

SISSEJUHATUS

Aretusprogrammide koostamise eesmärk on sihiteadliku valikuga suurendada loomade jõudlusvõimet ja majanduslikku efektiivsust. Kuna muudetavad tunnused kujunevad geenide koostoimel, siis püütakse muuta teatud geenide sagedust populatsioonis. Valiku eesmärgiks on saada suuremat tulu ning tunnuste valikul lähtutakse eelkõige majanduslikkusest. Programmide koostamisel tuleb arvestada minimaalsete kuludega. Hinnatavad tunnused võivad olla nii visuaalsed (näit. eksterjäär) kui ka objektiivsed, mida saab mõõta (näit. ööpäevane juurdekasv, söödakulu, söödaväärindus, pesakonna suurus, pekipaksus, lihakvaliteet, piimatoodang, munatoodang, villatoodang jne.). See omakorda eeldab korraliku jõudluskontrolli olemasolu. Jõudluskontrolli läbiviimisel tuleb jälgida andmete kogumise maksumust ja andmete täpsust. Mida suurem on andmete täpsus, seda rohkem informatsiooni saadakse ja seda paremaks valikukriteeriumiks antud tunnus osutub.

Aretuseesmärgi püstitamisel koostatakse plaan, kus

- a) **tuuakse ära tunnuste üldine kirjeldus.** Näiteks veisekasvatases suur piimatoodang mitmetel laktatsioonidel, hea lüpstavusega udar, suur päevatoodang, hea söödakasutus, hea eksterjäär ja pikk eluiga jne. Näiteks seakasvatases soovitakse saavutada aretuseesmärgiks hea sigimisvõime, suur kasvukiiruse ja ööpäevane massiivne, hea söödakasutus ja väike pekipaksus.
- b) **selgitatakse välja tunnused, mida tuleb mõõta, et saavutada soovitud aretuseesmärk.** Kui tunnuseid on väga palju, siis tehakse valik ja otsustatakse, millised neist on majanduslikult efektiivsemad. Tunnuste valikul antakse neile majanduslik kaal, mida väljendatakse piirkuludega ühiku (piimatoodang, kg; söödaväärindus kg/kg, poegimisvahemik, päeva, ööpäevane massiivne, g jne) kohta majandusliku koefitsiendiga. Piirtasuvus näitab, kui palju saadakse kasumit, kui tunnust tõsta 1 ühiku võrra üle keskmise.

Aretuseesmärgi saavutamine sõltub ka aktiivse populatsiooni suuruselt. Vaatlusalune populatsioon peab vastama ka teatud kriteeriumidele. Loomadel peab olema määratud põlvnemine, nad peavad olema identifitseeritavad, olema jõudluskontrolli all ning sisseviidud kunstlik seemendus või kontrollitud paaritus.

Et soovitud aretuseesmärki saavutada, tuleb leida ka tunnuste geneetilised parameetrid - päritavus ja korreleeruvus.

Aretusplaani koostamisel määratakse kindlaks erinevad aretusmeetodid (puhasaretus, kasutatavad sugulastõud, ristamine jne.) ja andmete statistilise töötamise viisid, mis aitavad saavutada soovitud tulemust. Samuti määratakse kindlaks aretusväärtuse hindamise meetodid.

Koostatakse ka alternatiivseid aretusprogramme ning võrreldakse neid omavahel. Otsus parima aretusprogrammi kasuks tehakse prognoositava aretuseedu ja ökonoomilise tulu alusel. Kui aretusprogramm on koostatud, siis kinnitatakse see vastavas aretusorganisatsioonis.

8. ARETUSPROGRAMMIDE KOOSTAMINE

Aretusprogramm on tegevuskava või süsteem, mis määrab kindlaks aretuslase informatsiooni kogumise ja registreerimise põhimõtted ning aretusväärtuse hindamise kriteeriumid, mille alusel omakorda toimub parimate loomade valik aretusrühma.

8.1. Aretusprogrammi koostamise põhimõtted.

Aretusprogrammide koostamine on mitmeastmeline protsess, kus tuleb arvestada paljude erinevate teguritega. Tihti peale on aretajatel väga raske uue aretusprogrammi kohta otsuseid teha, sest arvestada tuleb paljude detailidega. Vältimaks puudusi, tuleb aretusprogrammide koostamisel arvestada kõiki erinevaid detaile. Seepärast peab aretusprogrammide koostamine olema hästiorganiseeritud ja terviklik protsess. Aretusprogrammide koostamine jaguneb kaheksaks põhietapiks:

- 1) tootmissüsteemi kirjeldus
- 2) aretuseesmärgi püstitamine - üldine ja detailne kirjeldus
- 3) aretusmeetodite ja tõugude valik
- 4) valikutunnuste geneetiline ja majanduslik hindamine
- 5) loomade hindamissüsteemi planeerimine
- 6) valikukriteeriumite määratlemine
- 7) paaridevaliku kriteeriumid (paarituste planeerimine)
- 8) aretusmaterjali levitamine (soovitavate genotüüpide sageduse suurendamine populatsioonis).

Lisaetapiks on alternatiivsete programmide võrdlus.

Ideaalne oleks, kui aretusprogrammide koostamine toimuks eelnimetatud skeemi alusel, kuna eelnevates etappides saadud tulemused ja vastuvõetud otsused võivad mõjutada hilisematel etappidel tehtavaid valikuid. Hilisematel etappidel tehtavad otsused ja valikud sõltuvad otseselt eelnevatel etappidel saadud tulemustest. Kuid sageli ei ole võimalik ega ka soovitatav teha otsustusi aretusprogrammi kohta nimetatud 8 etapi tulemuste alusel. Seepärast tuleks otsuste tegemisel arvestada ka 9-ndat etappi, kus koostatakse alternatiivsed aretusprogrammid ja võrreldakse neid omavahel. Alternatiivsete aretusprogrammide võrdlemisel hinnatakse 1-8 etapis saadud tulemusi näiteks prognoositava aretusedu ja prognoositava inbriidingu astme alusel. Lõplik otsus aretusprogrammi valikul tehakse prognoositava geneetilise edu, ennustatava inbriidingu taseme ja majanduslike kulutuste alusel.

8.2. Aretusprogrammide struktuuri mõjutavad tegurid

Aretusprogrammide struktuuri hindamisel ja otsuste vastuvõtmisel tuleb arvestada erinevate teguritega, millised on määrava tähtsusega üldise aretusprogrammi koostamisel ja kinnitamisel. Oluline on seejuures teada, kuidas erinevate etappide otsused ja valikud omavahel seostuvad ning millist informatsiooni tuleks lugeda iga etapi siseselt oluliseks. Näiteks linnukasvatustes tundub ühe aastane põlvkonna intervall lühike, kuid arvestades seda, et esimese muna muneb kana 18-20 nädalaselt, siis on 1 aasta suhteliselt pikk aeg. Selle näite varal võib välja tuua ühe aretusprogrammi struktuuri mõjutava teguri s.o. sigimisvõime ehk järglaste arvu. Teiste faktoritena tulevad arvesse veel agregaatgenotüübi tunnused, ühiskondlik infrastruktuur, geneetilised parameetrid ja optimeerimise eesmärgid.

8.2.1. Sigimisvõime (järglaste arv)

Aretusprogrammide struktuuri määratlemisel on loomade sigimisvõime olulise tähtsusega tegur. Sigimisvõimet tuleb arvestada juba aretusprogrammide koostamise esimesel etapil (tootmistüüp). Lähtudes emasloomade arvust ja nende sigimisvõimest, saab kindlaks määrata prognoositava järglaste arvu populatsioonis. Isasloomade sigimisvõime alusel määratakse kindlaks, kui palju isasloomi aretusprogrammi elluviimiseks vajatakse. Järglaste arvu ja sigimisvõime alusel saab kindlaks määrata kui palju isas- ja emasloomi vajatakse.

Erinevatel loomaliikidel on erinev sigimisvõime. Mõneti sarnane on see veistel ja lammastel. Piimaveistel on ühe isaslooma järglaste arv tänu kunstliku seemenduse kasutamisele tohtu (kuni 500000 seemendust). Seepärast vajatakse aretusprogrammi realiseerimiseks ainult piiratud arv pulle, kelle järglased asuvad paljudes taludes. Pullid ise kuuluvad tavaliselt ainult mõnele aretusorganisatsioonile.

Lammaste puhul kasutatakse enamasti kontrollitud loomulikku paaritust, kus ühe jäära kohta arvestatakse keskmiselt 30-40 utte, kusjuures peaaegu igas talus on oma jäära.

Toodud näitest selgub, et pullide ja jäärade sigimisvõime ehk järglaste arvu erinevus on tingitud eeskätt erinevatest paaritusmeetoditest. Seepärast eristatakse sigimisvõime määratlemisel kunstlikku ja loomulikku sigimisvõimet. Ühelt pulli suur sigimisvõime ehk suurjärglaste arv saadakse tänu sperma lahjendamisele, säilitamisele ja kunstlikule seemendusele. Emasloomade järglaste arvu suurendamise meetoditeks on embrüo siirdamine (**ET - embryo transfer**) koos superovulatsiooniga (**MOET - Multiple Ovulation and Embryo Transfer**), katseklaasis viljastamine (*in vitro*) ja kloonimine (munaraku tuuma asendamine keharaku e. somaatilise raku tuumaga - saadud isendi ja doonori genotüübid on identsed).

Liigisiselt võib loomade sigimisvõime erineda ka tõuti. Seda tuleb arvestada ka erinevate aretuskomponentide valikul juba aretusprogrammi planeerimise algul.

Aretusprogrammi planeerimisel sõltub loomade sigimisvõimest, kui palju ja milliseid loomi tuleb hinnata (5 etapp), millist järglaste saamise meetodit tuleks kasutada (7 etapp) ja millist süsteemi tuleks rakendada suurendamiseks soovitud genotüüpidega loomade arvu populatsioonis (8 etapp).

8.2.2. Infrastruktuur

Sotsiaalne infrastruktuur on väga lai mõiste. Infrastruktuuri tuleb arvestada aretusprogrammi 1. etapil (tootmissüsteemi kirjeldus). Infrastruktuuri all käsitletakse järgmisi aspekte:

1) keskmine põllumajandusettevõtte suurus ja nende asustustihedus (kas põllumajandusettevõtted asuvad lähestikku või teineteisest kaugel);

2) millisel tasemel on korraldatud jõudlusandmete kogumine ja side erinevate üksuste vahel, kuidas on korraldatud loomade märgistamine, põlvnemisandmete registreerimine ja jõudluskontroll (kas kasutatakse ettevõttesisest jõudluskontrolli ja märgistamist või üleriigilist süsteemi), kas kasutatakse ühtset jõudluskontrolli süsteemi;

3) turu situatsioon: üleüldine areng, kas on arenenud ühtne kaubandusvõrk või domineerivad üksiktootjatest müüjad; milliseid tooteid tarbijad eelistavad;

4) kasutatavad tehnoloogiad ja nende olukord.

Põllumajandusettevõtete keskmisest suuruselt ja paigutusest sõltub suurel määral erinevate sigimismeetodite korraldus (7.etapp) ja soovitud genotüüpide levik populatsioonis (8.etapp). Kui talud asuvad lähestikku, siis võib kõne alla tulla ühe ja sama isaslooma kasutamine mitmes talus, või sügavkülmutatud sperma asemel värske sperma kasutamine. Nendest valikutest omakorda sõltub loomade sigimisvõime ehk saadavate järglaste hulk.

Talude suurus ja paiknemistihedus mõjutab ka andmete kogumist, millest omakorda sõltub loomade hindamissüsteemi (5 etapp) ja valikukriteeriumite (6 etapp) määratlemine. Kõrvalistes ja raskesti ligipääsetavates piirkondades nagu näiteks Norra mäestike piirkondades tegelevad kunstliku seemendusega veterinaarid, kes regulaarselt külastavad talusid ning koguvad andmeid ka loomade tervise kohta. Neid näitajaid arvestatakse ka loomade aretusväärtuse hindamisel.

Talu suurus mõjutab aretusprogrammi planeerimist eelkõige seeläbi, et suuremates taludes on katsepullide kasutamine lihtsam, kuna seal on põhikari suurem ja risk väiksem (5 etapp loomade hindamissüsteemi planeerimine).

Teine infrastruktuuri aspekt puudutab korraliku andmete kogumise ja sidesüsteemi olemasolu, millest suurel määral sõltub võimalus nõuetekohase jõudluskontrolli läbiviimiseks. Jõudluskontrolli andmed on aga loomade aretusväärtuse hindamise aluseks (5.etapp). Korraliku infokogumise süsteemi (side) puudumisel tuleks kõrge aretusväärtusega loomad koondada teatud kindlatesse taludesse (tuumikkarjadesse), kus on nõuetekohane jõudluskontroll ja algarvestus. Küsimus ei ole üksnes

algandmete kogumise süsteemi tasemes, vaid ka kogutud andmete täpsuses ja usutavuses. Kui suur on andmete mõõtmise täpsus (millist mõõtmisviisi kasutatakse)? Kas andmete koguja on erapooletu (võltsimine)? Tsentraliseeritud tuumikkarjade moodustamise eesmärgiks on vajadus pidada potentsiaalseid pulliemasid paremates tingimustes, kus nende tegelik geneetiline potentsiaal saaks avalduda võimalikult suurel määral.

Aretustöö tõhustamiseks on tänapäeval piisavalt suure mälumahuga arvutid, kus võib talletada vajalikke andmebaase. See võimaldab aretusväärtuse hinnata loomamudeli abil, kus arvestatakse väga suure arvu loomade andmeid ning kõiki nendevahelisi sugulussidemeid.

Seoses infosüsteemide arenguga ja uute arvutiprogrammide rakendamisega on arutatud ka võimalust hinnata rahvusvaheliselt piimaveiste aretusväärtust. Eelkõige puudutab see pullide aretusväärtuse hindamist erinevate maade tütarde andmete alusel. Näiteks veisekasvatases koordineerib pullide rahvusvahelist hindamist INTERBULL.

Toodangu turustamine.

Sea- ja linnukasvatussaaduste tootmine on ahel, mis koosneb paljudest lülidest. Näiteks tegeleb üks talunik ainult põrsaste saamisega ja teine nende nuumamisega. Sellise spetsialiseerumise korral tuleb arvestada ka toodangule esitatavate nõuetega (tervislik seisund, toitumus söödaväärindus, kasvukiirus jne.). Näiteks talunik, kes toodab põrsaid müügiks, peab arvestama nende nõuetega, mida esitab see talunik, kes tegeleb põrsaste nuumamisega. Viimane peab arvestama tarbija poolt esitatavate nõuetega (näit. pekipaksus, munakoore värvus jne.). Tarbijate nõudlus peaks ära määrama aretuseesmärgi (2. etapp), kuid kahjuks ei ole see alati nii.

Spetsialiseerumise korral liiguvad loomad ühest ettevõttest teise, mistõttu tuleks loomade märgistamisel kasutada süsteemi, kus iga loom saaks unikaalse kordumatu numbriga. Vastasel juhul on aretusloomade kohta õigete andmete kogumine raskendatud või isegi võimatu. Näiteks ostetakse nuumamisega tegelevasse talusse erinevatest ettevõtetest põrsaid, kellel on sama number.

Tehnoloogiline seisund mõjutab loomade hindamissüsteemi valikut (5. etapp). Näiteks kasvavate loomade rümba koostise määramisel võib kasutada erinevaid meetodeid. Rümba koostist potentsiaalsel suguloomal on võimatu määrata, sest seda saab uurida ainult tapetud loomal. Üheks võimaluseks on rümba koostise määramine suguloomaks valitud õvedel. Alternatiivse meetodina võib elusloomadel kere koostist määrata ultraheli aparaadiga. Selliselt võib mõõta ka aretuseks valitud loomi.

Teise näitena tehnoloogia tähtsusest mitmete loomaliikide aretusprogrammide koostamisel on loomade söömuse (söömisvõime) määramine. Tänu elektroonilistele seadmetele on kasvavate sigade söömisvõimet määrata rühmaviisilisel pidamisel. Vastava tehnika puudumisel tuleks sigu pidada individuaalsulgudes, mis on teatavasti kallis ja töömahukas.

Eraldi tuleks märkida molekulaarbioloogias kasutatavaid võtteid. Geneetiliste markerite abil on võimalik uurida geneetilist polümorfismi DNA tasemel, arvestamata keskkonnategurite mõju.

Kaks geenitehnoloogiat, mida kasutatakse kõikide loomaliikide uurimisel on:

a) geenide kaardistamine k.a. lookuste kvantitatiivsete tunnuste (QTL) ning nende asukoha kindlaksmääramine

b) tõugudesisese ja tõugudevahelise geneetilise variatsiooni kindlaksmääramine.

Aretusprogrammide struktuuri mõjutab geneetiliste markerite kasutamine järgmiselt:

a) markerite informatsiooni lisamine kvantitatiivsete tunnuste informatsioonile suurendab valiku täpsust

b) geneetiliste markerite kasutamisel lisandub selektsioonil veel üks aste, kus esmane valik tehakse markergenotüüpide ja järgmine valik fenotüübilise informatsiooni alusel

c) geneetilisi markereid saab uurida sõltumata looma soost ja vanusest

e) geneetiliste markerite abil saab määrata geenide erinevust üksikstest ja seeläbi heteroosiefekti prognoosida.

8.2.3. Aretusprogrammi optimeerimise eesmärgid

Aretusprogrammi abil püütakse saavutada erinevaid eesmärke:

- a) maksimaalse geneetilise edu saavutamine võimalikult lühikese ajaga
- b) maksimaalse geneetilise edu saavutamine ühe või mitme tunnuse osas
- c) geneetilise dispersiooni säilitamine populatsioonis, et vältida inbriidingut.

Aretusprogrammiga püütakse saavutada ühte või mitut eesmärki (v.a. maksimaalse geneetilise edu saavutamine ühe või mitme tunnuse osas). Aretusprogrammide eesmärgid mõjutavad otseselt programmi struktuuri 2. ja 6. etappi (aretuseesmärkide formuleerimine ja valikukriteeriumide määratlemine).

Geneetilise dispersiooni säilitamise ja inbriidingu vältimise nõue seab piirangud minimaalsele loomade arvule ning mõjutab otseselt aretusprogrammi 7. ja 8. etappi (paaridevalikut ja soovitatavate genotüüpide levikut populatsioonis). Liiga väikese loomade arvu korral on oht, et populatsioonis tõuseb inbriidingu aste, mis omakorda vähendab geneetilist dispersiooni.

Mõnikord on nõudeks, et saadav tulemus (fenotüübiline tunnus või saadus, näit. lihakvaliteet, juurdekasv jne.) oleks alati ühesugune. Selle saavutamiseks tuleks kindlasti kasutada ristamist. Ristamise abil saab vältida retsessiivsete geenide poolt põhjustatud ebasoovitavate tunnuste avaldumist, mistõttu saadav tulemus ei ole alati ühesugune.

8.2.4. Agregaatgenotüübi tunnused

Agregaatgenotüüp sisaldab kõiki tunnuseid, mis mõjutavad toodangu majanduslikku efektiivsust. Ta on **kõikide nende tunnuste kaalutud genotüübiväärtuste summa**, kusjuures iga tunnuse kaal sõltub selle majanduslikust väärtusest. Seega agregaatgenotüüp peegeldab vastava tunnuse majanduslikku tähtsust. Looma genotüübiväärtust otseselt mõõta ei saa, küll aga fenotüübilisi tunnuseid. Fenotüübiliste tunnuste alusel saab prognoosida loomade genotüübiväärtust. Selektiooni indeksite või BLUP - meetodiga kaalutakse kogu vajalik informatsioon selliselt, et korrelatsioon arvutusliku (prognoositava) ja tegeliku agregaatgenotüübiväärtuse vahel oleks maksimaalne. See korrelatsioon näitab valiku täpsust. Prognoositav looma väärtus peegeldab ka tegelikku hinnatavat aretusväärtust. Aretusväärtuse võib arvutada igale üksikule agregaatgenotüübi tunnusele või agregaatgenotüübile tervikuna. Mõlemal juhul tuleb kasutada kogu vajalikku informatsiooni, et saavutada võimalikult suur valiku täpsus, kuna järgmise põlvkonna vanemate valik toimub arvutuslikult saadud aretusväärtuse alusel.

Nagu eespool selgus, sisaldab agregaatgenotüüp kõiki tunnuseid, mis mõjutavad majanduslikku efektiivsust. Tegelikult piirdub agregaatgenotüüp tähtsamate põhitunnustega, milliste majanduslik väärtus ja geneetilised parameetrid (h^2 ja r_G) on teada (2.etapp - aretuseesmärgi püstitamine). Hinnata tuleks tunnuseid, mis tagavad võimalikult tiheda korrelatsiooni tegeliku ja arvutusliku agregaatgenotüübi indeksi vahel (6.etapp, valikukriteeriumite määratlemine). Hinnatavate tunnuste valikul tuleb arvestada, millised on võimalused nende mõõtmiseks. Näiteks on agregaatgenotüübi tunnuseks munatoodang, mille aretusväärtus leitakse teatavasti munade arvu ja/või muna massi alusel. Neid tunnuseid on suhteliselt lihtne mõõta eeldusel, et kanu peetakse individuaalpuurides, mida tegelikult praktikas ei toimu. Järeltulevalt munatoodangu määramiseks vajatakse spetsiaalseid kanalaid, kus kanu on võimalik individuaalselt pidada.

Seega aretusprogrammi struktuuri mõjutab aretuseesmärgi saavutamiseks valitud tunnuste mõõtmise ja hindamise süsteem (5. ja 6. etapp tunnuste hindamissüsteemi kavandamine ja valikukriteeriumide määratlemine).

Agregaatgenotüübi tunnustele tuleb leida nende majanduslik väärtus ja geneetilised parameetrid. Geneetilised parameetrid on päritavus ja geneetiline korrelatsioon, kuid ka aditiivse ja mitteaditiivse geneetilise efekti (heteroos) osatähtsus. Geneetilised parameetrid tuleb leida ka nendele tunnustele, millised ei kuulu agregaatgenotüüpi, kuid arvestatakse aretusväärtuse arvutamisel.

8.2.5. Geneetilised parameetrid

Loomade aretuses eeldatakse, et tunnuse fenotüübilised (P) väärtused kujunevad genotüübi (G) ja keskkonna (E) mõjul (vt. ka jaotus 2). $P = G + E$. Genotüübi väärtus jaguneb aditiivseks (A) ja dominantseks (D) ning epistaatiliseks või interaktsiooni (I) osaks. Sarnaselt jaguneb ka fenotüübiline dispersioon (F^2_p) A (F^2_{ah}), D (F^2_d) ja I (F^2_i) ning E (F^2_e). Nende dispersioonide suhe määrab ära ($h^2 = F^2_a / F^2_p$) hinnatava tunnuse väärtuse, mis võetakse aluseks looma aretusväärtuse prognoosimisel. Seega määratakse geneetiliste parameetrite alusel kindlaks, kui suur peaks olema valim, mis tagab täpsema aretusväärtuse hindamise ja suurema valikuedu (5 ja 6 etapp hindamissüsteemi kavandamine ja valikukriteeriumide määratlemine). Näiteks suure päritavusega ($h^2 > 0.5$) tunnuste osas võib kasutada massvalikut, kus looma võib valida omatunnuste alusel. Madala päritavusega tunnuste puhul saab täpsemalt looma aretusväärtust hinnata suure hulga järglaste alusel. Järglaste järgi hindamine aga pikendab põlvkonna intervalli, sest tuleb ära oodata järglaste jõudlusandmete selgumise.

Tähtis aspekt on ka aditiivse ja mitteaditiivse geneetilise efekti suurus. Suhteliselt suur on aditiivne geneetiline efekt puhasaretuses. Ristamise korral on suhteliselt suur dominantsusest põhjustatud efekt (mitteaditiivne).

Aretusprogrammis tuleks ristamise kasutamisel säilitada tõsiselt rohkem puhtaid liine, mille ühendamisel saadakse loomad (linnud) tootmiskarjadesse.

Arvestada tuleks ka genotüübi ja keskkonna interaktsiooni (koosmõju). Kuna looma väärtust hinnatakse tema genotüübi väärtuse alusel, siis keskkonna ja genotüübi interaktsiooni korral võib hinnang olla erinevates keskkondades erinev. Keskkonna ja genotüübi interaktsiooni esinemise korral on väga tähtis, et potentsiaalseid aretusloomi hinnatakse tootmistaludega samades tingimustes. Kui esineb keskkonna ja genotüübi interaktsioon (GxE), siis paremates tingimustes peetud loomade aretusväärtus on kõrgem.

8.3. Aretusprogrammide üldine struktuur

Aretusprogrammide üldises struktuuris eristatakse kolme aspekti:

- 1) valikul esinevate radade eristamine
- 2) aretusväärtuse hindamisel kasutatavad informatsiooniallikad
- 3) kellele kuuluvad aretuseks valitud suguloomad.

1) Kogupopulatsiooni võib käsitleda kui loomade kogumit, kus osa loomi valitakse järgmise põlvkonna vanemateks. Vanemateks valitud loomade rühmas võib eristada järgmise põlvkonna isade isasid, emade isasid, isade emasid ja emade emasid. Seepärast eristatakse valikul nelja erinevat rada (joon.6.4).

isasloom ÷järgmise põlvkonna isadeks valitud pojad;
isasloom ÷järgmise põlvkonna emadeks valitud tütreid;
emasloom ÷järgmise põlvkonna isadeks valitud pojad;
emasloom ÷järgmise põlvkonna emadeks valitud tütreid.

Ristamise korral võib neid radasid käsitleda iga liini siseselt. Ristandloomade saamiseks valitakse aretusloomi liinisiseselt.

Lisaks eelnimetatud neljale põhilisele rajale võib aretusskeemides esineda ka lisaradasid.

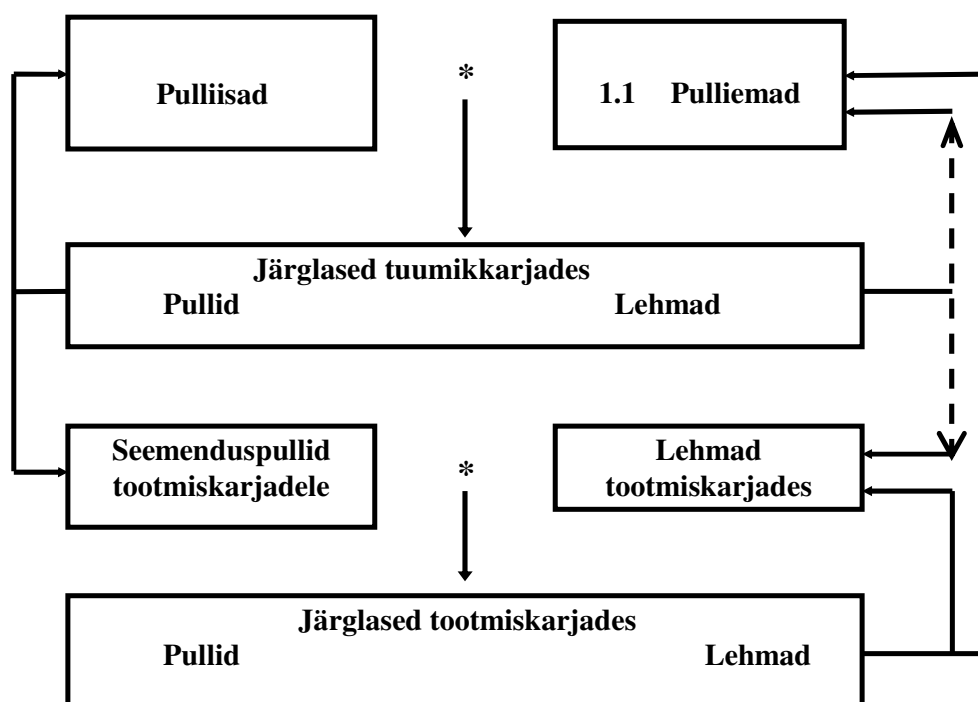
2) Aretusteoorias eristatakse sageli üksteisest selgepiirilist eristatavaid valikumeetodeid: massvalik, perekonnaalalik (täis- ja poolõved), järglaste järgi valik jne. Valikumeetod määrab ära, millist informatsiooniallikat aretusväärtuse hindamisel kasutatakse. Näiteks perekonnaalalikul hinnatakse looma aretusväärtust (pool-) õvede jõudlusandmete alusel. BLUP - meetodi kasutamine võimaldab aretusväärtuse hindamisel kombineerida kõik olemasolevaid informatsiooniallikaid. BLUP-loomamudeli kasutamisel koostatakse sugulusmaatriks, kus tuuakse ära kõik teadaolevad andmed eellaste kohta.

3) Aretusloomade omanikeks võivad olla aretusorganisatsioonid või talunikud. Viimased võivad olla aretusorganisatsiooni liikmed või lihtsalt kliendid. Omanikest sõltub suurel määral, kas ja kuidas aretusprogramm realiseerub.

Järgmise põlvkonna vanemateks valitud suguloomi, kellelt saadakse järglasi, moodustavad tõutuumiku. Piimaveiste aretuses moodustavad tõutuumiku kõik pulliisad ja pulliemad. Sigade aretusprogrammides, kus sealiha tootmine baseerub ristamisel, moodustavad tõutuumiku tõusisestesse liinidesse kuuluvad puhtatõulised aretusloomad. Tõutuumikusse kuuluvate sigade omanikeks on nii aretusorganisatsioonid kui ka talud. Piimaveiste aretuses kuuluvad aretusorganisatsioonidele tavaliselt ainult seemenduspullid ja mõned lehmad.

8.3.1. Veiste aretusprogrammi üldstruktuur

Jooniselt 8.1. selgub, et veiste aretusprogrammi struktuuris võib eristada nelja erinevat rada. Toodud peegeldab avatud tuumikkarjade skeemi, kus ka tootmiskarjade parimad loomad võivad tõutuumikusse kuuluda. Juhul, kui tõutuumikusse võetakse ainult sinna kuuluvate loomade järglasi, siis on tegemist suletud tuumikkarjade skeemiga. Tõutuumikusse kuuluvate emasloomade järglaste arvu saab suurendada superovulatsiooni ja embrüo siirdamise abil (**MOET – tuumikkarjade skeem**). Potentsiaalsete pulliisade ja -emade valik toimub tuumikkarjades hinnatud täis- ja/või poolõdede jõudlusandmete alusel. Enamasti hinnatakse noorpulle ka tootmistaludes asuvate järglaste jõudlusandmete alusel ning hinnatud pullide spermaga seemendatakse tootmistalude lehmaid.



Joonis 8.1. Piimaveiste suletud (katkendjoon) ja avatud (pidev joon) tuumikkarja skeem

Erinevate maade veisekasvatuses hakati tõutuumiku skeemi kasutama alles hiljuti.

Traditsioonilise skeemi kohaselt valitakse pulliemasid parimatest tootmistaludest. Juhul kui need talud vastavad tuumikkarja nõuetele, kust ka edaspidi saadakse järgmise põlvkonna pulliemasid, siis erinevus tuumikkarjade ja traditsioonilise skeemi vahel on ainult teoreetiline.

Traditsioonilist struktuuri nimetatakse ka järglaste hindamise skeemiks. Selle skeemi järgi hinnatakse pulle järglaste jõudlusandmete alusel. Noorpulle valitakse põlvnemisandmete järgi. Noorpullide spermaga tehakse piiratud arv katseseemendusi ning saadakse teatud arv järglasi. Edasi tuleb ooteperiood kuni järglaste jõudlusomaduste selgumiseni. Järglaste jõudlusomaduste alusel arvutatakse pulli aretusväärtus. Mõnikord arvestatakse pulli hindamisel ka omajõudlust, kus hinnatakse näiteks

söömishälbimet ja kasvu. Kõrge aretusväärtusega pulle kasutatakse pulliisade või -emade saamiseks. Pullide valik võib tuumikkarjade skeemi puhul varieeruda. Üks võimalus on kasutada kõrge aretusväärtusega pulle vaatamata vanusele ja aretusväärtuse hindamise täpsusele. Sel juhul võivad ka kõrgeima aretusväärtusega noorpullid olla pulliisadeks. Sellesse süsteemi võib lisada ka järglaste järgi hindamise skeemi, mis näitab veelkord, et selget piiri traditsioonilise ja tuumikkarjade skeemi vahel on raske tõmmata.

8.3.2. Sea- ja linnukasvatuse aretusprogrammi üldstruktuur.

Sea- ja linnukasvatuses on aretusprogrammide struktuuri peamiseks iseloomulikuks tunnuseks ristamise kasutamine. Järelikult koosneb struktuur erinevatest tasemetest (joon.8.2) . Sageli kutsutakse sellist struktuuri ka püramiidstruktuuriks, mille:

tipu moodustab suhteliselt väike arv tõutumikusse kuuluvaid loomi; need on **puhtatõulised** teatud kindlasse liini kuuluvad ja mingis **kindlas suunas aretatud loomad**, kusjuures tõusiseselt võivad liinide aretuseesmärgid erineda (näiteks isaliinis on eesmärgiks toodangutunnuse, emaliinis aga toodangutunnused ja sigimishäitajad). Siin on valiku põhieesmärgiks puhastesse liinidesse kuuluvate loomade geneetilise väärtuse suurendamine. Seega saavutatakse geneetiline edu tõutumikus (püramiidi tipus), mis kajastub tootmiskarjades olevatel ristandloomadel.

- **püramiidi alumises osas asuvad** tootmiskarjades olevad **ristandloomad**, kellelt saadakse lõpptoodang s.o. munad ja liha.

- **püramiidi keskosas** asuvad **paljunduskarjad**, kust saadakse piisav arv vanemaid tootmiskarjades kasutatavatele krossidele.

Kui liikuda püramiidi tipust allapoole, siis iga kihiga loomade arv suureneb. Kõige enam loomi vajatakse tootmiskarjades, kust saadakse ka lõpptoodang.

Joonisel 6.3. on äratoodud neljaastmelise ristamise üldine struktuur. Sarnast skeemi võib kasutada ka kolmeastmelise ristamise korral. Kaheastmelise skeemi korral võib ühe paljunduse ära jätta.

Püramiidi astmete erinevus seisneb selles, et **"loomade liikumine" võib toimuda ainult ülalt alla**, mitte vastupidi. See tähendab, et tuumikkarjas sündinud kultu võib kasutada järglaste saamiseks nii tuumikkarjas kui ka paljunduskarjades. Paljunduskarjas sündinud kultu tuumikkarjades järglaste saamisel kasutada ei saa. Põhjuseks on asjaolu, et "altpoolt ülespoole" liikudes kohtuvad suure tõenäosusega heterosügootses olekus alleelid (Aa), mille tulemusena saadakse homosügootne isend (aa või AA), kelle heterosiefekti on vähenenud või hoopis kadunud.

Tuumikkarjadesse kuuluvate loomade valikul võib kasutada ka paljundus- või tootmiskarjades olevate järglaste jõudlusandmeid.

Linnukasvatuses on püramiidid kihid selgemini eristatavad. Näiteks 1. paljundusfarmist viiakse munad haudejaama ning tibud sünnivad juba teises farmis. Sigade puhul selgepiirilist jaotust alati ei pruugi olla, sest põrsad sünnivad samas farmis, kus asuvad nende vanemad.

1.1.1.1 TUUMIK - KARJAD	LIIN A	LIIN B	LIIN C	LIIN D
1. PALJUNDUS-KARI	♀ A x A ♂	♀ B x B ♂	♀ C x C ♂	♀ D x D ♂
2. PALJUNDUS-KARI	♀ A x B ♂		♀ C x D ♂	
3. PALJUNDUS-KARI	♀ AB x CD ♂			
TOOTMIS-KARI	nuumsead / broilerid / munakanad ABCD			

Joonis 8.2. Sigade ja lindude aretusprogrammi üldstruktuur

Mõnedel juhtudel võidakse skeemi lisada veel üks kiht, kui soovitakse saada enam vanemaid järgneva astme jaoks (1. paljunduskari), mis kindlustaks küllaldase arvu ristandeid tootmiskarjadesse.

Mõnedel juhtudel puudub erinevus 2. ja 3. paljunduse vahel. Näiteks ristan-emasloomad on saanud 1. paljundusest ja lõplik ristan-emasloomad 2. paljundusest.

8.4. Aretusprogrammi hindamise parameetrid

Aretusprogrammi lõpliku hindamise aluseks on tootmise efektiivsuse kasv. See tähendab, et aretusskeeme hinnatakse aastakasumi ja geneetilise edu (efekti) alusel agregaatgenotüübis. Aretusprogrammide võrdlemisel tuleb arvesse võtta ka erinevate aretusskeemide maksumuse.

Agregaatgenotüübis näidatakse toodangu maksumus (v.a .sööda maksumus) ära majanduslike kaaludega. Alternatiivsete aretusprogrammide võrdlemisel tuleb arvestada ka tuumikkarjade pidamisele ja andmete kogumisele tehtavate kuludega. Need kulud ei sõltu geneetilisest edust. Kulude erinevus on tingitud kasutatavast aretusskeemist.

Absoluutset aastatulu ja aretusprogrammi maksumust on väga raske hinnata. Erinevate aretusplaanide võrdlemist raskendab ka aastatulu ja/ või hindade muutus (näiteks uue tehnika kasutamisest saadav kasum). Aretusprogrammi hindamisel eeldasime, et agregaatgenotüüpi on lisatud kõik vajalikud tunnused, kuid alati ei ole seda lihtne teha. Sel juhul tuleks piirduda põhiliste tunnuste geneetilise edu hindamisega. Hindamisel tuleb arvestada ka seda, kui suur on ühe või teise tunnuse geneetilise muutuse mõju toodangu efektiivsusele. Teisiti öeldes, tuleb arvestada, milliste tunnuste geneetilisest paremisest saadakse rohkem rahalist tulu. Näiteks karvavärvuse ühtlustamine piimaveistel otsest majanduslikku tulu praktiliselt ei anna, küll aga piimatoodangu suurendamine, kusjuures esimesel tunnusel võib geneetiline edu olla suurem.

Geneetiline edu arvutatakse kahel põhjusel: aretusprogrammi planeerimisel ja erinevate aretusprogrammide võrdlemisel. Neil puhkudel arvutatakse prognoositav geneetiline edu. Jooksva aretusprogrammi kohta arvutatakse välja tegelik geneetiline edu, mida võrreldakse prognoositava eduga. Võib juhtuda, et tegelik geneetiline edu erineb mingil põhjusel prognoositavast. Sel juhul tuleks hinnata järgmisi põhinäitajaid:

- a) valiku täpsust
- b) tegelikku valikuintensiivust
- c) tegelikku põlvkonna intervalli.

Need põhinäitajad mõjutavad otseselt geneetilist edu, mistõttu peaks need määratlema kõigil valiku radadel. Põhinäitajad aitavad paremini selgitada erinevusi prognoositava ja tegeliku geneetilise edu vahel. Põhinäitajate abil saab võrrelda ka alternatiivseid aretusprogramme prognoositava geneetilise edu alusel.

Lisaks võib erinevate aretusskeemide hindamisel kasutada järgmisi näitajaid:

- järglaste arvu suhe aretusprogrammi erinevate tasandite vahel, millest sõltub aretusväärtuse hindamise täpsus. Hindamisel võrreldakse aretusväärtuse arvutamise täpsust erinevate järglaste arvu korral.

- järgmise põlvkonna vanemateks valitud loomade optimaalne arv lähtuvalt inbriidingust. Kui soovitakse, et inbriidingu aste ei tõuseks, siis peaks loomade arv olema suurem.

- millistel põhjustel loomad aretusest kõrvaldatakse (näiteks ei valita aretuseks loomi, kellel on küll kõrge aretusväärtus, kuid halb välimik).

Geneetilist edu tuleks hinnata pikema ja lühema perioodi kohta. Pikema perioodi geneetilist edu mõjutab inbriidingu aste, mis omakorda vähendab geneetilist dispersiooni. Lühema perioodi geneetilise edu hindamine on tähtis eelkõige aretusorganisatsioonidele. Lühema perioodi geneetiline edu mõjutab otseselt üksiktootjat ning selle alusel saab aretusorganisatsioon hinnata oma konkurentsivõimet.

Optimaalse aretusskeemi määramisel tuleks arvestada nii lühema kui ka pikema perioodi geneetilist edu.

9. Aretusprogrammi ökonoomiline hindamine

Tunnuse ökonoomiline väärtus näitab, kui suures ulatuses toodangu efektiivsus suureneb, kui tunnus paraneb geneetiliselt ühe ühiku võrra. Aretusprogrammi ökonoomsuse määrab eelkõige vahe programmi rakendamiseks tehtud kulutuste ja tunnuse geneetilisest paranemisest saadud enamtulu vahel.

9.1. Metoodika

Tunnuse majandusliku väärtuse tuletamisel puudub ühtne ja parim meetod, kuna see sõltub suurel määral tunnusest ja tootmistingimustest. Teoreetilisest sobivaim meetod ei pruugi olla sama, mida praktikas kõige sagedamini kasutatakse. Geneetilise väärtuse määramist võib võrrelda uue (tehnik) tehnoloogia kasutuselevõtmisega. Nimelt tunnuse geneetilise väärtuse paranemisest tõusvat tulu võib võrrelda tehnoloogia arenemisest tõusva tuluga. Tunnuse majandusliku väärtuse arvutamise meetodi valikul võib lähtuda ka nimetatud aspektist. Meetodi valikul eristatakse 5 põhipunkti:

1. Objektivne või mitteobjektivne meetod?
2. Bioloogiline või majanduslik efektiivsus?
3. Millisel tasandil efektiivsust hinnatakse?
4. Millise perioodi kohta hinnang antakse?
5. Milline on tunnuse majandusliku väärtuse hindamise eesmärk?

9.1.1. Objektivne ja mitteobjektivne hindamine

Aretusprogrammi majandusliku hindamise võib jaotada **objektivseks või mitteobjektivseks**. Ökonoomilise väärtuse **objektivse hindamise põhiliseks vahendiks on modelleerimine**. Mudel kujutab endast võrrandit või võrrandite süsteemi, mis kajastab süsteemi käitumist, muutumist. Modelleerimist võib vaadelda ka kui (aretusprogrammi) süsteemi analüüsi.

Süsteemi võib analüüsida tegelike või simuleeritud andmete alusel. **Tegelike andmete analüüsil hinnatakse looma tunnuse majanduslikku väärtust tegelike kogutud vaatlusandmete alusel.** Põhiliseks puuduseks on siin asjaolu, et tunnuse ökonoomilise väärtuse hindamisel kasutatakse momendi hindu, kuid aretusprogramm iseenesest on suunatud tulevikku.

Simuleeritud andmetega modelleerimisel eristatakse kasumifunktsiooni tuletamist ja bioökonoomiliste mudelite koostamist. Põhimõttelist erinevust nende vahel ei ole. Kasumifunktsioon kujutab endast ühte võrrandit. Seda võib vaadelda ka kui efektiivsuse funktsiooni, kus kasum saadakse sissetuleku ja väljamineku vahena. Simuleeritud võrrandisüsteemiga (kasutatakse korrigeeritud võrrandit simuleeritud andmetega) mudelit nimetatakse bioökonoomiliseks mudeliks.

Simuleeritud võrrandisüsteemide abil saab kindlaks määrata, kuidas muutub tunnuse majanduslik väärtus, kui muutub antud tunnuse geneetiline väärtus, kusjuures ülejäänud tunnuste väärtus jääb samaks. Simuleeritud võrrandisüsteemi võib lisada väga palju erinevaid näitajaid nagu erinevad hinnad, erinevad tootmissüsteemid ja tasemed.

Mitteobjektivse meetodi korral vastupidiselt objektivsetele meetoditele ei arvutata tunnuse majanduslikku väärtust otseselt selle alusel, milline on tunnuse paranemise mõju tootmise efektiivsuse suurenemisele. Peamine õigustus simuleeritud meetodi kasutamisel on ebapiisavad andmed ja modelleerimise keerukus, mis arvestaks kõiki aspekte. Spetsiifiliste mitteobjektivsete meetoditena tuleks märkida soovitud (maksimaalne) või piiratud kasumiindekseid. Nende meetodite puhul arvutatakse tunnuse majanduslik väärtus vastavalt sellele, kas soovitakse saavutada maksimaalset või piiratud geneetilist paranemist ühel või mitmel tunnusel. Neid meetodeid võib kasutada sea- või linnukasvatuse tootmistaludes, sest talunikel on sageli kalduvus arvutada majanduslikku tasuvust oma ja konkurentide karja võrdluse alusel.

9.1.2. Bioloogiline või majanduslik efektiivsus?

Tootmise efektiivsus on tootmissüsteemi maksumuse ja aastatulu funktsioon. Maksumust (kulud) võib määratleda kui kõiki tootmiseks vajaminevate tegurite koguväärtust tootmissüsteemisiseselt. Aastatulu võib vaadelda kui antud tootmissüsteemis toodetud toodangu koguväärtust. Tootmissüsteemi kulude ja aastatulu arvutamisel on kaks tähtsat aspekti:

- 1) iga tootmiseks vajamineva kulufaktori ja toodetud toodangu füüsiline kogus (kvaliteet)
- 2) iga kulufaktori ja toodetud toodanguühiku maksumus.

Bioloogilise ja majandusliku efektiivsuse hindamise põhiliseks erinevuseks on see, et maksumus ja aastatulu määratakse erinevatel alustel. Bioloogilise efektiivsust väljendatakse energia ja/või proteiini alusel. Majanduslikku efektiivsust aga rahalises väljenduses. Bioloogilise efektiivsuse hindamise põhiliseks probleemiks on see, et kõiki kulusid ja tulusid ei saa mõõta energia ja/või proteiini kaudu. Majandusliku efektiivsuse määramisel sellist probleemi ei teki, kuna rahaliselt võib väljendada väga palju erinevaid näitajaid. Majandusliku efektiivsuse kasutamise puuduseks võib saada raha kursi nõrkus ja ebastabiilsus mingil ajaperioodil. Raha on siiski väärtuse mõõduks, mistõttu enamasti hinnatakse tunnust ökonoomilise efektiivsuse alusel. Seepärast kutsutakse mingi tunnuse geneetilise parenemise tagajärjel saavutatud efektiivsust tunnuse majanduslikuks väärtuseks.

9.1.3. Millisel tasandil efektiivsust hinnatakse?

Süsteemi võib määratleda kui teatud arvu omavahel ja ümbritseva keskkonnaga seoses olevate elementide (loomade) kogumit. Geneetiline väärtus määratakse ära üksikisendi tasandil. Seetõttu võib majandusliku väärtuse määramisel üksikut looma vaadelda süsteemi madalaima tasemenähtena. Ka kõrgemaid tasemeid võib arvesse võtta nagu talu, maakond jne. Loomade geneetilise väärtuse suurenedes tõuseb ka majanduslik efektiivsus. Pikemas perspektiivis alandab suurem efektiivsus turuhindu, kuna tootmise omahind alaneb. Majandusliku väärtuse ja hinna vahel võib täheldada tsüklilist interaktsiooni ehk koosmõju. Näiteks tunnuse majanduslikku väärtust mõjutavad toodangu ja tootmisvahendite maksumus, kuid tunnuse paremine mõjutab tulevikus omakorda toodangu omahinda. Seepärast tuleks majandusliku väärtuse määramisel arvestada, milline on tulevikus tunnuse tase ja selle mõju hinnale. Majandusliku väärtuse määramisel tuleks teoreetiliselt välja arvutada, kuidas mõjutavad erinevad tegurid ja prognoositav hind tunnuse geneetilist taset tulevikus. Näitena võib tuua kvootide süsteem Euroopas, kus piima kogutoodang taludes on piiratud. Kvootide süsteemi kasutuselevõtuga vähenes lehmade arv, kuid keskmine piimatoodang lehma kohta suurenes (parenes lehma geneetiline piimatootmisvõime). Lehmade arvu vähenemisest saadud efekti (alanesid kulud pidamisele, söötmisele, tööjõule jne.) lisamisel peaks majanduslikku väärtust arvutama farmi tasandil.

Tunnuse majandusliku väärtuse arvutamist mõjutavad kõige enam turu hind ja tootmistase. Tootmissüsteemi tase avaldab mõju eeskätt sellistes aretusprogrammides, kus kasutatakse ristamist. Isaliinide valikul omavad tähtsust eeskätt toodangutunnused ja emaliinide valikul lisaks ka sigivusnäitajad.

9.1.4. Millise perioodi kohta hinnang antakse?

Majanduslik väärtus määratakse mingi kindla perioodi kohta arvestades hinna kujunemise parameetreid ning erinevust muutuva ja fikseeritud hinna vahel. Piimaveiste aretuses on hinnatav perioodi pikkus tavaliselt üle viie aasta, sest loomade geneetiline edu avaldub alles järgmises põlvkonnas alates valiku momendist.

9.1.5. Tunnuse majandusliku väärtuse hindamise eesmärgid

Aretusprogrammiga püütakse saavutada:

- maksimaalne kasum (=tulud-kulud)
- minimaalne kulu toodanguühiku kohta
- suurendada sissetulekut (tavaliselt suurenevad ka kulud)

Aretuses ollakse huvitatud eelkõige kahe esimese eesmärgi saavutamisest. Ökonoomilise väärtuse määramisel tuleb arvestada süsteemi suurusega ning sotsiaalsete ja majanduslike tingimustega. Tunnuse ökonoomilise väärtuse määramisel tuleb arvestada kolme põhielementi:

- loomade arv süsteemis
- toodangust saadav sissetuleku maht
- realiseeritud toodangumaht.

Talu tasandil leitakse tulud ja kulud järgmiselt:

$$\text{talu sissetulek} = Yp_y = nyP_y$$

$$\text{talu väljaminek} = X_v P_v + C_{fa} + C_{ff} = n(x_v P_v + c_{fa}) + C_{ff}$$

kus,

n - loomade arv talus

y - realiseeritud toodangu maht looma kohta aastas; (talu kogutoodang - $Y=ny$)

P_y - toodanguühiku realiseerimishind (kr/kg)

x_v - toodangu v (piim, liha jne.) maht looma kohta aastas, kg (talus - $X_v = nx_v$)

P_v - ühe toodangufaktori v (piim, liha) omahind kr/kg

c_{fa} - kulufaktori fa kulud (olenemata toodangutasemest näit. elatussööt) looma kohta aastas ($C_{fa} = nc_{fa}$)

C_{ff} - kulufaktori ff kulud (üldkulud) talu kohta aastas (kr/aasta)

Talu kogukasum ja toodanguühiku omahind arvutatakse valemiga:

$$\text{talu kogukasum} = YP_y - (X_v P_v + C_{fa} + C_{ff})(\text{kr/aastas})$$

$$\text{toodanguühiku omahind talus} = (X_v P_v + C_{fa} + C_{ff}) : Y (\text{kr/kg})$$

Genotüübitunnuse ökonoomilist väärtust näitab kasumi või omahinna muutus pärast tunnuse geneetilist parenemist. Eeldatakse, et pärast tunnuse geneetilist parenemist muutub (suureneb) toodangutase looma kohta aastas (x_v) (piimatoodang lehma kohta), mis omakorda mõjutab müüdava toodangu hulka looma kohta aastas (y). See omakorda mõjutab loomade arvu talus (n), toodetava (X_v) ja realiseeritava kogutoodangu mahtu (Y). Teatud kindla arvu loomade puhul võib seega eeldada, et tunnuse geneetilise parenemise tagajärjel muutub talu kasum tervikuna ja alaneb toodangu omahind.

Talu kasumi muutus arvutatakse: (kasum pärast loomade geneetilise väärtuse muutmist (parenemine)) - (kasum enne loomade geneetilise väärtuse parenemist). Seejuures on eesmärgiks maksimaalne kasumi saamine. Samuti arvutatakse ka kulutused, kusjuures eesmärgiks on viia kulutused miinimumini. Tunnuse majanduslik väärtus on positiivne, kui geneetilise muutuse tagajärjel kasum suureneb ja toodanguühiku omahind alaneb.

Kui rakendatakse kvootide süsteemi, (mis lubab talus toota vaid teatud kindla koguse toodangut), siis geneetilise parenemise tulemusena loomade arv talus väheneb. Põhjuseks on siin asjaolu, et vastava kogutoodang saadakse väiksema arvu, kuid suurema produktiivsusega loomadelt.

9.2. Optimaalne majandamine

Sõltuvalt karja geneetilisest tasemest on bio-ökonoomilise modelleerimise abil võimalik talu majandamist optimeerida. Näiteks on modelleerimise abil võimalik välja arvutada optimaalne karjatäienduseks vajaminev loomade arv. Vähendades enneaegselt praagitud loomade arvu (kõrvaldame põhjused - sigimisprobleemid, tervisehäired) saab suurendada optimaalset ehk korralist praakimist. Kui neid nõudeid eiratakse, siis on praktiliselt võimatu hinnata ka enneaegse praakimise vähendamisest saadavat majanduslikku kasu.

Majandamise optimeerimiseks kasutatakse erinevaid programme, kus näiteks piimalehmade majanduslikku väärtust arvutatakse erinevate mõjutegurite suhtes (pidamine, majanduslikud mõjutegurid nagu kvoodid, hinnapoliitika jne.).

Kuna erinevate tegurite mõju tulevikus on teadmata, siis arvutatakse mitu erinevat optimaalse majandamise varianti, kus arvestatakse ka võimalike piirangutega. Lineaarsed programmid võimaldavad arvesse võtta ka erinevad söötade hinnad ning söödakulu ühe toodanguühiku kohta.

Lineaarsete programmide abil saab leida ka optimaalse talu suuruse ja kasumi. Kuna aretusprogrammid koostatakse pika perioodi kohta ja aretus iseenesest on aeganõudev, siis tuleb arvestada sellega, et ja seeläbi ka kulud võivad aja jooksul muutuda.

9.3. Aretusprogrammi konkurentsivõime

Kui aretuseesmärki püstitatakse, siis tavaliselt eeldatakse, et ühe tunnuse madal majanduslik väärtus kompenseeritakse teise tunnuse kõrge majandusliku väärtusega. Just aretusorganisatsioonides arvatakse, et sellest ei ole midagi, kui üks tunnus on madala majandusliku väärtusega. Probleemid tekivad loomade müügil, (eriti puhaste liinide korral), kui mingi tunnuse väärtus on väga madal vaatamata sellele, kui mõne teise tunnuse väärtus on väga kõrge. Et turul konkurentsivõimelisena püsida, peaks suuremat rõhku panema madalama väärtusega tunnuse parandamisele. Kui arvestada ka tunnuse majanduslikku väärtust ja efektiivsust, siis jääb selline tootja ilmselt oma konkurentidele alla.

Kuidas talu konkurentsivõimet arvutada? Üks lähenemisviis oleks järgmine: eeldame, et sarnast aretusmaterjali pakuvad müüjiks mitu erinevat organisatsiooni. Oletame, et i -nda tunnuse kõikide konkurentide keskmine väärtus on a , ja selle tunnuse aktsepteeritav (ostjapoolne) tase on μ . Eeldame, et erinevate klientide poolt aktsepteeritav tase sellel tunnusel on erinev (jagunevad sarnaselt normaaljaotusele). Lõpuks eeldame, et i -nda tunnuse keskmine jõudluse tase mingis karjas on x_i ning selle tunnuse majanduslik väärtus on e_i . Küsimus on, kuidas modifitseerida e_i nii, et arvesse saaks võetud kõik tunnused, mille alusel võib määrata antud karja positsiooni turul.

Selleks
$$t_i = \frac{e_i(x_i - \mu_i)}{s}$$

kus s on aktsepteeritava taseme standardhälve rahalises väljenduses eeldusel, et kõikidel tunnusel on see ühine (ei müüda tunnust vaid looma). Seega t_i näitab, milline on antud karja i -nda tunnuse jõudlusandmete tase aktsepteeritava taseme suhtes ehk millisel positsioonil asub talu võrreldes konkurentidega. Kas ta on parem, keskmisel tasemel või halvem. Kui t_i on väga suur ja positiivne, siis võib e_i kohandada väiksemaks ja vastupidi.

10. LOOMAGENEETILISTE RESSURSSIDE SÄILITAMINE

Olemasolevate loomaliikide geneetiline mitmekesisus on peamine allikas, mille kaudu saavutatakse soovitud valikuedu tulevikus. Seepärast on oluline, et säiliks piisav geneetiline variatsioon. Geneetiline variatsioon tagab erinevate geenikombinatsioonide kaudu tunnuste muutused populatsioonis.

Mida rohkem on erinevaid tõuge, seda suurem on loomaliikide bioloogiline mitmekesisus ja geneetiline variatsioon. Suur geneetiline variatsioon tagab maailma loomakasvatustoodangu tootmise ka tulevikus.

Pärast loomade kodustamist, mis enamikul liikidel toimus 5-10 tuhat aastat tagasi, formeerus põhilistel koduloomaliikidel palju erinevaid tõuge ja tõurühmi. Tõud formeerusid nii inimese poolt tehtava valiku kui ka looduslike tingimuste toimel, kus antud tõug elunes. Tõud aretati teatud kindla eesmärgi suunas ning pidid vastama inimeste vajadustele. Aretustöö tulemusena kujunes kõikide loomaliikide osas väga palju erinevaid tõuge. Suhteliselt suur tõugude varieeruvus saavutati lambakasvatuses. Näiteks rasvasabalambaid ja tavalisi villa-lihalambaid võib esmamulje põhjal pidada lausa erinevateks liikideks.

Võrreldes kultuurtaimede liikidega on erinevaid koduloomade liike võrratult vähem - ainult 40 ringis, kuid kogu maailma põllumajandustoodangust moodustavad loomakasvatussaadused 30-40%. Põhiline osa loomakasvatustoodangust saadakse ligi 10 loomaliigilt, kellest ühtegi ei ähvarda väljasuremisohu. Kuid probleemiks on kiire geneetilise variatsiooni vähenemine liikidesiseselt, mis avaldub selles, et paljud eraldiseisvad tõud on juba hävinud või hävimisohus. Suure liigisisese varieeruvuse tagab aga tõugude suur arv ja tõugudevaheline varieeruvus selle liigi sees. Järelejäänud tõud muutuvad enam ja enam ühetaolisemaks, mis omakorda vähendab geneetilist varieeruvust.

Ülevaade maailma loomakasvatussressurssidest

- loomakasvatustoodang moodustab kogu maailma põllumajandustoodangust 30-40%;
- maailmas on ligi 40 erinevat kodulooma ja linnu liiki, kellest 10 annavad põhilise osa loomakasvatustoodangust;
- geneetiline varieeruvus sõltub tõugude varieeruvusest liigisiseseelt;
- pole looma- või linnuliiki, kus paljusid tõuge ei ähvardaks väljasuremisohu;
- isegi suurearvuliste tõugude siseselt väheneb geneetiline variatsioon.

Geneetilise variatsiooni vähenemine on põhjustatud nii teaduslikust progressist, tootmissüsteemi muutustest kui ka inimestepoolsest hooletusest. Geneetilise variatsiooni muutust põhjustavad tegurid on arenenud ja arengumaades erinevad.

Loomakasvatuse olukord ja geneetilise variatsiooni muutusi põhjustavad faktorid arenenud tööstusriikides:

- ühesugune tootmissüsteem, eriti piimaveiste, sea- ja linnukasvatuses;
- head söötmis-pidamistingimused, loomade hea tervis, heade oskustega talunikud;
- jõudluskontrolli olemasolu;
- intensiivne valik;
- kvaliteetne tehnoloogia, kunstliku seemenduse ja embrüosiirdamise kasutamine, korralik infosüsteem;
- sarnaste süsteemide ja tehnoloogia kasutamine paljudes piirkondades, mistõttu puudub vajadus kohandada loomi teatud piirkonna või riigi tingimustele;
- tarbija ehk turu nõuded ja reklaam.

Tulemus: väikese arvu rahvusvaheliste populatsioonide kontsentratsioon, mille tulemusena ülejäänud tõud hävivad, kuna ei suuda esimestega konkureerida.

Loomakasvatuse olukord ja geneetilise variatsiooni vähenemist põhjustavad faktorid arengumaades:

- palju erinevaid tootmissüsteeme, rasked kliimaatilised tingimused, halb söötmine, haigused, puudulik veterinaarteenistus;
- jõudluskontroll on piiratud või puudub hoopis;
- kiire loomakasvatussaaduste tootmise kasv püütakse saavutada arenenud riikidest imporditavate tõugude abil;
- arenenud riikidest imporditud isasloomade ja sperma valimatu kasutamine.

Tulemus: jätkuvalt madalad teadmised hävimisohus olevatest kohalikest tõugudest, mistõttu väärtuslik geneetiline materjal võib kaduda.

Traditsiooniliste kodulooma ja linnutõugude hävimisest tingitud geneetilise variatsiooni võimalikku vähenemist hakati arutama juba 1960-ndatel aastatel. Alustati diskussioone erinevate programmide osas, et seda protsessi peatada. Esimesena tõstatas selle probleemi FAO (*Food and Agricultural Organization of the United Nation* - ÜRO juures asuv toiduainete tootmise ja põllumajandusega tegelev organisatsioon). 1966.aastal organiseeris FAO töögrupi, kes hindas, millised on koduloomade geneetilised ressursid, kuidas neid tuleks kasutada ja säilitada. Leiti, et loomakasvatussaaduste tootmise suurendamise tagab ainult võimalikult suur geneetiline materjali olemasolu. Seepärast peeti esmatähtsaks olemasolevate geneetiliste ressursside (tõugude) säilitamist. Selle uurimistööga suudeti ka arengumaade valitsusi veenda erinevate tõugude säilitamise vajalikkuses. Seda enam, et arengumaades valitses suur puudus toiduainetest, mistõttu otsiti võimalusi loomakasvatussaaduste tootmise efektiivsuse suurendamiseks. Seepärast ei taodelnud FAO programm lihtsalt tõu säilitamist, vaid ka selle arenemist ja täiustamist. Tänu probleemi dünaamilisele lähenemisele käivitus see programm paljudes riikides.

Aastatel 1968-1982 oli programmi eestvedajaks Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikooli professor Jan Rendel.

Esimesel ÜRO keskkonnaalasel konverentsil 1972.a. Stockholmis võeti FAO ettepanekul päevakorda ka põllumajandusloomade ja -lindude geneetiliste ressursside säilitamise küsimus. Pärast seda konverentsi hakati üha enam geneetiliste ressursside säilitamise vastu huvi tundma.

Paljudes riikides loodi töögrupe ja komiteesid, kes hakkasid väljatöötama geneetiliste ressursside säilitamise programme. Arenenud tööstusriikides pöörati põhitähelepanu vanade kohalike tõugude säilitamisele, kuna paljud tõud olid juba hävinud või hävimise piiril. FAO jätkas seejuures oma esialgset joont, kus koos geneetilise materjali säilitamisega kaasneks ka selle täiustamine ja paremine. Sageli tekkis arusaamatusi arenud tööstusriikide aretajatega, kes olid arvamusel, et kohalike tõuge tuleb säilitada sellisena nagu nad algselt olid arvestamata nende tõugude konkurentsivõimet. Tekkinud arusaamatuste vältimiseks hakkas FAO 1981. aastal kasutama terminit geneetiliste ressursside kasutamine, mille all mõisteti geneetiliste ressursside säilitamist ja paremaks muutmist. Kuid vaatamata sellele segadused jätkusid ning 1984. aastal töötati välja geneetiliste ressursside säilitamise definitsioon.

Geneetiliste ressursside säilitamise all mõistetakse sellist inimese poolt juhitud tegevust, et kasutatav geneetiline materjal vastaks antud põlvkonna vajadustele ning annaks suuremat tulu, kusjuures nende ressursside potentsiaali tuleb suurendada nii, et see vastaks ka järgmise põlvkonna vajadustele.

Geneetilise materjali säilimine on protsess, mille all mõistetakse mingi populatsiooni säilimist muutumatuna vabas keskkonnas, eeldusel et see ei ole inimese poolt juhitud.

Seega on geneetiliste ressursside säilitamisel kaks aspekti:

- a) nende säilimine
- b) inimvajadustele vastavus ehk vastupidavus.

Bioloogilise mitmekesisuse konventsioon

ÜRO 1992.aasta Rio de Janeiro keskkonnaalasel konverentsil oli üheks põhiteemaks ka bioloogiline mitmekesisus, mis tagab liikidesisese suurema geneetilise variatsiooni. Töötati välja bioloogilise mitmekesisuse konventsioon, mis võeti vastu 1994.aastal. Sellele kirjutas alla 167 riiki k.a.

Eesti Vabariik. Suures osas puudutab see konventsioon metsikuid taime- ja loomaliike, kuid üks osa on jäetud ka kultuurtaimede ning koduloomade ja -lindude jaoks.

Konventsiooni põhieesmärgid on:

- bioloogilise mitmekesisuse säilitamine;
- geneetiliste ressursside kasutamine lähtuvalt inimvajadustest;
- saada kasu geneetiliste ressursside kasutamisest.

Geneetiliste ressursside säilitamise tähtsus.

Nagu selgus eespool, aitab geneetiliste ressursside säilitamine suurendada geneetilist variatsiooni loomaliikide siseselt. Suuremate geneetiliste ressursside olemasolu võimaldab aretajatel vastavalt muutuvatele turunõuetele paindlikumalt aretustööd korraldada. Samuti on raske ette näha, millised sündmused leiavad aset tulevikus. Seega geneetiliste ressursside säilitamine võimaldab inimkonda kindlustada tulevikus asetleidvate ettenägematute sündmuste ja muutuste vastu (sõjad, katastroofid, suurenev inimeste arv jne.).

Geneetiliste ressursside säilitamine omab tähtsust majanduslikust seisukohast lähtudes. Kas säilitama peaks ainult konkurentsivõimelisi tõuge?

Küsimus on siiski komplitseeritum, sest majanduslikud ja keskkonnatingimused muutuvad. Tõud, millised on paremad antud tingimustes, ei pruugi seda olla uutes tingimustes. Seepärast tuleks geneetiliste ressursside säilitamisel arvestada ka võimalike muutustega tulevikus.

Maailmas on mitmeid näiteid, kus tõud on kaotanud uutes majanduslikes tingimustes oma konkurentsivõime, kuid tingimuste muutumisel suudavad nad jälle teiste tõugudega konkureerida. Kujukaks näiteks on korniši tõug linnukasvatases. Enne II Maailmasõda korniši tõug praktilist majanduslikku tähtsust ei omanud ning seda tõugu pidasid ainult harrastuslinnukasvatajad. Pärast II Maailmasõda avastasid ameerika aretajad juhuslikult, et korniši tõu ristamisel saadi kiirekasvulised lihaliinid, kes sobisid hästi intensiivseks linnuliha tootmiseks.

Teise näitena võib tuua suure viljakuse poolest tuntud soome lamba ja chio lamba Kreekas. Pikka aega ei teatud nendest tõugudest teistes maades midagi, kuni majanduslike tingimuste muutumisel tekkis vajadus suurema viljakusega lambatõugude järele. Tänapäeval leiavad eelnimetatud tõud laialdast kasutamist viljakuse suurendamise eesmärgil. Olgu veel märgitud, et soome lammaste arv vähenes 1 miljonilt 1950.a. 150000-ni 1967.a., enne kui see tõug laialdast kasutamist leidis.

Kolmanda näitena võib tuua Lõuna- ja Kesk-Euroopas levinud lihaveisetõud, milliseid varem kasutati enamasti veoloomadena. 1960-ndatel aastatel suurenes nõudlus veiseliha järele. Paljud veoloomadena kasutatud veisetõud võeti uuesti kasutusele veiseliha tootmise eesmärgil, sest nad olid kiirekasvulised ning majanduslikult kasulikud intensiivse tootmise tingimustes. Seega võib oletada, et tänu majanduslike tingimuste muutumisega säilisid mitmed hävimisohus olevad tõud.

Tõugude ohustatuse peamiseks indikaatoriks on efektiivne populatsiooni maht (N_e), millest omakorda sõltub inbriidingukoefitsiendi nihe järgmises põlvkonnas (ΔF) ja juhusliku geenitriivi tõttu tekkiv geenikadu ning inbriidingu suurenemine (vt. jaotus 7). Tõugude ohustatuse astme määramisel võetaksegi aluseks inbriidingukoefitsiendi nihe (ΔF) 50 aasta jooksul, mille arvutamisel lähtutakse efektiivse populatsioonimahu suurusel. Vastavalt selle nihke suurusele eristatakse 5 ohustatuse astet (Tabel 10.1).

Tabel 10.1. Tõugude ohustatuse astmed

Ohustatuse aste	ΔF , %
Normaalne (ei ole ohustatud)	< 5
Potentsiaalselt ohustatud	5-15
Minimaalselt ohustatud	16-25
Ohustatud	26-40
Kriitiliselt ohustatud	>40

Geneetiliste ressursside säilitamise olukord arenenud tööstusriikides.

Euroopas domineerib intensiivne ja ühtlane tootmissüsteem, eriti piimaveise, sea- ja linnukasvatuse. Loomade arv väheneb kiiresti nendes tõugudes, mis ei suuda antud tingimustes konkureerida. Paljud tõud on juba täielikult hävinud. 1970-ndate aastate algul uuriti FAO teadlaste poolt 145 veisetõugu Euroopas ja Vahemere maades. Leiti, et vähemalt 115 tõugu ähvardab väljasuremisohu. Ainult 30 tõu osas suurenes loomade arv või püsis stabiilne.

1980-ndatel aastatel korraldati Euroopa Loomakasvatuse Assotsiatsiooni (EAAP) poolt seda uuringut. Saadud tulemused säilitatakse andmebaasides, mis asuvad Hannoveris. Viimased andmed pärinevad 1994.aastast (tabel 10.2).

Tabel 10.2. Hävimisohus olevate loomatõugude arv Euroopas

Olukord	Loomaliik ja tõugude arv					
	veised	kitsed	hobused	sead	lambad	kokku
Normaalne	128	31	49	55	149	412
Potentsiaalselt ohustatud	53	12	27	23	47	162
Minimaalselt ohustatud	26	4	14	11	34	89
Ohustatud	12	4	10	5	12	43
Kriitiliselt ohustatud	57	16	21	27	37	158
Andmed puuduvad						
Kokku	277	68	123	126	283	877

Nagu tabelist selgub, on tänapäeval Euroopas 877 veise-, kitse-, hobuse-, sea- ja lambatõugu, kellest 18% on hävimisohus. Kõikidest tõugudest 1/3 on vähemal või rohkemal määral hävimisohus.

Mustakirjut tõugu piimaveise tõugudest suureneb kiiresti ameerika holsteini osatähtsus. Kesk- ja Lõuna-Euroopas domineerib simmentali ja pruuni šviitsi tõug. Põhjamaades on suuremaarvulised punased veisetõud. Kõikidel loomaliikidel on enamasti loomi koondunud vaid mõnedesse suurearvulistesse tõugudesse, mis suudavad kõige edukamalt antud majanduslikes tingimustes konkureerida. Nende tõugude kohta on koostatud hästitoimivad aretusprogrammid, mida juhivad aretusorganisatsioonid. Samal ajal on väikeste tõugude puhul raskusi loomade arvu säilitamisega. Täiesti loomulik on see, et suurearvulistest tõugudes on valikuintensivsus suurem, mis omakorda tagab suurema geneetilise edu kui väikestes tõugudes. Geneetilisest aspektist lähtudes võivad suurearvulised tõud muutuda väiksemaks, kui seda eeldab loomade arv, sest intensiivse valiku tagajärjel muutub tõug ühtlikumaks ning väheneb geneetiline variatsioon. Tõugude hävimise tagajärjel ja loomade kontsentreerumisel ainult vähestesse tõugudes suureneb kaotsiläänud geenide hulk.

Geneetiliste ressursside säilitamise seisukohast lähtudes on põhiküsimuseks, kuidas vältida ja viia geenide kaotamine miinimumini. Näiteks Rootsis võeti piimalehmade aretusväärtuse hindamise programmi lisaks traditsioonilistele piimajõudlusnäitajatele ka tervise (mastiidid ja teised haigused) ja sigivuse tunnused. Selline programm vähendab riski kaotada genee, mis mõjutavad peale traditsiooniliste jõudlusnäitajate ka teisi majanduslikult kasulikke tunnuseid. Samasugused piimaveiste aretusväärtuse määramise programmid on koostatud ka teistes Põhjamaades.

Geneetiliste ressursside säilitamine *ex situ*

Juhusliku geenikao vältimiseks on Rootsis alates 1960-ndate aastate algusest säilitatud teatud arv spermadoose kõikidelt seemenduspullidelt. Sellist geneetiliste ressursside säilitamise moodust saab kasutada mitmete loomaliikide puhul. Kõige enam on kunstlikku seemendust kasutatud veiste juures. Spermapanga eeliseks on see, et seda on lihtne käsitada ja odav majandada.

Spermides säilivad ainult ühe vanema geenid. Kui tekib vajadus populatsiooni taastamiseks, siis vajatakse ka emasloomi. Populatsiooni taastamine osutub võimalikuks vältava ristamise teel, kus järglastele antakse edasi pullidelt saadud originaalgeenid, mida säilitati sügavkülmutatuna.

Seoses biotehnoloogia arenguga on tänapäeval külmutatud embrüodes võimalik säilitada kogu indiviidi genotüüpi. Selline geneetilise materjali säilitamine on võimalik mitmete loomaliikide juures. Embrüode säilitamise eeliseks on see, et täielikult talletatakse esialgne geneetiline informatsioon. Puudub valikuga väljaviidavate geenide osa, mis võib juhtuda sügavkülmutatud sperma kasutamisel, kui soovitakse tõugu taastada.

Geneetiliste ressursside säilitamine *in situ*

Geneetilise materjali säilitamise üheks teeks on teatud arvu loomade säilitamine suletud karjades, kes kannavad edasi antud tõule iseloomulikke genee. Heaks näiteks on chillinghami veis Inglismaal. Nimetatud tõugu on peetud suletud karjas alates 1270.aastast, mis on taganud selle tõu säilimise tänapäevani. Samasuguseks näiteks on rambujee lambad, keda on peetud samanimelises mõisas suletud karjas alates 1786.aastast. Sellise geneetilise materjali säilitamise põhimõtteks on genofondi säilimine elusloomades, keda peetakse antud tõule omastes keskkonnatingimustes. Puuduseks on seejuures suured kulutused.

Üheks võimaluseks on hävimisohus olevate tõugude säilimine loodusparkides. Tihtipeale aitavad genofondi säilitada entusiastid, kelle hobiks on haruldaste tõugude pidamine. Väga väikesearvuliste tõugude puhul tuleb väga täpselt registreerida loomade põlvnemisandmed. Inbriidingu vältimiseks rakendatakse individuaalset paaridevalikut ja väga täpselt jälgitakse isasloomade ja sperma vahetust.

Millist geneetilist materjali arenenud tööstusriikides tuleks säilitada ja kuidas seda teha?

1. Ajaloolisest aspektist huvipakkuvad tõud.
Peaksid säilima spetsiaalsetes karjades või loomaaedades. Vajalik on alustada tõuraamatu pidamist ning teostada individuaalset paaridevalikut.
2. Tootmistõud, kelle toodangutase vastab esitatud nõuetele
 - tuleks suurendada hinnatavate tunnuste arvu (tervis, sigivus, käitumine)
 - sugulastõugude geneetilise materjali vahetamine (näit. Põhjamaade punased tõud)- genofondi säilitamine sügavkülmutatud sperma ja embrüode kaudu.

Geneetiliste ressursside säilitamine arengumaades

Nagu selgus eespool, satuvad arengumaades tõud hävimisohtu just puudulike teadmiste tõttu aretustööst. Sageli püütakse suurt majanduslikku efekti saavutada kvaliteetse tõumaterjali impordiga arenenud riikidest. Kuid alati ei ole see efektiivne, kuna imporditud loomad ei anna uutes kliimaatilistes tingimustes soovitud tulemusi. Mida suuremad on kliimaatiliste tingimuste erinevus, seda suuremad on tagasilöögid. Eriti juhul kui parasvöetmelise kliimaga riikidest imporditakse loomi troopilise kliimaga riikidesse.

Näiteks piimaveiste importimisega parasvöetmega kliimast troopilise kliimaga maadesse võib saavutada mõningane piimatoodangu tõus võrreldes kohalike tõugudega. Kuid ekstensiivsetes tootmistingimustes on kohalikud tõud konkurentsivõimelised tänu suuremale stressiresistentsusele, sest need tõud on aretatud antud keskkonnatingimustes. Ekstensiivsetes tingimustes tagab kohalike tõugude ülekaalu ka asjaolu, et arenenud tööstusriikidest imporditud tõud annavad maksimaalset toodangut ainult väga heades söötmis-pidamistingimustes, kus erinevad stressifaktorid on minimaalsed. Kui arengumaades need stressorid kõrvaldada, siis võivad ka seal kõrge jõudlusvõimega tõud anda häid tulemusi. Seega eksisteerib genotüübi ja keskkonna interaktsioon, mida enamasti ei arvestata.

Et saavutada geneetilist edu, tuleks arengumaades võrrelda tõuge erinevates keskkonnatingimustes. Võrrelda tuleks nii "puhatõulisi" (kohalike tõuge) kui ka erinevaid ristandite kombinatsioone. Arenenud tööstusriikides olevate (enamus) tõugude aretus algas 19.sajandi algul. 20. sajandil hakati tegema jõudluskontrolli, mis suurendas tõuaretuse efektiivsust. Arengumaadel tuleb läbi

käia sama tee. Kuid tänapäeval on rohkem teadmisi, arenenud on biotehnoloogia ja informatsioonisüsteemid, mistõttu saavutatakse aretusedu tunduvalt lühema ajaga.

Põhiprobleemid:

- informatsiooni puudumine toodangunäitajate ja teiste tunnuste kohta
- ei teata, millised tõud millisesse kliimavöötmesse sobivad;
- puuduvad teadmised genotüübi ja keskkonna interaktsiooni olemasolust.

Lahendus:

- jõudluskontrolli ja aretusväärtuse hindamise rakendamine
- tuleb koostada aretusprogrammid
- uurimistöö läbiviimine
- personali väljaõpe.

Mida tuleks teha, et geneetilisi ressursse säilitada?

Loomulikult ei ole kõikide tõugude säilimine võimalik, sest loomatõud on samuti pidevas arengus ja muutumises nagu terve maailm. Mutatsioonide tõttu lisanduvad olemasolevatele geenidele uued. Vanad ja uued geenid ning geenide kombinatsioonid kaovad loodusliku ja kunstliku valiku toimel. See on loomulik, et geenid tulevad ja kaovad. Ka see on loomulik, et tõud arenevad, loomade arv mingil põhjusel (näiteks majanduslikel) suureneb või väheneb. **Kõige olulisem on seejuures, et säiliks geneetiline variatsioon, mis aitab paindlikult teostada aretustööd vastavalt kaasaja nõuetele.** Kui need nõuded muutuvad, siis on võimalik suure geneetilise variatsiooni korral uutele tingimustele ümber orienteeruda.