	0,50	0,50	0,50	1,00
B ₁₂ , kobalamiin, "	0,020	0,015	0,015	0,020	0,020
H, biotiin, "	0,09	0,08	0,08	0,08	0,10
C, askorbiinhape, "	50	–	–	50	50

Tabel 2.14. Eestis soovitatavad lihakanade ja broilerite söötmisnormid (%)

Näitaja	Noorkanad, vanus nädalates			Sugu- kanad	Broilerid, vanus nädalates		
	0–8	9–18	19–23		0–3	3–6	6–7
1	2	3	4	5	6	7	8
Metaboliseeruv energia							
100 g söödas, kcal	290	275	275	275	310	315	320
MJ	1,22	1,15	1,15	1,15	1,30	1,32	1,34
Toorproteiin	20,0	15,5	16,5	16,0	23,0	21,0	19,0
Toorkiud, maksimum	3,0	4,5	4,0	4,5	3,0	3,5	3,5
Linoolhape	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,2	1,0
Kaltsium	1,1	1,1	2,2	3,3	1,1	1,0	0,9
Üldfosfor	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,70	0,70
Omastatav fosfor	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,47	0,45
Naatrium	0,17	0,17	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17
Kaalium	0,40	0,38	0,38	0,37	0,60	0,50	0,50
Kloor	0,20	0,20	0,20	0,20	0,16	0,16	0,16
Magneesium	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
Mikroelemendid, g/t							
Mangaan	70	60	60	60	60	60	60
Tsink	60	50	50	60	40	40	40
Raud	40	30	30	40	50	50	50
Vask	4	4	4	6	8	8	8
Jood	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6
Seleen	0,15	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15
Koobalt	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Aminohapped:							
Lüsiin	1,05	0,77	0,80	0,78	1,27	1,15	1,00
Metioniin	0,46	0,36	0,40	0,34	0,60	0,55	0,42
Metioniin+tsüstiin	0,76	0,59	0,63	0,62	0,93	0,87	0,82
Trüptofaan	0,21	0,17	0,18	0,17	0,24	0,21	0,20
Arginiin	1,10	0,82	0,85	0,89	1,27	1,16	1,08
Histidiin	0,35	0,26	0,32	0,34	0,48	0,44	0,42
Leutsiin	1,40	1,05	1,28	1,30	1,61	1,47	1,38

Tabeli 2.14. järg

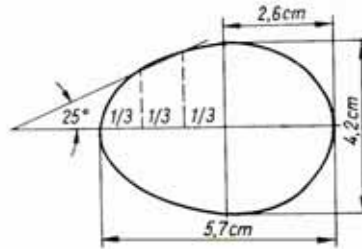
1	2	3	4	5	6	7	8
Isoleutsiin	0,70	0,52	0,62	0,65	0,88	0,80	0,72
Fenüülalaniin	0,63	0,47	0,51	0,52	0,81	0,74	0,68
Fenüülalaniin+türosiin	1,20	0,90	0,88	0,94	1,50	1,37	1,26
Treoniin	0,20	0,52	0,43	0,45	0,81	0,74	0,70
Valiin	0,80	0,60	0,60	0,68	0,98	0,89	0,83
Glütsiin	1,00	0,75	0,74	0,86	1,05	0,96	0,94
Vitamiinid:							
A, retinool, mln. RÜ/t	15	10	10	10	10	10	7
D ₃ , kolekalsiferool, mln. RÜ/t	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0
E, dialfatokoferool, g/t	10	5	5	10	10	10	10
K, menadioon, "	2	1	1	2	1	1	1
B ₁ , tiamiin, "	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0
B ₂ , riboflaviin, "	3,0	2,0	2,0	5,0	3,5	3,5	3,5
B ₃ , pantoteenhape, "	10	10	10	20	10	10	10
B ₄ , koliinkloriid, "	1000	700	500	500	1300	850	500
B ₅ , nikotiinhape, "	20	15	15	20	25	25	10
B ₆ , püridoksiin, "	3,0	3,0	3,0	4,5	3,0	3,0	2,5
B _c , foolhape, "	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,25
B ₁₂ , kobalamiin, "	0,025	0,025	0,025	0,025	0,020	0,020	0,010
H, biotiin, "	0,15	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,10
C, askorbiinhape, "	50	—	—	50	50	50	50

2.7. Kanakasvatussaadused

2.7.1. Kanamuna

2.7.1.1. Kanamuna ehitus

Kanamuna on elliptilise kujuga, ühest otsast jämedam. Muna kontuur (joonis 2.4.) kujutab enesest ebasümmeetrilist ellipsit ehk Cassiani ovaali.



Joonis 2.4 . Standardse kanamuna kontuur

Kõik pikitelje ristlõbilõiked kujutavad endast ringi. Standardse kanamuna kirjeldust täiendavad veel järgmised arvud:

ruumala	53,0 cm ³ ,
tihedus	1,09 g/cm ³ ,
pikem ümbermõõt	15,7 cm,
lühem ümbermõõt	13,5 cm,
kuju indeks	74 ja
pinnalaotus	68 cm ² .

Kanamuna ruumala on ligikaudselt arvutatav valemiga:

$$V = 0,913 \times M,$$

kus V = muna ruumala cm³

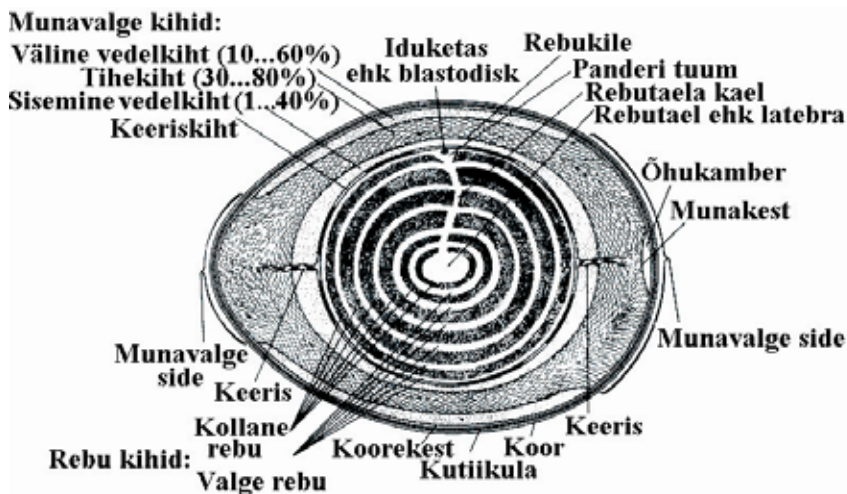
ja M = muna keskmine mass g.

Muna kuju iseloomustamiseks kasutatakse vastavaid indekseid: kas pikema ja lühema diameetri suhet või lühema ja pikema diameetri suhet, mis omakorda korrutatakse 100-ga. Ideaalseks peetakse kanamuna, mille indeks on 1,32...1,40 ehk vastupidisel arvutamisel 71...76%. Kana organismi funktsionaalsete häirete puhul võivad kanad muneda ka ebanormaalse kujuga mune. Ebanormaalsed võivad olla munade suurus, väliskuju, koore struktuur. Väliskujult võivad ebanormaalsed munad olla mitmesuguste ümarjate vormidega: piklikud, elliptilised, ümarad, pirnjad, neerjad, keerdunud. Anomaaliat võib põhjustada munajuha mõne osa ahenemine või liiga aktiivne talitlus, traumad, häired kana hormonaalsüsteemis. Võib esineda ka erineva kujuga kaksikmune.

Muna koosneb rebust, munavalgest, koorealustest kiudkestadest ja lubikestast ehk munakoorest. Kanamuna skemaatiline lõbilõige on esitatud joonisel 2.5.

Rebu on arenevale lootele toitainete tagavaraks. Ta koosneb vaheldumisi paiknevatest kuuest valgest ja kuuest kollase rebu kihist ning neid katvast rebukilest ehk vitelliinkestast. Väga suured munad on tihti kahe rebuga. Iduketas asetseb 3 mm läbimõõduga valkja moodustisena rebu pinnal. Rebu sisemusse viib iduketta juurest

rebutaela kael, mis lõpeb rebutaela ehk latebraga. Mõnikord esineb rebu pinnal vereplekke, mis võivad sinna sattuda munarebu vabanemise ajal folliikulist.



Joonis 2.5.. Kanamuna ehitus

Munavalge koosneb neljast kihist: väline vedel, keskmine tihe, keskmine vedel ja sisemine tihe ehk keeriskiht. Rebu paikneb keeriste abil munavalge sees enam-vähem püsivas asendis. Munavalget ümbritseb sisemine koorealune kiudkest ehk munakest (paksus ca 22 μm), mis on välimise koorealuse kiudkestaga (paksus ca 48 μm) liitunud. Muna jämedas otsas on kiudkestad üksteisest eraldunud, mille tulemusena moodustub muna säilitamisel õhuruum. Kanamunas moodustab väline vedel munavalge kiht keskmiselt 23% kogu munavalgest, järgmised kihid vastavalt 57, 17 ja 3%.

Munakoore kaitseb muna väliskeskkonna mõjude eest ja on arenevale lootele mineraalainete allikaks. Munakoore paksus on kanamunadel 0,25...0,40 mm. Munakoore on pealt kaetud poore sulgeva liimja kaitsekihiga – kutiikulaga. Kutiikula osatähtsus on suur ka koore tugevuse kujunemisel. Nii arvatakse, et kutiikula eemaldamine vähendab tunduvalt koore tugevust ja et pruunikoorelised munad on vastupidavamad just poole paksema kutiikula tõttu. Koore endas on anorgaaniline aine läbi põimunud orgaanilise aine kiududega, mis teeb koore vastupidavamaks. Koore vastupidavus sõltub tema paksusest ja muna kujust. Muna purustamiseks tõmbist otsast on vaja 4,73, teravast otsast 5,57 kg rõhku. Muna puruksmuljumiseks mööda pikemat diameetrit on vaja 1...2 kg võrra suuremat jõudu kui lühema diameetri korral. Munakoore tugevus on munade tööstuslikul tootmisel (mehhaanilisel kogumisel) äärmiselt oluline. On selgitatud, et kui munakoore paksus on alla 0,29 mm, puruneb mehhaanilisel kogumisel neist enamik. Nõrk munakoore ja häired munakogumismehhanismide töös võivad kogumisel põhjustada kuni 10% munade pragunemise või purunemise. Munakoore tugevus oleneb suuresti kanade söötmisest (sööda Ca ja P sisaldusest), kuid ka kanade tõust, vanusest ja munemisintensiivsusest.

Anomaaliaid esineb munakoore ehituses küllaltki sageli. Esineb nahkmune (kooreta), väga õhukese või ülipaksu koorega mune. Munakoore võib olla marmorjas, teralise

ehitusega või lubjaköbrestega. Munakoore värvus on tingitud koore pigmenteerumisest. Kanamuna koor on kas valge, pruunikas või viimasel ajal kasutatavatel kanakrossidel helepruun. Munakoores on 7000...17 000 poori. Tihedamini on neid muna tõmbis otsas. Läbi kutiikula, lubikoore pooride ja kiudkestade aurub munast säilitamise ajal vett ning hautamise ajal toimub gaasivahetus. Terve viljastamata kanamuna eraldab päevas 3,5 mg (ca 1,8 cm³) CO₂. Samal ajal aurub munast pidevalt vett. 10°C temperatuuri ja 80% suhtelise õhuniiskuse juures kaotab kanamuna iga päev 0,015 g vett (ca 0,025% muna massist). Pooride arv on tõuti erinev. Näiteks valge leghorni kana munal on teravas otsas 1 cm²-l 94, plimutroki kana munal 116 poori.

Kanamuna mass varieerub küllaltki suurtes piirides, 45...75 grammi. Ebanormaalseteks tuleb lugeda mune massiga alla 35 ja üle 85 g. Keskmiseks kanamunade massiks on 55...65 g, haudemunadeks sobivate munade keskmine mass on piirides 50...75 g. Väikesteks peetakse mune massiga alla 53 g, keskmisteks 53...63 grammiseid, suurteks 63...73 grammiseid, väga suurteks vähemalt 73-grammiseid. Munade mass tavaliselt suureneb koos kana vanusega. Ebanormaalsetes munades võib leiduda ka võõrkehi – vereplekke, mis võivad rebule sattuda munarebu vabanemise ajal folliikulist.

Muna koaguleerumistemperatuur on 57 °C, munavalgel 55...60 °C, rebul 56...70 °C. Brutoenergiat (kcal/g) on munavalgel 5,7, rebul 8,1. Munavalge külmub temperatuuril –0,45 °C, rebu –0,65 °C. Terve kanamuna võib ilma külmumata jahtuda –1...–2 °C-ni. Pikem säilitamine temperatuuril –3...–4 °C viib külmumise järel muna purunemisele.

2.7.1.2. Kanamuna koostis

Kanamunade koostisosade protsentuaalne vahekord on toodud tabelis 2.15.

Tabel 2.15. Kanamuna koostis (Rose, 1997)

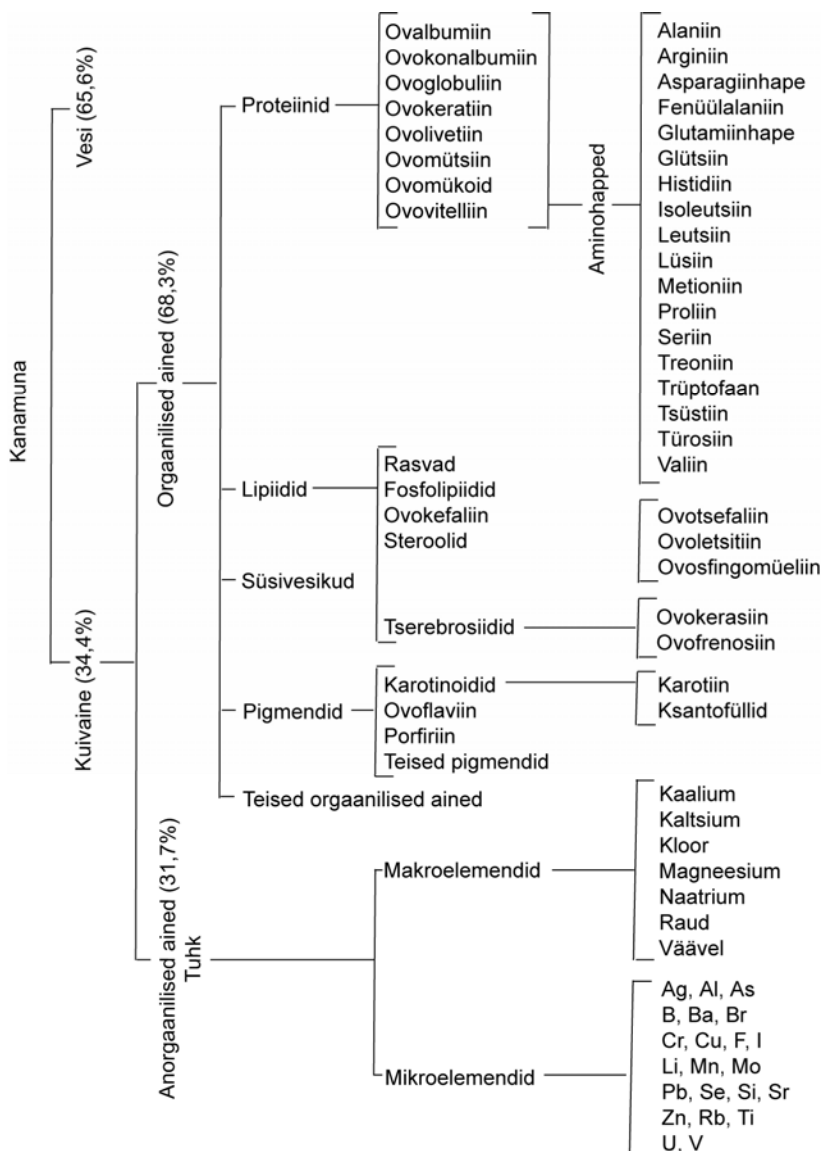
Linnuliik	Muna keskmine mass g	Muna koostisest %		
		munavalge	rebu	koor
Munakanad	57	63,8	27,2	9,0
Lihakanad	61	59,4	29,1	11,5

Muna koostises leiduvatest ainetest annab ülevaate joonis 2.6.

Kanamuna rebus on 51,3% kuivainet, sellest proteiini 16,6%, süsivesikuid 1,0%, rasvu 32,6% ja mineraalaineid 1,1%. Kanamunade rebu värvuse intensiivsus ei sõltu erinevalt üldlevinud arvamusest mitte selle A-vitamiini sisaldusest, vaid teatud värvainete olemasolust rebus. Sellisteks värvaineteks on karotinoidid – ksantofüllid ja karotiinid. Kanade munarebus olev pigment sisaldab tavaliselt 70% luteiini, 20% zeaksantiini ja 10% krüptoksantiini. 1 g kanamuna rebu sisaldab ligikaudu 1,9 mkg karotiini ja 21 mkg ksantofülle. Krüptoksantiin on seejuures ainuke ksantofüll, mis toimib A-vitamiini provitamiinina. Söötaedest on ksantofüllide allikana tuntud kollane mais, maisi gluteenjahu, lutsernheinajahu, päevalilleõli, punane pipar. Kanade piiratud söötmisel ladestuvad ksantofüllid ainult munarebusse, mistõttu kanade nahk muutub pigmendivaeseks.

Munavalges on kuivainet 12,1%, sellest proteiini 10,6%, rasvu 0,03%, süsivesikuid 0,9% ja mineraalaineid 0,6%.

Kanamuna koor sisaldab 95,1% anorgaanilist ainet, 3,3% toorproteiini ja 1,6% vett. Koore koostisest moodustavad protsentides: kaltsiumkarbonaat 98,43, magneesiumkarbonaat 0,84 ja kaltsiumfosfaat 0,73. Kooreta kanamuna keskmine keemiline koostis on järgmine: kuivainet 25,05, proteiini 12,51, rasvu 10,56, süsivesikuid 1,00 ja mineraalaineid 0,6%. 100 munasisu sisaldab 163 kcal brutoenergiat. Kanamunas on leitud rohkem kui 30 makro-, mikro- ja ultramikroelementi ning kõik tuntud vitamiinid. Kanamunade täpsemast aminohapete, makro- ja mikroelementide ning vitamiinide sisaldusest annab ülevaate tabel 2.16.



Joonis 2.6. Kanamunas leitudvad ained

Tabel 2.16. Kanamuna aminohapete, makro- ja mikroelementide ning vitamiinide sisaldus

100 g sisaldab	Muna sisu	Munavalge	Munarebu
Aminohappeid g:			
arginiini	0,80	0,63	1,01
asparagiinhapet	0,70	0,60	0,77
fenüülalaniini	0,65	0,61	0,64
glutamiinhapet	1,48	1,24	1,69
glütsiini	0,44	0,40	0,49
histidiini	0,32	0,27	0,41
isoleutsiini	0,84	0,72	0,97
leutsiini	1,02	0,85	1,19
lüsiini	0,82	0,66	1,01
metioniini	0,40	0,41	0,34
seriini	0,92	0,69	1,25
treoniini	0,66	0,52	0,85
trüptofaani	0,23	0,20	0,25
tsüstiini	0,26	0,25	0,24
türosiini	0,55	0,46	0,64
valiini	0,98	0,88	1,02
Makro- ja mikroelemente mg:			
	1000	700	1600
kaltsiumi	54,0	6,0	147,0
naatriumi	111,0	175,0	78,0
kaaliumi	149,0	149,0	110,0
magneesiumi	9,0	11,0	13,0
fosforit	210,0	17,0	586,0
kloori	100,0	131,0	67,0
väävlit	233,0	211,0	214,0
mangaani	0,04	...	0,11
tsinki	1,3	0,01	3,8
vaske	0,17	0,04	0,25
rauda	2,1	0,3	5,6
fluori	0,06	0,02	0,12
joodi	12,0	6,8	16,0
Vitamiine mg:			
A RÜ	1140,0	...	3210,0
D RÜ	50,0	...	150,0
E	2,0	...	6,0
B ₁	0,1	...	0,27
B ₂	0,29	0,26	0,35
B ₃	2,7	0,13	6,0
B ₄ g	0,53	...	1,49
B ₅	0,1	...	...
B ₆	0,25	0,22	0,31
B ₁₂ µg	0,28	0,01	0,83
B _c	9,4	1,6	23,2
H µg	22,5	7,0	52,0
Inosiiti	33,0	...	...

2.7.1.3. Kanamuna kui toiduaine

Kanamuna on täisväärtuslik toiduaine. Muna peab kindlustama arenevale tibule sobiva keskkonna. Seal peab eelkõige olema valku, rasva, süsivesikuid ja vitamiine. Neid seal ka on organismi kasvuks igati sobivas vahekorras. Ühe kanamuna söömisega katab inimene oma päevasest toiduainete tarbest järgmise osa protsentides: energia 3,3, valk 8,0, asendamatud aminohapped 9,4, fosfor 8,0, kaltsium 3,8, raud 5,0. Toitainetele lisaks leidub munas ka inimesele väga vajalikku letsitiini ja haigusi ärahoidvat lüsoosüümi. Nende kõrval sisaldab kanamuna ka kolesterooli (rebus ~230 mg) ja paljud on seetõttu loobunud kanamunade toiduks tarvitamisest. Seejuures unustatakse, et kolesterool on inimorganismi funktsioneerimiseks hädavajalik. Inimese kõikides kudedes kokku on ~60 g kolesterooli ja osa sellest (~1000 mg päevas) sünteesib organism ise. Kahjuliku mõjuga on kolesterool siis, kui tema sisaldus veres ületab 2 g liitri kohta. Toiduga saadakse vaid ~20% kolesteroolist ja seetõttu ei tohiks mõne kanamuna söömine nädalas inimese tervisele kuidagi halvasti mõjuda. Pealegi on letsitiinil kolesterooli tasakaalustav mõju.

Kanamuna kui toiduaine kvaliteeti on viimastel aastakümnetel tunduvalt aidanud tõsta munade rikastamine ω -3-rasvhapetega. Ω -3-rasvhapete tervistav mõju tehti kindlaks eelmisel sajandil eskimote toitumistavasid uurides. Eskimotel esines väga harva südame-veresoonkonna haigusi. Nende toidus oli suur osa külmade vete kaladel, kelle rasvas leidub palju ω -3-rasvhappeid. Ω -3-rasvhapped on keeruka koostisega polüküllastamata rasvhapped. Tuntuim nendest on α -linoleenhape, mida rohkelt leidub lina- ja rapsiõlis. Leiti, et kanad on võimelised neid kasulikke happeid toidust omastama ja salvestama neid munarebusse. Seejärel hakatigi tootma ω -3-rasvhapetega rikastatud kanamune. Rikastatud munadel on võime vähendada vereliistakute kleepuvust ja seega vähendada trombide tekke ohtu. Eestis viidi vastavaid uurimusi läbi eelmise sajandi lõpul tolleaegse EPMÜ väikelooma- ja linnukasvatuse osakonnas professor Harald Tiku, Jaanus Hämmali ja Viive Tiku osalusel. Uurimiste põhjal hakati rikastatud kanamune tootma tolleaegses Tamsalu TERKOos. Samal ajal alustas Soome litsentsi põhjal rikastatud munade tootmist ka Tallegg. Rikastamiseks kasutatakse söödale lisatavaid lina- ja rapsiõli. Tava- ja rikastatud kanamunade rebude rasvhappelisest koostisest annab ülevaate tabel 2.17.

Tabel 2.17. Kanamunarebu rasvhapete sisaldus (% üldlipiididest) Eestis läbi viidud katse põhjal (Hämmal, 2004)

Rasvhape	Tavamuna	Rikastatud muna
Müristiinhape	0,4	0,2
Palmitiinhape	23,2	20,1
Palmitoleenhape	6,2	4,0
Steariinhape	8,0	7,4
Oleiinhape	49,1	55,6
Linoolhape	8,9	14,7
α -linoleenhape (ω -3)	0,6	4,7
Eikoseenhape	0,3	0,2
Arahhidoonhape	1,3	0,9
Eikosapentaenhape (ω -3)	0,1	0,1
Dokosapentaenhape (ω -3)	0,2	0,4
Dokosaheksaenhape (ω -3)	0,7	1,7
Kokku ω -3 rasvhappeid	1,6	6,9
60 grammise muna rebu sisaldab ω -3 rasvhappeid mg	88	397

2.7.1.4. Kanamuna kvaliteedi määramine

Tavaelus määratakse muna kvaliteeti visuaalselt, muna välimuse ja põhilise näitaja – õhuruumi suuruse alusel. Õhuruumi kõrgus sõltub muna säilitusajast. Kui äsjamunetud munal on õhuruumi kõrgus ~2,0 mm, siis 15. säilituspäevaks on see suurenenud juba 5,0...6,3 mm-ni (sõltuvalt säilitustemperatuurist). Õhuruumi laius on värskel munal 10-sendise raha suurune.

Linnukasvatustajadeis määratakse muna kvaliteeti munalaos. Konveieril liiguvad munad läbi pimendatud kambri, kus mune valgustatakse altpoolt. Seal eraldatakse kõik koore- ja sisevigadega munad. Rebu peab asetsema muna keskel, iduketas ei tohi olla märgatav. Toidumunadele kehtestatud nõudeid on täpsemalt vaadeldud järgmises alapeatükis.

Aretustöös kasutatakse muna kvaliteedi hindamisel muna keskmise massi ja õhuruumi suuruse kõrval ka veel tervet rida teisi näitajaid. Nendest peetakse olulisemateks järgmisi:

- muna ruumala – kehtib eespool vaadeldud seos muna massiga. Kasutatakse ka muna poolt väljatõrjutava veehulga mõõtmist;
- muna indeks – määratakse kas indeksomeetriga või diameetrite suhtega;
- munakoore paksus – määratakse mikromeetriga muna otstest ja keskel, arvutatakse keskmine;
- munakoore elastne deformatsioon – määratakse spetsiaalse aparaadiga, kus koorele mõjub 700 g raskus;
- muna tihedus kg/m^3 – määratakse muna paigutamisega erineva tihedusega keedusoola lahustesse. Muna tihedus võrdub selle lahuse tihedusega, milles ta jääb hõljuma keskele;

- munavalge indeks arvutatakse valemi $I = \frac{H}{(D + d) : 2}$ järgi, kus

H on tiheda munavalge kõrgus (määratakse lahtilöödud munal 0,5...1 cm kaugusel rebust mikromeetriga),

D ja d on muna diameetrid, määratakse nihkkaliibriga;

- munarebu värvus – võrreldakse spetsiaalse värvuslehtviku värvustega;
- munarebu indeks – leitakse munarebu kõrguse (mõõdetakse keskel mikromeetriga) jagamisel rebu diameetriga ja jagatise korrumtamisel 100ga;
- haudemunade kvaliteedi parimaks näitajaks peetakse Haughi ühiku arvutamist valemi

$$HU = 100 \log(H - 1,7W^{0,37} + 7,6) \text{ järgi, kus}$$

H on tiheda munavalge kõrgus mm,

W on muna keskmine mass g.

Siledale alusele lahti löödud muna tiheda munavalge kõrgus mõõdetakse mikromeetriga muna pikitelje keskpäigas. HU leitakse tavaliselt spetsiaalsetest tabelitest ja see on tihedas seoses munade inkubatsiooniomadustega.

Tabelis 2.18. on toodud kanamuna kvaliteedi optimaalsed näitajad.

2.7.1.5. Kanamuna standard

Standard on kinnitatud ja kasutusele võetud Eesti standardina EVS 624:2001 Eesti Standardikeskuse käskkirjaga nr 138 06.12.2001. a. Standardis on kesksel kohal kaubastatavate munade vastavus kvaliteedinõuetele, nende pakendamine ja märgistamine

kvaliteediklassidesse ja massikategooriate järgi. Standard hõlmab kanamunade käitlemise olulisi seisukohti Euroopa Liidu maade ja Eesti turul kaubastatavate kanamunade kohta. Standard on esitatud 16-l leheküljel. Alates aastast 2001 kuni aastani 2006 on ülaloodud standardisse tehtud Euroopa Nõukogu ja Euroopa Komisjoni vastavate määrustega (u 80 arvutileheküljel) rida täiendusi ja parandusi, millega on võimalik tutvuda veebileheküljel <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32004R1515:ET> Standardis "Kanamunad" on alljärgnevad osad (peatükid): käsitusala; normatiivviited; terminid ja määratlused; kvaliteedinõuded; suuruse nõuded; lubatavad hälbed; munade kogumine; pakendamine; partii kontrollimine; kontrollimise meetodid; märgistamine; munade ümbersorteerimine ja pakendamine; hoiustamine ja vedu; keelenõuded.

Tabel 2.18. Kanamuna kvaliteedi olulisemad näitajad

Kvaliteedi näitaja	Optimaalne suurus
Muna keskmine mass	60 g
Muna ruumala	54...55 cm ³
Muna indeks	
$\frac{\text{pikidiameeter}}{\text{ristidiameeter}}$	1,32...1,40
$\frac{\text{ristidiameeter}}{\text{pikiidiameeter}} \times 100$	71...76
Munakoore paksus	0,35 mm
Munakoore elastne deformatsioon	20...22 mkm
Muna tihedus	1,078...1,080 kg/m ³
Munavalge indeks	0,08 või 8, kui suhe on korrutatud 100ga
Munarebu värvus	5 (kuld kollane)
Munarebu indeks	45
Haighi ühik	75...80

Tootmise ja tarbimise seisukohalt olulisimaks tuleb pidada muna kvaliteedi- ja suuruse nõudeid. Munad jagatakse kolme kvaliteediklassi: A, B ja C. Viimasesse, C klassi kuuluvad A- ja B-klassi nõuetele mittevastavad munad ja need ei kuulu realiseerimisele kaubandusvõrgus. A- ja B-klassi munade kvaliteedinõuded on esitatud tabelis 2.19.

A-klassi ehk värsked munad ei tohi olla enne ega pärast sorteerimist pestud ega eelnevalt mingil viisil puhastatud. 9 päeva vältel peale munemist või 7 päeva vältel peale pakendamist loetakse A-klassi mune ekstra värsketeks munadeks. B-klassi mune iseloomustatakse standardis kui jahutatud ja säilitatud mune.

Suuruse nõuded jagavad munad massikategooriatesse. Massi järgi jagatakse A-klassi munad väga suurteks (XL), suurteks (L), keskmisteks (M) ja väikesteks (S). B- ja C-klassi mune massikategooriatesse ei jagata. A-klassi munade massikategooriad on toodud tabelis 2.20.

01. juulist 2007.a kehtivad Eestis Euroopa Liidu nõukogu määrus (EÜ) nr 1028/2006 munade turustusnormide kohta ja komisjoni määrus (EÜ) nr 557/2007, milles sätestatakse nõukogu määruse (EÜ) nr 1028/2006 üksikasjalikud rakenduseeskirjad. Nimetatud määrused kehtivad kõigi ühenduses toodetud või kolmandatest riikidest imporditud kanamunadele, mida turustatakse ühenduses. Samuti kohaldatakse kõnealuseid turustamise tingimusi ühendusest eksporditavate kanamunade suhtes. Eestis kehtib lisaks

eelpool toodud määrustele põllumajandusministri 23. veebruari 2007.a määrus nr 16 "Märgistamise täpsemad nõuded kanamunade turustamise korral".

Tabel 2.19. Kvaliteedinõuete koondtabel

Näitaja	Kvaliteediklass	
	A	B
Koor ja kutiikula	Normaalne, puhas, välisriketeta, vigastusteta	Normaalne, vigastusteta
Õhuruum	Mitte kõrgem kui 6 mm, liikumatu; munadel "ekstra" mitte kõrgem kui 4 mm	Mitte kõrgem kui 9 mm
Munarebu	Läbivalgustamisel varjuna nähtav, selgelt märgatavate piirjoonteta, muna liigutamisel tsentrist mitte välja liikuv, sisuriketeta	Läbivalgustamisel varjuna nähtav (välja arvatud lubjas säilitatud munal)
Looteketas	Märgatava arenguta	Märgatava arenguta
Munavalge	Läbipaistev, selge, geelja konsistentsiga, sisuriketeta	Läbipaistev, selge, sisuriketeta
Lõhn	Kõrvallõhnata	Kõrvallõhnata

Tabel 2.20. A-klassi munade munakategooriad

Massikategooria	Muna mass, g	100 muna miinimummass, kg
Väga suur – XL	vähemalt 73	7,3
Suur – L	63–73	6,4
Keskmine – M	53–63	5,4
Väike – S	alla 53	4,5

A klassi munad märgistatakse tootjakoodiga, mis koosneb numbritest ja tähtedest (näiteks 3EE12345). Tootjakood peab olema selgelt eristatav ja kergesti loetav ning vähemalt 2 mm kõrge. Tootjakoodi esimene number näitab lindude pidamisviisi (O - mahepõllunduslik tootmine; 1 - vabalt peetavate kanade munad; 2 - õrrekanade munad; 3 - puuris peetavate kanade munad), järgneb tootja riigi tähis (näiteks: EE-Eesti; LV-Läti; LT-Leedu) ning lõpuks ettevõtte eraldusnumber (mis tuleb taotleda Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ametist).

2.7.2. Kanabroileriliha

Kanabroileriliha tootmine näitab kogu maailmas aeglast, aga püsivat tõusutendentsi. Selle põhjusteks tuleb pidada võimalust saada kiiresti madala omahinnaga toodangut, toodangu sobivust kõikidele religioonigruppidele (vastupidiselt sea- ja veiselihale) ning liha vastavust tervisliku toitumise nõuetele.

2.7.2.1. Kanabroilerite optimaalne realiseerimisvanus

Optimaalse realiseerimisaja valik sõltub mitmest asjaolust. Oluline on arvestada sööda- ja tööjõukulu toodanguühikule, karja ühtlikkust (eriti kaasaegsete automatiseeritud tapaliinide puhul), lihakeha kaubanduslikku väärtust, tarbijate nõudlust lihakeha tükeldamise ja töötlemise osas. Suuremaid lihakehi on kergem tükeldada. Vähem arvestavad tootjad karja säilivuse ja liha kvaliteediga (keemiline koostis, liha bioloogiline täisväärtuslikkus, õrnus, mahlakus, maitseomadused).

Broileritibude kehamass suureneb esimestel elunädalatel väga kiiresti, kuid teatud kindlast vanusest hakkab kasvukiirus aegamööda langema. Tibude vanemaks saades suureneb tunduvalt ka söödakulu 1 kg juurdekasvule. Kanabroilerite kasvatusaja lühendamine alandab tavaliselt liha omahinda, sest samas lindlas saab üles kasvatada rohkem broilereid. Seoses järjest paremate uute broilerikrosside loomisega ongi broilerite kasvatuskestus kogu maailmas pidevalt lühenenud. Seda näitavad kujukalt tabeli 2.21. andmed.

Tabel 2.21. Kanabroilerikasvatuse arengu näitajad (kross Ross 508)

Aasta	Realiseerimis- vanus, päeva	Keskmine kehamass, kg	Söödakulu 1 kg juurdekasvule, kg
1953	68	1,49	2,80
1963	58	1,62	2,40
1973	50	1,75	2,10
1983	44	1,88	1,90
1999	42	2,15	1,66

Eelmise sajandi lõpul soovitasid vaid parimad firmad broilerite realiseerimisvanuseks 42 päeva. Paljudes farmides kiputi seda tähtaega pikendama. Liha füüsikalise-keemiliste omaduste alusel soovitati broilereid tappa 56-päevaselt, sest siis oli liha kõige õrnem ja mahlasem. Üle 70 päeva ei soovitata kanabroilereid kasvatada, sest siis langeb tugevasti nende kasvuintensiivsus. Tänapäeval on kanabroilerite põhiliseks realiseerimisvanuseks 42 päeva. Kui spetsiaalselt soovitakse saada raskeid lihakehi, siis lükkub tapmine 50...52 päevani.

2.7.2.2. Kanabroilerite lihaomadused

Kanabroilerite lihaomaduste iseloomustamisel on kõige olulisemaks näitajaks tapasaagis. Selle all mõistetakse puhastatud lihakeha (koos kopsu ja neerudega) massi suhet tapaeelsesse kehamassi (protsentides). Nüüdisaegsetel kanabroilerikrossidel ulatub tapasaagis 70%ni (tabel 2.22.), eelmise sajandi lõpul oli veel heaks näitajaks 65%. Tapasaagis oleneb ka tapetava broileri kehamassist (tabel 2.23.).

Tabel 2.22. Parimate kanabroilerikrosside lihaproduktiivsus (kehamass 2 kg)

Näitaja	Ross 208		Ross 508	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
Tapasaagis %	69,75	70,04	70,15	70,86
Rinnalihaste % (nahata) elumassist	16,59	16,01	18,0	17,61
Reielihaste % elumassist	12,80	12,51	13,0	12,71
Säärelihaste % elumassist	9,51	10,16	9,31	9,86

Broilerite tapmise kõrvalsaadustena lähevad tavaliselt otseselt tarbijani maks ja lihasmagu. Nende osatähtsus tapaeelsest kehamassist on mõlemal keskmiselt 1...3%. Kael moodustab tapaeelsest kehamassist ~2,6, pea 4,8, jalad 4,6%. Soolestiku osa kehamassist võib ulatuda 8...9%ni, pugu koos suguelunditega ~1,8 %ni. Tapetud broileri rookimata lihakeha keskmine protsendiline koostis on USA teadlaste andmetel järgmine:

- tapakadu ja söödamatud siseelundid – 26,3%;
- jalgade lihased – 15,7%;
- rinnalihased – 13,9%;
- nahk – 10,5%;

- luud –16,2%;
- sisemine rasv – 1,6%;
- maks, süda ja lihasmagu kokku –3,9%.

Peale tapasaagise on broilerite lihaomaduste hindamisel oluline ka tarbijate poolt enim hinnatud rinna- ja jalalihaste osatähtsus kehamassist. Ilma nahata rinnalihaste % elumassist ulatub parematel broilerikrossidel (näiteks Ross 308) 16...19%ni, jalgade lihastel 15...16%ni.

Tabel 2.23. Krossi Ross 208 broilerite tapasaagised ja rinnalihase osatähtsus %, sõltuvalt broilerite elumassist

Kehamass kg	♀♀		♂♂	
	tapasaagis %	nahata rinnalihaste % kehamassist	tapasaagis %	nahata rinnalihaste % kehamassist
1,6	69,40	15,50	68,92	15,99
1,8	69,72	15,78	69,34	16,30
2,0	70,04	16,01	69,76	16,59
2,2	70,36	16,24	70,15	16,86
2,4	70,68	16,47	70,54	17,11
2,6	71,00	16,70	70,90	17,34
2,8	71,32	16,93	71,26	17,54
3,0	71,64	17,16	×	×
3,2	71,96	17,39	×	×
3,4	72,28	17,62	×	×
3,6	72,60	17,85	×	×

On uuritud ka eri lihasrühmade osatähtsust kanabroilerite kogu lihaste massist (tabel 2.24).

Tabel 2.24. Tähtsamate lihasrühmade osatähtsus kanabroilerite kogu lihaste massist

Lihasrühmad	♀♀		♂♂	
	40-päevased	50-päevased	40-päevased	50-päevased
Rinnalihased	29,8	29,2	29,3	30,7
Jalalihased	42,6	42,7	38,3	41,1
Tiiva- ja õlalihased	10,3	10,1	11,7	10,3
Kaelalihased	5,1	6,0	6,1	6,0
Seljalihased	1,2	1,6	1,1	1,1
Ülejäänud lihased	11,0	10,4	13,5	10,8

2.7.2 3. Kanabroileriliha keemiline koostis

Teiste lihalüükidega võrreldes sisaldab kanabroileriliha tunduvalt rohkem proteiini, bioloogiliselt kõige väärtuslikumat toitaineid. Nüüdisajal hinnatakse toiduaineid siiski mitte ainult proteiini- ja rasvasisalduse alusel, vaid ka valkude aminohappelise ja rasvade rasvhappelise koostise alusel. Inimtoidus on asendamatud aminohapped fenüülalaniin, isoleutsiin, metioniin, leutsiin, lüsiin, treoniin, trüptofaan ja valiin, lastel ka histidiin. Kanabroileriliha keskmist keemilist koostist iseloomustab tabel 2.25. ja kanabroileriliha aminohappelist koostist tabel 2.26.

Tabel 2.25. Kanabroileriliha keskmine keemiline koostis

Näitajad	Valge liha		Punane liha	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
Kuivaine	23,14	23,79	23,37	22,77
Toorproteiin	21,60	22,11	19,61	18,90
Toortuhk	1,14	1,21	1,06	1,02
Toorrasv	0,54	0,47	2,70	2,85

Tabel 2.26. Kanabroileriliha aminohappeline koostis, % rasvavabast kuivainest

Aminohape	Valge liha		Punane liha	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
Lüsiin	6,03	5,60	5,27	5,03
Histidiin	4,70	4,30	2,87	2,45
Arginiin	4,93	5,30	4,64	4,84
Asparagiinhape	5,88	7,45	5,04	5,49
Treoniin	3,11	3,58	2,77	3,00
Seriin	2,61	3,26	2,38	2,76
Glutamiinhape	11,96	13,23	8,19	11,88
Proliin	2,53	3,35	2,70	3,05
Glütsiin	3,14	3,39	2,96	3,50
Alaniin	4,00	4,34	3,82	4,02
Tsüstiin	1,70	2,41	2,04	2,00
Valiin	1,59	3,76	3,49	3,17
Metioniin	2,00	2,14	1,51	1,63
Isoleutsiin	3,31	4,01	2,88	3,04
Leutsiin	5,70	6,02	4,84	5,45
Türosiin	3,53	3,89	2,74	2,80
Fenüülalaniin	3,52	3,22	3,22	3,09
Kokku	72,24	79,25	61,36	67,20
Inimesele asendamatud aminohapped	30,06	32,63	26,85	26,86

Valges lihas (rinnalihas) on rohkem toorproteiini kui punases lihas (reielihased), mistõttu seda peetakse toitlustamise seisukohalt väärtuslikumaks. Valges lihas on aminohappeid, sealhulgas ka inimesele asendamatuid aminohappeid, koguseliselt rohkem kui punases lihas. Kuivaine ja toortuha sisalduse poolest need lihasgrupid oluliselt ei erine. Kogu lihakeha keemilist koostist mõjutavad oluliselt broilerite vanus ja sugupool. Vanematel kanabroileritel on tavaliselt lihakehas rohkem rasva ja vähem toorproteiini. 9...10-nädalaste broilerite kehas sisaldub juba 5...10% toorrasva. Võrdluseks – munemise lõpetanud ja rasvunud kana liha võib sisaldada kuni 35% toorrasva ja vaid 13...15% toorproteiini. Arvatakse, et kanabroilerilihas on rasva ja proteiini sobivaimaks vahekorraks 1:4. Linnuliha maitse-, lõhna- ja värvusomadused olenevad üldse eelkõige rasva hulgast, kvaliteedist ja keemilisest koostisest.

Kanabroileriliha sisaldab suhteliselt vähe skleroproteiine ja on seetõttu eriti õrn, sobides hästi praadimiseks. Valge liha dieetiliselt väärtust tõstab suurema proteiinisalduse kõrval ka väiksem kollageeni- ja rasvasisaldus. Kolesterooli- ja fosfolipiidide sisaldusest kanabroilerilihas annab ülevaate tabel 2.27.

Tabel 2.27. Kanabroileriliha keskmine kolesterooli- ja fosfolipiidide sisaldus

Lihaliik	Sugupool	Kolesterool mg%	Fosfolipiidid mg%
Lihakehas keskmiselt	♂♂	170	760
	♀♀	183	650
Lihaskoes	♂♂	100	250
	♀♀	115	230
Sisemises rasvas	♂♂	100	510
	♀♀	113	360
Nahaaluses rasvas	♂♂	150	500
	♀♀	180	270

Kanabroileriliha sisaldab märkimisväärses koguses tervisele kasulikke küllastumata rasvhappeid. Seetõttu on ka tema sulamistäpp suhteliselt madal – 32...40°. Kanarask sisaldab ka inimesele asendamatuid rasvhappeid kordades rohkem kui teised loomse rasva liigid, näiteks lambarask (tabel 2.28.).

Tabel 2.28. Rasvhapete sisaldus kana- ja lambarask %

Rasvhape	Kanarask	Lambarask
Küllastatud rasvhapped		
palmitiin-	24	29
steariin-	7	25
Küllastumata rasvhapped		
oleiin-	38	36
linool-	20	3
linoleen-	2	1
Inimesele asendamatute rasvhapete summa	22	4

Kanabroileriliha küllastumata rasvhapete hulgas on nii nagu kanamunagi juures erilisel kohal ω -3-rasvhapped. Eestis uuriti võimalusi kanabroileriliha rikastamiseks nende hapetega juba 1999. aastal EPMÜ väikelooma- ja linnukasvatuse osakonna teadlaste poolt. Tamsalu TERKO s läbi viidud katsetes pöörati peatähelepanu kanabroilerirasva rikastamisvõimalustele, et tõsta naha ja sisemise rasva dieetilisi omadusi (senini paljud tarbijad lihtsalt viskavad broileri naha ja sisemise rasva ära, pidades neid kahjulikeks). Kanabroileriliha rasvhappelisest koostisest annab ülevaate tabel 2.29 ja rasva rikastamise tulemustest tabel 2.30..

Analüüsid näitasid, et kõige olulisemat ω -3-rasvhapet – α -linoleenhapet – sisaldasid broileri nahk ja sisemine rasv ~1,5 korda rohkem kui lihased, seega ei tasu neid toiduainetena kõrvale jätta. Teiseks selgus ka, et kohaliku söödaga (sisaldas 4% rapsiõli) söödud broilerite kehaosade rasv sisaldas 5...10 korda rohkem ω -3-rasvhappeid kui imporditud broilerite rasv. Õlisegude õiges vahekorras kasutamine kanabroilerite söödas suurendab nahaaluse ja sisemise rasva ω -3-rasvhapete sisaldust ~9 korda. Rikastatud sööda kasutamise korral sisaldus 1 kg kanabroilerilihas (rasvasisaldus ~8%) samapalju ω -3-rasvhappeid kui 8...10 nn tervisemunas (samuti rikastatud ω -3-rasvhapetega). Kanabroileriliha 100 grammis leidub 100...119 mg naatriumi, 300...350 mg kaaliumi, 10...12 mg kaltsiumi, 25...30 mg magneesiumi, 210...250 mg fosforit ja 1,5 mg rauda. Rauda leidub eriti rikkalikult maksas – 15,4...21,1 mg%. Vitamiinide sisaldus 100 grammis kanabroilerilihas on järgmine:

A – 0,04...0,03;

- B_1 – 0,07...0,08;
 B_2 – 0,15...0,16;
 B_5 – 3,10...3,40 mg.

Kanabroileriliha energeetiline väärtus on 100 g liha kohta piirides 531...766 kJ (127...183 kcal).

Tabel 2.29. Kanabroileri erinevate kehaosade rasvhapete sisaldus (% üldlipiididest)

Rasvhape	Tavasööt, +4% rapsiõli				Import- broileri rasv
	rinnalihas	reilihas	nahk	sisemine rasv	
Müristiinhape	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6
Palmitiinhape	22,4	18,6	19,5	20,5	24,8
Palmitoleenhape	3,0	4,4	4,7	4,7	7,7
Steariinhape	8,6	9,5	5,3	5,4	6,7
Oleiinhape	33,8	35,9	44,0	43,9	41,6
Linoolhape	18,6	21,4	20,0	19,3	16,9
α -linoleenhape (ω -3)	2,3	3,2	4,2	4,0	0,7
Eikoseenhape	0,7	0,6	0,9	0,8	0,4
Arahhidoonhape	3,7	2,8	0,3	0,1	0,4
Eikosapentaenhape (ω -3)	1,2	0,6	0,1	0,1	<0,05
Dokosapentaenhape (ω -3)	2,0	0,9	0,1	0,1	<0,05
Dokosaheksaenhape (ω -3)	3,0	1,4	0,1	0,1	<0,05
Kokku ω -3-rasvhappeid	8,5	6,1	4,5	4,3	0,8

2.7.3. Kanakasvatuse kõrvalsaadused

Veri. Veri moodustab kanabroileritel 3,8, täiskasvanud kanadel 4,5% kehamassist. Kanade tapmisel kogutud verest kasutatakse enamik verejahu valmistamiseks, kuna ta sisaldab suurel hulgal täisväärtuslikke valke. Kanade verest valmistatakse ka albumiinliimi, kuivverd, väetist hinnaliste põllumajanduskultuuridele. Verd võib otseselt kasutada karusloomade söödana, seda lisatakse ka liha-kondijahu toorainele.

Verejahu sisaldab 9...11% vett, 73...81% toorproteiini, 3...5% toorrasva, 6...10% toortuhka, 1% lämmastikuta ekstraktiivaineid. Verejahu proteiini bioloogiline väärtus oleneb kuivatustemperatuurist. Alla 100 °C juures kuivatatud verejahu on kõrgeväärtuslik loomasööt, mis parandab ratsiooni maitsvust ega avalda kahjulikku mõju toodetava liha kvaliteedile. Kõrgel temperatuuril kuivatatud verejahu proteiini seeduvus on halb. Verejahu erinevate partiide aminohapete sisaldus ei varieeru eriti suurtes piirides (tabel 2.31.).

Lüsiinisalduse poolest on verejahu söötade seas esikohal (67,2 g/kg). Palju on temas ka trüptofaani (11,5 g/kg). Metioniini sisaldab verejahu suhteliselt vähe (9,8 g/kg), kuid seda korvab veidi suurem tsüstiinisaldus (15,6 g/kg). Verejahu ühes kilogrammis leidub 2 mg B_2 -, 1,0 mg B_3 -, 29 mg B_5 - ja 1 mg B_6 -vitamiini ning 600 mg B_4 -vitamiini. Metaboliseeruvat energiat saavad kanad 1 kilogrammist verejahust 11 MJ. Toiduainetetööstuses kanade verd tavaliselt ei kasutata. Eestis on verekondijahu edukalt kasutatud karusloomade ratsioonides.

Tabel 2.30 . Kanabroilerite erinevate rasvade rasvhapete sisaldus (% üldlipiididest)

Rasvhape	Nahaalne rasv		Sisemine rasv	
	rapsi- ja linaõliga rikastatud sööda korral	import- broileritel	rapsi- ja linaõliga rikastatud sööda korral	import- broileritel
Müristiinhape	0,5	0,6	0,5	0,6
Palmitiinhape	12,9	24,3	12,6	25,1
Palmitoleenhape	2,6	9,4	3,1	9,1
Steariinhape	3,8	5,3	3,7	5,5
Oleiinhape	48,1	42,8	48,2	42,0
Linoolhape	24,0	16,6	23,8	16,6
α -linoleenhape (ω -3)	7,3	0,7	7,3	0,7
Eikoseenhape	0,8	0,3	0,8	0,4
Arahhidoonhape	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Eikosapentaenhape (ω -3)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosapentaenhape (ω -3)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosaheksaenhape (ω -3)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Kokku ω -3-rasvhappeid	7,4	0,8	7,4	0,8

Tabel 2.31. Verejahu aminohappeline koostis (% toorproteiinist)

Aminohape	Sisaldus
Lüsiin	6,7...8,7
Metioniin	1,0...1,4
Tsüstiin	1,6...1,7
Trüptofaan	1,2...1,4
Arginiin	3,6...4,3
Histidiin	5,3
Leutsiin+isoleutsiin	11,4...15,0
Fenüülalaniin	5,8...6,6
Valiin	7,4...9,4
Glütsiin	4,5
Treoniin	3,4...4,7

Suled. Linnutapamajades saadakse sulgi 5...6% lindude kehamassist ja need on tooraineiks mitmesuguste tarbekaupade valmistamisel. Tapmisjärgset lindude kuivkitkumist tööstuslikul tootmisel ei kasutata. Auru- ja vee seguga töötlemise järel sisaldavad kitkutud suled tavaliselt ca 75% vett. Vee kõrvaldamiseks suled tsentrifuugitakse (eraldub ca 50% vett) ja siis kuivatatakse õhuvoolus, mille t° on 70...130 $^\circ\text{C}$. Kuivatatud sulgede niiskusesisaldus on 10...12%. Pakitud suled saadetakse ümbertöötlemisettevõtetesse.

Suled koosnevad peamiselt skleroproteiinide hulka kuuluvast keratiinist. Keemilisi elemente sisaldab keratiin järgmises vahekorras:

süsinik	50...55%;
vesinik	7...8%;
hapnik	25...30%;
lämmastik	15...18%;
väävel	0,5...2,0%.

Keratiini struktuur on vastupidav. Veēs, neutraalsete soolade, hapete ja leeliste lahjades lahustes keratiin ei lahustu. Loomade seedetrakti ensüümide (v.a keratinaas) toimele keratiin ei allu. Sulgede zootehnilisel analüüsil leitakse neis tavaliselt 85...90% toorproteiini, 1,3...2,5% toortuhka ja 1,3...2,5% toorrasva. Keratiinisalduse tõttu loomad sulgi ilma eelneva keemilise või füüsikalise-keemilise töötlemiseta ei omasta. Seetõttu sulgi kas hüdrolüüsitakse kõrgendatud rõhu all või töödeldakse soolhappelises või ammoniaagi keskkonnas. Hüdrolüüs kestab keskmiselt 3 tundi temperatuuril 110...120 °C ja rõhul 0,3...0,35 MP. Hüdrolüüsile järgneb kuivatamine ja peenestamine. Hüdrolüüsitud sulejahu sisaldab keskmiselt 85% toorproteiini, mille seeduvus on üle 70%. Sulejahu keemiline koostis oleneb suurel määral valmistusviisist. Keskmised andmed on protsentides järgmised:

vett	5,5...8,3;
toorproteiini	81,7...87,6;
toorrasva	3,0...4,0;
lämmastikuta ekstraktiivaineid	0,3...1,4;
toorkiudu	1,4;
toortuhka	2,7...4,4.

Sulejahu keskmine aminohapete sisaldus on toodud tabelis 2.32.

Tabel 2.32. Sulejahu keskmine aminohapete sisaldus

Aminohapped	Sisaldus %
Arginiin	6,40
Histidiin	0,40
Lüsiin	1,43
Türosiin	2,24
Trüptofaan	0,61
Fenüülalaniin	4,50
Tsüstiin	4,90
Metioniin	0,40
Seriin	10,0
Treoniin	4,20
Leutsiin	6,70
Isoleutsiin	4,20
Valiin	7,40
Glutamiinhape	7,16
Glütsiin	7,20
Alaniin	4,00
Proliin	8,70

Vitamiinidest sisaldab sulejahu B₁₂-vitamiini 71 µg/kg, B₅-vitamiini 16 ja B₄-vitamiini 925 mg/kg. Sulejahu sobib loomse valgusöödana sigade, aga ka lindude ratsiooni. Linnud saavad sulejahu 1 kilogrammist 12,6 MJ metaboliseeruvat energiat. Broilerite söödaratsioonis peetakse sobivaks hüdrolüüsitud sulejahu koguseks 4%, munejatel kanadel 2...4%, 6%-ne sulejahusisaldus alandab juba munemisintensiivsust. Ammoniaagi abil hüdrolüüsitud sulejahu maksimaalseks lubatud koguseks kuni 28-päevaste broilerite söödaratsioonis peetakse 5,48% ja 29. elupäevast alates 7,3%.

Tapajäätmed. Tapajäätmete hulka kuuluvad lindude pea, jalad, sugu- ja seedeelundid ning lihasmao kutikula. Kui verd ei kasutata eraldi, kuulub ka see tapajäätmete hulka. Kanade tapajäätmete kogus on 13...15% tapaeelsest kehamassist. Üldine valgudefitsiit looma- ja linnusöötares on sundinud kasutusele võtma ka seni väheväärtuslikuks peetud tootmisjäätmeid (näiteks inkubatsioonijäätmed, linnulaibad). Pärast spetsiaalset ümbertöötlemist võivad need täiendada valguvaeseid ratsioone või asendada teisi, kallimaid söötasid. Enamasti valmistatakse tapajäätmetest söödajahu. Söödajahu valmistamisel tapajäätmeid mitte ainult ei steriliseerita, vaid ka samaaegselt hüdrolüüsitakse. Tapajäätmejahu keskmine keemiline koostis on toodud tabelis 2.33.

Tabel 2.33. Tapajäätmejahu keemiline koostis %

Sisaldab	Liha-kondijahu	Kondijahu
Vett	9...10	10
Toorproteiini	30...50	15...20
Toorrasva	11...18	10...15
Toortuhka	28...40	×
Lämmastikuta ekstraktiivaineid	2	×

Tapajäätmejahu aminohappelisest koostisest annab ülevaate tabel 2.34.

Tabel 2.34. Tapajäätmejahu toorproteiini aminohappeline koostis %

Aminohape	Sisaldus	Aminohape	Sisaldus
Asparagiinhape	4,56	Metioniin	1,22
Treoniin	2,92	Isoleutsiin	2,90
Seriin	5,47	Leutsiin	5,15
Glutamiinhape	7,33	Türosiin	2,24
Proliin	6,18	Fenüülalaniin	3,16
Glütsiin	5,87	Lüsiin	2,41
Alaniin	3,63	Histidiin	0,71
Tsüstiin	2,24	Arginiin	3,90
Valiin	3,83	Kokku	63,72

Tapajäätmejahu sobib ka kanabroilerite ratsiooni, kuid mitte üle 10%.

Sõnnik. Kanasõnnik on ebauhtlane viskoosne vedel mass, milles leidub pidamistehnoloogias sõltuvalt ka mõningaid mehaanilisi osakesi: sulgi, söödaosiseid, liiva. Kanade naturaalne väljaheide sisaldab 20...27% kuivainet. Suurtes farmides on teravaks probleemiks linnusõnniku otstarbekas kasutamine. Sõnnik sobib hästi väetiseks, sest muneja kana väljaheites on keskmiselt 1,5% lämmastikku, 1,3% fosforit ja 0,9% kaaliumi. Aastas saab 1 ha põllumaal ära kasutada ainult ca 220 kana väljaheited, sest ühelt kanalt saadakse neid aastas keskmiselt 60 kg (75% niiskusesisaldusega). Seega on reaalseks muutunud õhu ja vee saastamise oht suurfarmide ümbruses.

Probleemi lahendamiseks pakutakse mitmeid võimalusi. Soovitatakse linnusõnnikut komposteerida, ümber töödelda anaeroobselt või aeroobselt, kuivatada, kasutada toitepinnasena jne. Anaeroobse süsteemi korral tekib palju haisu, seetõttu saab seda

kasutada vaid hoonetest kaugel, isoleeritud paikades. Seda töötlemisviisi soovitatakse metaani tootmiseks, kusjuures jäägid sobivad veel väetiseks. Aeroobse süsteemi korral peab kasutama kas mehaanilisi, pindaeraatoreid või kompressoreid õhu viimiseks vedelasse sõnnikumassi. Haisu tekib vähe, toode läheb väetiseks. Parimaks kanasõnniku übertöötlemisviisiks nii kasutamise kui ka keskkonnakaitse seisukohalt tuleb pidada selle kuivatamist. Ühe tonni sõnnikupulbri saamiseks tuleb kuivatada 4,5 t 75% niiskusesisaldusega värsket väljaheidet. Ähvardava energiakriisi olukorras saab siit eriti selgeks, kui vajalik on puuripatareides vältida vee liigset sattumist sõnnikukoristussüsteemi (tilkuvad niplid jne). Kuivatitest on enam levinud trummelkuivatid, milliseid peetakse kõige ökonoomsemateks. Bakterioloogiliste uurimuste alusel arvatakse 1 g kanasõnnikus olevat 7,7 miljardit mikroorganismi. Sõnniku kuivatamisel kõrgel temperatuuril hävib enamik mikroorganisme. Kuiv linnusõnnik on bioloogiliselt inertne materjal, igati sobiv pikemaajaliseks säilitamiseks.

Tibude ja noorkanade sõnnik sisaldab rohkem toorproteiini kui munejate kanade oma. Seejuures on kanasõnnik oma toitainete sisalduse poolest ligikaudu 2 korda väärtuslikum kui veisesõnnik. Lämmastikku sisaldab kuivatatud kanasõnnik 4...5 %. Sellest kogusest moodustab valguline lämmastik vaid 1/3. Üle 60% lämmastikust on kusihape ja 9...10% ammoniumsoolad. Puhast valku sisaldab kanasõnnik ~10% ja kuiva sõnniku toorproteiinist moodustab ~64% mittevalguline osa. Seega on kanasõnniku proteiinisaldus ligikaudu võrdne teraviljade omaga. Kuivatatud kanasõnniku aminohappelisest koostisest ja mineraalainete sisaldusest annab ülevaate tabel 2.35.

Tabel 2.35. Kanade õhukuiva sõnniku aminohapete- ja mineraalainete sisaldus %

Näitajad	Keskmine sisaldus	Varieeruvus
1	2	3
Alaniin	0,71	0,35...1,4
Arginiin	0,41	0,35...0,59
Asparagiinhape	0,83	0,40...1,22
Glutamiinhape	1,26	0,67...1,88
Glütsiin	0,51	0,03...1,14
Histidiin	0,19	0,1...0,31
Isoleutsiin	0,37	0,23...0,50
Leutsiin	0,60	0,37...0,80
Lüsiin	0,39	0,20...0,56
Metioniin	0,12	0,05...0,21
Tsüstiin	0,21	0,09...0,36
Fenüülalaniin	0,36	0,22...0,51
Türosiin	0,27	0,15...0,44
Proliin	0,57	—
Seriin	0,43	0,22...0,57
Treoniin	0,40	0,20...0,55
Trüptofaan	0,53	—
Valiin	0,52	0,30...0,83
Kaltsium	7,4	3,8...12,8
Fosfor	2,1	1,7...2,8
Naatrium	0,4	0,1...0,99
Kaalium	1,3	0,8...1,9
Kloor	0,0009	0,0006...0,0014
Vask	0,0057	0,0025...0,0094

Tabel 2.35. järg

1	2	3
Raud	0,18	0,01...0,40
Tsink	0,0289	0,004...0,0555
Magneesium	0,65	0,50...1,0
Mangaan	0,0297	0,019...0,0442
Broom	0,0061	0,0007...0,0220

Kanasõnnik sisaldab aminohappeid küllaltki suurtes kogustes, vähene on vaid metioniinisaldus. Energiat sisaldab kanasõnnik suhteliselt vähe. Enamasti on 1 kg kanasõnniku energiasaldus piirides 480...1350 kcal. Toorrasva sisaldab kanasõnnik 1,5...5,0%, toorkiudu seevastu aga palju – 20...30%. Kanasõnnikus sisalduv fosfor arvatakse olevat 100% omastatav. Kuivatatud kanasõnnikut kasutatakse ka põllumajandusloomade ühe söödakomponendina. Veiste söödaratsiooni soovitatakse võtta isegi kuni 50% kuivatatud kanasõnnikut. Kanabroilerite ja munakanade söödale ei soovitata seda siiski lisada üle 10...15%. Suuremad kogused võivad vähendada juurdekasvu ja munemisintensiivsust.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aamisepp, J.** Kõige kasulikumad kanatõud. - Viljandi, 1915. 16 lk.
- Andersson, P.** Lindude haigused /Tõlkinud H. Mikk. - Tallinn: AS Infotrikk, 1993, 256 lk
- Austic R. E., Nesheim M. C.** Poultry Production. Thirteenth edition. – Philadelphia-London: Lea&Febiger, 1990. 325 pp.
- Crawford, R.D.** Poultry Breeding and Genetics.- Elsevier Science Publishers, 1990, 1123 p.
- Directive 70/524/EEC.** – Official Journal, 14.12.1970, L270, 1.
- Directive 82/471/EEC.** – Official Journal, 21.07.1982, L213, 8.
- Directive 83/228/EEC.** – Official Journal, 13.05.1983, L126, 23.
- Directive 87/153/EEC.** – Official Journal, 07.03.1987, L64, 19.
- Directive 93/113/EEC.** – Official Journal, 31.12.1993, L334, 17.
- Eesti Vabariigi söödaseadus.** – Riigi Teataja, 15.07.1998, I osa, 64/65.
- Ensminger, M. E., Heinemann, W. W Oldfield, J. E.,** Feeds&Nutrition Digest. Second edition. – Clovis, California: The Ensminger Publishing Company, 1990, 794 pp.
- Ernits, E., Nahkur, E., Tikk, H. jt.** Lindude tervishoid ja haigused. - Tartu: Halo, 2006, 314 lk.
- Fox, T.W., Smyth, J.R.** The columbian restriction gene Co and early growth rate in the domestic fowl. - Poultry Science, 1984, 63, 3, 386-388.
- Gill, C.** Organic selenium for poultry. – Feed International, 2003, 24, 12, 25–26.
- Hiip, V.** Tibude hautamine. - Tartu, 1945. 63 lk.
- Hiip, V.** Nõuandeid individuaalsele kanakasvatatajale. - Tallinn, 1946. 44 lk.
- Hutt, F.** Genetics of the fowl. - New York, 1949, 420 p.
- Hämmal, J.** Võimalusi linnukasvatustsaaduste rikastamiseks Ω -3-rasvhapetega ning nende mõju inimese tervisele. - Doktoridissertatsioon. Tartu, 2004, 149 lk.
- Korkeaoja, M.** Haudontatulokseen vaikuttavia tekijöitä. - Rehuraisio OY, Suomi, 2005, 13 lk.
- Kuusental-Alvet, L.** Kanakasvatus. - Tallinn: Agronoom, 1937, 272 lk.
- Laanmäe, L.** Munakanakrosside jõudluskontroll. - ELVI teaduslike tööde kogumik. - Tartu, 1985, 56, 139-145.
- Leesment, O.** Lindude tervishoid. - Tallinn: Valgus, 1977, 168 lk.
- Lind, A., Rautits, R., Tikk, H., Tikk, V.** Kanamunde ja linnuliha tööstuslik tootmine. - Tallinn, Valgus, 464 lk.
- Lind, V., Piirsalu, M., Tikk, H., Tikk, V.** Linnukasvatus I. – Tartu, 1993, 164 lk.
- Lind, V., Piirsalu, M., Tikk, H., Tikk, V.** Linnukasvatus II. – Tartu, 1993, 177 lk.
- Lind, V., Piirsalu, M., Tikk, H., Tikk, V.** Linnukasvatus III. – Tartu, 1993, 179 lk.
- Marks, H., Kress, W.** Unser Rasgeflügel. - Berlin, 1966, 400 s.
- Mineral requirements for poultry** (Recommendations in European countries) – World's Poultry Science Journal, 1981, 37, 2, 127–138.
- Mändmets, R., Hämmal, J., Tikk, H., Neps, V.** Effect of multienzyme GPL on growth and physiological characteristics of broiler quails. – Proceedings of XIX World's Poultry Congress, Amsterdam, 20–24 Sept. 1992. - Wageningen: Ponsen&Looijen, 1992, 3, 382–383.
- Nollet, I., Kocher, A., Spring, P.** Optimising nutrition – minimising disease the power of glycomics. - Proceeding of the 13th Baltic and Finland Poultry Congress. – Otepää, 2005, 22–23.

- Nutrition Guide.** Feed Formulation With Digestible Amino Acids. Rhone Poulenc, 1989, 34 pp.
- Piirsalu, M.** Linnukasvatuse areng Eestis. Doktoridissertatsioon. - Tartu, 1996. 196 lk.
- Piirsalu, M.** Eesti linnukasvatus läbi aegade. - AS Infotrukk, Tallinn, 1997. 155 lk.
- Rautits, R.** Lindla õhu filtreerimine ja selle mõju tibude kasvule. - Sotsialistlik Põllumajandus, 1972, 7, 308-311.
- Romanov, M.N., Sazanov, A.A., Smirnov, A.F.** First century of chicken gene study and mapping - a look back and forward. - Poultry Science, 2004, 1, 19 - 41.
- Ruus, C.** 90 aastat linnukasvatust Eestis. - Sotsialistlik Põllumajandus, 1966, 15, 694 - 696.
- Scholtyssek, S., Doll, P.** Nutz-und Ziergeflügel. - Stuttgart, 1978, 488 s.
- Sikk, V.** Loomade mineraalne toitumine. Tartu, 2005, 224 lk.
- Silversides, F.G., Urrutia, M.S., Grawford, R.S.** Missing upper beak: a new lethal mutation in domestic fowl. - Journal of Heredity, 1982, 73, 4, 295-296.
- Sirvydis, V., Sabalionyte, R., Bobiniene, R., Semaška, V.** Influence of phytogenic feed additive aviance on the growth of chicken broilers. - Proceedings of the 13th Baltic and Finland Poultry Congress. - Otepää, 2005, 17-21.
- Solomon, S.E.** Egg&Eggshell quality. - The Veterinary Press Iowa State University Press, 1997, 149 p.
- Teinberg, R.** Põllumajandusloomade geneetika. - Tallinn: Valgus, 1978. 375 lk.
- Teinberg, R.** Põllumajandusloomade erigeneetika. - Tallinn, 1983, 296 lk.
- Tixier-Boichard, M.** From phenotype to genotype: major genes in chickens. - Poultry Science, 2002, 1, 65 - 75.
- Tikk, H.** Õhu mikroorganismidega saastatus Tallinna Näidislinnavabrikus. - Tartu, 1978. - 24 lk. Käsikiri.
- Tikk, H.** Kanade kunstlik seemendus. - Kunstlik seemendus 60 ja seemendusjaamad 40 Eestis. - Tartu, 1996, 50-51.
- Tikk, H., Piirsalu, M.** Põllumajanduslindudele soovitatavad söötmisnormid Eestis. - Tartu, 1997. - 90 lk.
- Tikk, H., Tikk, V., Hämmal, J., Kaldmaa, A.** Effect of dietary supplementation of multienzym MEK-CGAP-M on meat and egg production of Estonian quails. - Proceedings of XX World's Poultry Congress in New Delhi, India, 2-5 Sept, 1996. - New Delhi, 1996, III, 689-693.
- Tikk, V., Tikk, H., Arro, A., Tikk, O., Seppa, Ü.** Effect of bacterial probioticum ABP-3 (with Maltavamolin) on the laying performance and egg quality of laying quails and laying hens. - Proceedings of the International Scientific Conference "Industrial Enzymes, Probiotics and Biological Additives" Kaunas 14th-16th May 1991. - Halle-Wittenberg, 1991, 113-116.
- Tohver, V.** Üldine biokeemia. Tallinn: Valgus, 1977, 924 lk.
- Ward, T.** Nature's selenium source. - International Poultry Production, 2003, 11, 3, 27.
- Vitina, I., Krastina, V., Miculis J.** Acidifier and botanical additives influence on cholesterol dynamic in poultry organism. - Proceedings of the 13th Baltic and Finland Poultry Congress. - Otepää, 2005, 30-34.
- Yalcin, S et al.** Effects of supplementary iodine on the performance and egg traits of laying hens. - British Poultry Science, 2004, 45, 499-503.
- Данилова А.К., Найденский М.С., Шпиц И.С., Яровский В.С.** Гигиена в промышленном птицеводстве. - Москва, 1970. 255с.
- Коган З.М.** Признаки экстерьера и интерьера у кур (генетика и хозяйственное значение). - Новосибирск, 1979, 295 с.

- Кушнер Х.Ф.** Основы генетики и селекции сельскохозяйственной птицы. - Промышленное птицеводство/Сост. В.И. Фисинин и Г.А. Тардатьян. - Москва, 1978, 26-42.
- Селянский В.М.** Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы. - Москва: Колос, 1980. 280 с.
- Селянский В., Колодяжина С., Беляева Т.** Зональные нормы расхода воды на поение птицы. – Птицеводство, 1987, **8**, 31-33.
- Серебровский А.С.** Избранные труды по генетике и селекции кур. - Москва, 1976, 404 с.
- Романов А. Л., Романова А.И.** Птичье яйцо. - Москва:Пищепромиздат, 1959, 620 с.

VÄRVIFOTOD



Foto 1. Punane džunglikana *Gallus gallus*



Foto 2. Valge leghorni kana



Foto 3. Pöldpüüvärviline itaalia kukk



Foto 4. Minorka kukk



Foto 5. Valge paljaskaelne kana



Foto 6. Sinine andaluusia kukk



Foto 7. Täpiline hamburgi kana



Foto 8. Orlovi kukk



Foto 9. Hele sasseksi kukk



Foto 10. Australorbi kana



Foto 11. Roodailendi kukk



Foto 12. Njuuhämpširi kana



Foto 13. Valge plimutroki kana



Foto 14. Tume uaiendoti kukk



Foto 15. Lõheväriline faverolli kukk



Foto 16. Tume braama kukk



Foto 17. Tume kotšini kukk



Foto 18. Must orpingtoni kana



Foto 19. Must langšani kukk



Foto 20. Inglise vanatüübiline võitluskana



Foto 21. India võitluskukk



Foto 22. Inglise uuetüübiline võitluskana



Foto 23. Malaysia võitluskukk



Foto 24. Valge tšaabo kukk



Foto 25. Kuldrübjalised fööniksid



Foto 26. Siidsulgne kana



Foto 27. Hele jokohama kukk



Foto 28. Hy-Line Variety Brown ja Hy-Line Variety W-36



Foto 29. Firma Ross broilerite
sugulinnud



Foto 30. Firma Ross broiler



Foto 31. Sulgedeta broilerid



Foto 32. Viiriku plimutroki, hõbedase uaiendoti ja australorbi kontuursulgede mustrid



Foto 33. Pneumaatiline munatõstuk Talleggis



Foto 34. Munade kvaliteedikontroll läbivalgustamisel



Foto 35. Hautamisele paigutatakse munad konteinerites



Foto 36. Vastkoorunud broileritibud



Foto 37. Noored broilerite sugukanad Talleggis kombineeritud pidamisviisiga kanalas



Foto 38. Kanabroilerid sügavallapanul Talleggis



Foto 39. Munakanad Talleggis puuripatareis KKT



Foto 40. Noorkanad joomas nippel-tassjootjast Talleggis



Foto 41. Kanatibud joomas nippel-tassjootjast



Foto 42. Broilerid söödaautomaadist söömas



Foto 43. Täieliku automatiseerituse puhul võivad munakanade puuripatareid olla ka 6-korruselised

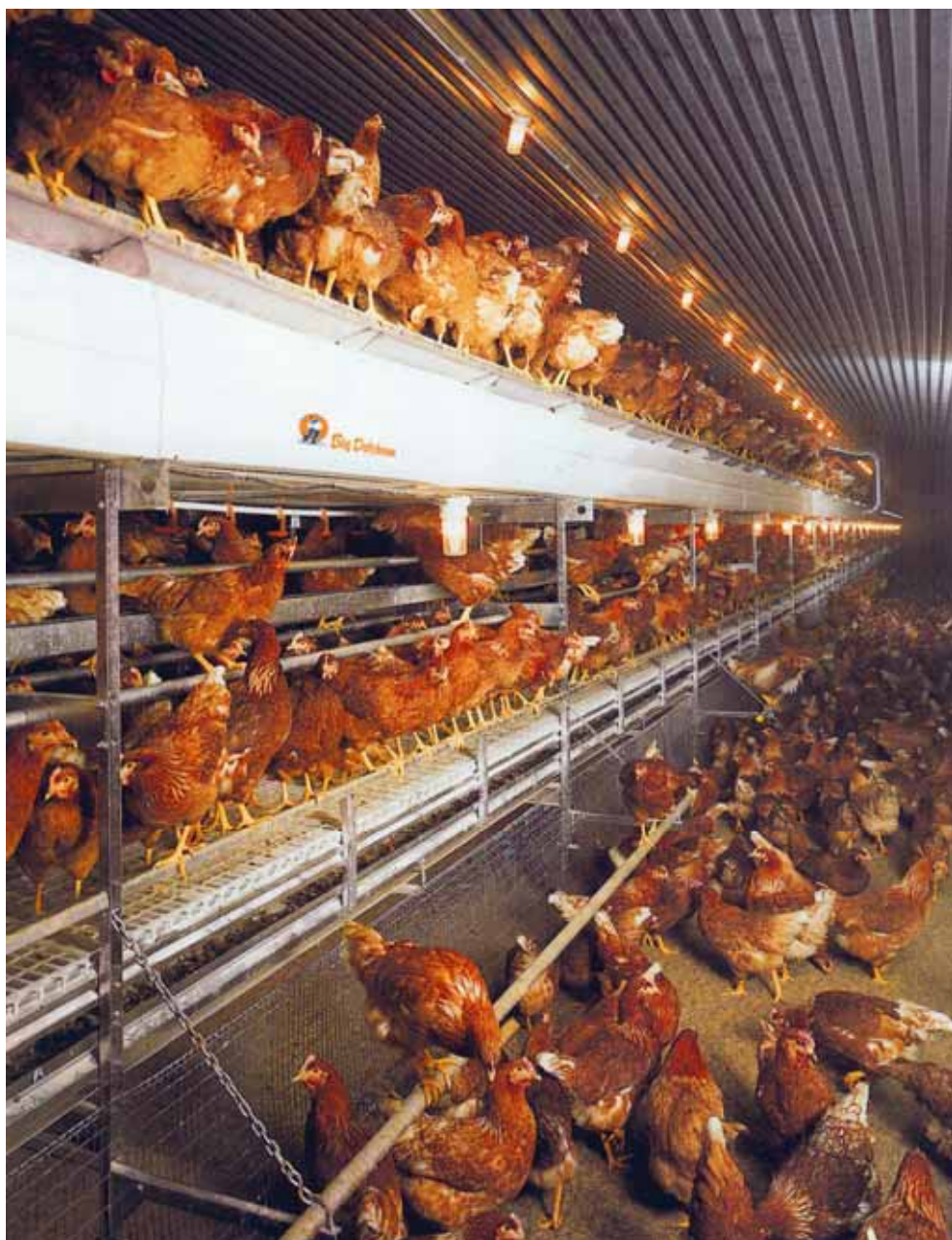


Foto 44. Firma Big Dutchman täiustatud munakanapuur Natura Nora



Foto 45. Tiheda munavalge kõrguse mõõtmine Haughi ühiku määramiseks



Foto 46. Kolmeastmeline (pesad, restpõrand, allapanu) lindla broilerite põhikarjale



EESTI LINNUKASVATAJATE SELTS ESTONIAN POULTRY SOCIETY

Lai 39/41, 10133 Tallinn

Tel/faks: 372 625 6148

matti.piirsalu@agri.ee

Eesti Linnukasvatajate Selts (ELS) asutati 21. septembril 1919. Esimesel koosolekul otsustati, et seltsi tegevus peab täitma eeskätt praktilisi ülesandeid. 1928. a tehti algust lindude tõuraamatusse kandmisega. Järgmisel aastal alustas tegevust Kehtna kõrgema majanduskooli juures kodulinnukasvatuse kontrolljaam. 1939. a rajati linnukasvatuse saaduste tootjate ja müügiühistute keskliit "Eesti Munaeksport", mis tegeles kuni 1949. aastani munade ekspordiga.

Eesti linnukasvatuse edukusele aitsid oluliselt kaasa 1950. a asutatud Kurtna Linnukasvatuse Katsejaama ja 1951. a asutatud EPA Zootehnika teaduskonna teadlased.

1966. a alustati Kehtnas kaasaegset munakanade jõudluskontrolli ja see kestis kuni aastani 2000, mil Tõuaretusinspeksioon selleks enam raha ei eraldanud.

ELS-i tegevus taastati aastal 1989. 1990. a hakati korraldama Põltsamaa linnulaata ja tõulindude näitusi. Praegu on seltsil 46 füüsilist ja 10 juriidilist liiget. Seltsi tööd juhib 7liikmeline juhatus, kuhu kuuluvad M. Piirsalu, A. Filippov, T. Soorm, A. Puksov, L. Jürgenson, S. Peets ja J. Hermet.

Eesti Linnukasvatajate Seltsi liikmed

Tallegg, Harjumaa

Äntu Mõis OÜ, Lääne-Virumaa

Kehtna Mõis OÜ, Raplamaa

Interfarm OÜ, Tallinn

Järveotsa vutifarm, Tartumaa

Muhu Jaanalind OÜ, Saaremaa

Peri Põlumajanduse OÜ, Põlvamaa

Karinu PM OÜ, Järvamaa

Sanlind OÜ, Valgamaa

Ovalex OÜ, Saaremaa

Äksi eesti vuti aretusfarm, Jõgevamaa



Jalaka 48, 50109 Tartu

ttl@kodu.ee

tel: 736 6955, 508 7320

nõuanne kõigis põllumehel vajalikes valdkondades