

# Kotieläinten perinnöllisen muuntelun säilyttäminen

Kalle Maijala  
Kotieläinjalostuslaitos

---

Helsinki 1981

**Julkaisijat:**

Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin Yliopisto, Viikki  
Kotieläinjalostuslaitos, Maatalouden Tutkimuskeskus, Tikkurila

## KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

1. UUSITALO, H., 1975. Valintaindeksien rakentaminen kanojen jalostusarvostelua varten. Lisensiaattityö, 119 s.
2. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1975. Nuoren lihanaudan teurasominaisuuksien arvioimisesta. Lisensiaattityö, 197 s.
3. MAIJALA, K., 1975. Kotieläinjalostus ja sen tutkimus. Esitelmä maataloustutkimuksen päivillä, 26 s.
4. HELLMAN, T., 1975. Maidon lysotsyymiaktiivisuudesta ja utaretulehduksesta Viikin karjassa. Pro gradu-työ, 77 s.
5. MAIJALA, K., 1975. Pohjoismaiden maataloustuotanto tulevaisuuden resurssitilanteessa. Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa, 36 s.
6. MAIJALA, K., 1975. 50 vuotta kotieläinten jalostustutkimusta Suomessa — tutkimus tänään ja huomenna. Esitelmä Maa- ja kotitalouden Erikoisyhdistysten Liitonluentopäivillä Helsingissä 28.11.1974, 21 s.
7. NIEMINEN, P., 1975. Ultraäänikuvauksella arvioitun lihakuuden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. Pro gradu-työ, 95 s.
8. MAIJALA, K., 1975. Yleisiä näkökohtia kotieläinten jalostustavoitteiden määrittelyssä. Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa 3.7.1975, 18 s.
9. OJALA, M., PUNTILA, MARJA-LEENA, VARO, M. & LAAKSO, P., 1976. Sonnien mitauksia yksilötestausasemilla, 45 s.
10. HELLMAN, T., OJALA, M. & VARO, M., 1976. Ultraäänikuvauksen käyttö passien yksilöarvostelussa, 15 s.
11. LINDSTRÖM, U., 1976. Voidaanko jalostuksella vaikuttaa utaretulehdusalttiuteen? 19 s.
12. RUOHOMÄKI, HILKKA & HAKKOLA, H., 1976. Lihantuotantokokeiden tuloksia, 15 s.
13. LAMMASPÄIVÄ, Viikki 2.2.1977, 21 s.
14. JOKINEN, LIISA & LINDSTRÖM, U., 1977. Pillereiden ei-uusintatulokset 4 vuoden säilytyksen jälkeen verrattuna tuloksiin 1 vuoden säilytyksen jälkeen, 12 s.
15. LINTUKANGAS, S., 1977. Erilaisten virhelähteiden ja erityisesti tuotostason ja maantieteellisen alueen vaikutus Ay-sonnien jälkeläisarvosteluun. Pro gradu-työ, 114 s.
16. MAIJALA, K. & SYVÄJÄRVI, J., 1977. Mahdollisuudesta kehittää monisyntyävää nautakarjaa valinnan avulla, 23 s.
- 17 a-d. Rehuhyötysuhdetta käsittelevät esitelmät. Suomen Maataloustieteellisen Seuran kokous 26.1.1977.
18. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1977. Erirotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160 kilon teuraspainossa, 12 s.
19. Nauta- ja sikapäivä 14.11.1977.
20. LINDSTRÖM, U., 1978. Maidon valkuainen, 13 s.

I RAPORTTI

GEENIEN SÄILYTYSTARVE JA -MENETELMÄT  
KOTIELÄINJALOSTUKSESSA s. 1...21

II RAPORTTI

ELÄINGEENIVAROJEN SÄILYTTÄMINEN JA  
HOITO s.22...52

## ESIPUHE

Seuraavassa julkaistaan kaksi raporttia kotieläinten perinnöllisen muuntelun säilyttämisestä.

Ensimmäinen raportti on suomennos vuonna 1969 eurooppalaisille tutkijoille pidetystä esitelmästä, joka asian tultua ajankohtaisemmaksi saattaa kiinnostaa englanninkieltä tuntemattomiakin lukijoita. Meillä Suomessahan ovat erityisesti suomenkarjan ja suomalaisen työhevosen säilyttämistoimet tulleet yhä tärkeämmiksi.

Toinen raportti on tiivistelmä kesällä 1980 Roomassa pidetystä geenipankkikokouksesta, jossa kysymystä tarkasteltiin eri maanosien ja alueiden kannalta ja jossa oli mukana tutkijoita ja hallintovirkamiehiä eri puolilta maailmaa. Raportista ilmenevät myös tärkeimmät Pohjoismaissa viime aikoina tehdyt toimet asian hyväksi, mm. se, että Pohjoismaiden Ministerineuvosto on vuoden 1980 alussa asettanut työryhmän suunnittelemaan toimintoja ja niiden koordinoimista Pohjoismaissa. Rooman kokouksen jälkeen on valmistunut Ruotsin geenipankkimietintö ja Euroopan Kotieläintuotantoliiton geneettinen komissio on asettanut eurooppalaisen työryhmän asiaa kehittelemään. FAO:n piirissä on ruvettu luomaan "Eläingenivarojen Maailmantoimistoa".

Suomenkieliset raportit toivottavasti edistävät omalta osaltaan asian ymmärretyksi tuloa ja kehittämistä Suomessa.

Tikkurilassa tammikuun 09 pnä 1981

Professori Kalle Maijala

GEENIEN SÄILYTYSTARVE JA -MENETELMÄT  
KOTIELÄINJALOSTUKSESSA

Kalle Maijala  
Kotieläinjalostuslaitos

## S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

### GEENIEN SÄILYTYSTARVE JA -MENETELMÄT KOTIELÄIN- JALOSTUKSESSA

I	Johdanto .....	1
II	Geenien säilyttämisen tarve .....	2
	A. Rotujen ja kantojen täydellinen tai osittainen hävittäminen .....	2
	B. Rodunjalostuksen vaikutus perinnölliseen muunteluun .....	5
	1. Valinnasta aiheutuva muuntelun supistuminen .....	6
	2. Perinnöllisen satunnaisajautumisen aiheuttamat geenihäviöt .....	7
	C. Eläintuotteiden muuttuva kysyntä .....	9
	D. Muutoksia kotieläinten ympäristöolosuhteissa .....	10
	E. Sekalaisia näkökohtia .....	11
III	Geenien säilytysmenetelmät .....	12
IV	Geenipoolien järjestely ja periaatteet .....	14
V	Yhteenvedo .....	15
	Kirjallisuusluettelo .....	16
	Kuvio 1 .....	19
	Kuvio 2 .....	20
	Kuvio 3 .....	21

GEENIEN SÄILYTYSTARVE JA -MENETELMÄT  
KOTIELÄINJALOSTUKSESSA

Esitelmä Euroopan Kotieläintuotantoliiton (EAAP) vuosikongressin eläingenetiikan jaostossa Helsingissä 24.06.1969.

Kalle Maijala

I Johdanto

Nykyinen pakastesperman aikakausi nautakarjan keinosiemen-nyknessä on tehnyt uudelleen ajankohtaiseksi geenihäviöitä koskevan ongelman, josta keskusteltiin laajasti pari vuosikymmentä sitten, keinosiemennysjalostuksen ollessa lopullisessa läpimurtovaiheessaan (EDWARDS, 1959). Toinen eläinlaji, jolla ongelma on tullut ajankohtaisimmaksi, on kana, jonka poikkeuksellinen lisääntymiskyky tekee mahdolliseksi levittää valittua ainesta hyvin nopeasti ja siten keskittää varsinainen jalostustyö hyvin harvojen yrittäjien käsiin. Epäilemättä ongelmalla on merkitystä myös sioilla ja lam-pailla, ja voi olla perusteltua tarkastella lähes koko eläinkuntaa, jotta ei mikään eläinlaji, jolla voisi tulevaisuudessa olla arvoa ihmisille, joutuisi tarpeettomasti häviämään.

Ongelma johtuu lähinnä siitä, että nykyisten parhaiden eläinten tehokas hyväksikäyttö merkitsee automaattisesti huonompien eläinten, linjojen, rotujen ja jopa lajienkin syrjäyttämistä. Tämän artikkelin tarkoituksena on pohtia, (1) onko täällä perintöaineksen hävittämisellä epätoivottuja seurauksia, sekä (2) mikäli näin on, miten nämä voitaisiin välttää. Koska en ole asiantuntija näissä asioissa, en voi antaa paljoa käyttökelpoista tai uutta tietoa, mutta yritän esittää myös joitakin tosiasioita pondiskelujeni ohella. Toivon, että nämä voisivat innostaa hankkimaan lisätietoja.

## II Geenien säilyttämisen tarve

Erityistoimenpiteiden tarve geenihäviöiden estämiseksi johtuu useista tekijäryhmistä kuten esim. geenihäviöiden todellisesta esiintymisestä menneisyydessä, nykyisten jalostusjärjestelmien todennäköisestä vaikutuksesta perinnölliseen muunteluun, ihmisten eri ravintoaineiden kysynnän muutoksista sekä kotieläinten ympäristöolosuhteiden muutoksista.

### A. Rotujen ja kantojen täydellinen tai osittainen hävittäminen

Ennen suunnitelmallisen eläinjalostuksen alkamista 50-100 vuotta sitten oli eri lajien lukuisia paikallisia rotuja, jotka ilmeisesti olivat hyvin sopeutuneet sen ajan alkukantaisiin olosuhteisiin. Monien näistä roduista on ollut väistytävä muiden, niitä parempien rotujen tieltä. On vaikeata välttää vaikutelmaa, että rodun valinta perustui usein varsin pinnallisiin, monien ympäristötekijöiden väärinämiin tietoihin, koska todelliset objektiiviset tiedot eri rotujen ansioista ovat niukkoja vielä nykyisinkin. Rotupuhtauden merkityksen korostaminen suosi sellaisten rotujen täydellistä hylkäämistä, joiden kokonaisansiot olivat jossakin määrin heikommat, ja täten arvokkaiden ominaisuuksien geenit menetettiin rotujen mukana. Myöhemmin monet kansainväliset rodut ovat kokeneet saman kohtalon. Uusien rotujen levittäminen jatkuvan risteytyksen avulla on merkinnyt hieman varovaisempaa heikkojen eläinkantojen geenistöjen käsittelyä, ei kuitenkaan kovin ratkaisevasti, paitsi niissä tapauksissa, joissa risteytysuroksia on hyväksytty laajaan käyttöön. Eräässä 50 vuonna 1955 syntynyttä suomalaista ayrshirekantakirjalehmää käsittäneessä otoksessa oli tuontigeenien osuus 95 %.

Olisi kiinnostavaa laatia luettelo viimeisten 100 vuoden aikana hävinneistä roduista, mutta koska käytettävissäni olevat aika ja voimat eivät siihen riittäisi, rajoitun mainitsemaan joitakin esimerkkejä lähipiiristäni. Suo-



messa on pohjoissuomalainen maatiaiskarja miltei kokonaan hävinnyt ja itäsuomalainen tyyppi on huomattavasti vähentynyt. Länsisuomalainen tyyppikin on menettämässä tilaa suurikokoisemmille ayrshire- ja friisiläisroduille, vaikka vielä ei ole täysin selvää, olisiko pyrittävä suurempiin eläimiin pihvintuotantoa silmälläpitäen. Onneksi joitakin suomenkarjan eri tyyppien geenejä tulee säilymään vastaavan rotuyhdistyksen kohtalaisen vapaamielisen jalostuspolitiikan ansiosta.

Rodun varovaisen syrjäyttämisen merkityksestä antaa käsityksen kuvio 1, joka osoittaa, että vajaa 30 % B-veriryhmäjärjestelmän eri alleeleista oli yhteisiä länsisuomalaisen karjan ja ayrshirerodun sonneilla, kun taas 18 % alleeleista esiintyi vain ayrshirellä ja 50 % länsisuomalaisella karjalla. Kun lisäksi otetaan huomioon eri alleelien tiheydet kummassakin rodussa, oli yhteisten alleelien osuus vain 19 % (kuvio 2). Mikäli tämä veriryhmägeenien erilaisuus kuvastaa osittain eroja tuotant ominaisuuksiin vaikuttavassa perimässä, merkitsisi suomenkarjan geenien kokonaan häviäminen ilmeisesti vakavaa perinnöllisen muuntelun supistumista Suomen nautakarjalla. Rotujen välinen ero maidontuotannossa on lähes 20 %, mutta osatästä erosta voidaan selvittää lähes 10 %:n erolla täysikasvuisten elopainossa. Kasvukokeissa olleiden sonnien kasvunopeudessa puolen vuoden ikään mennessä ei ollut juuri minkäänlaista eroa (LINDSTRÖM ja MAIJALA, 1969). Näin ollen on syytä olettaa, että jopa tietty määrällinen ominaisuus voi näillä kahdella rodulla olla osittain eri geenien säätelemä. Suomenkarjan keskimääräinen uusimattomuus-% on 3-4 % korkeampi kuin ayrshiren. Toinen suomenkarjan erityisetu on sen nupous.

Suomalainen maatiaislammas on myös äskettäin ollut vähältä hävitä, kun eläinkanta pieneni yli miljoonasta yksilöstä vuonna 1950 0,15 miljoonaan vuonna 1967 ja 1950-luvulla etsittiin lihaksikkaampia ja nopeakasvuisempia lammasrotuja. Viime aikoina on kuitenkin huomattu, että maatiais-

lampaan hedelmällisyysgeenit voisivat olla käyttökelpoisia voimaperäisessä karitsanlihan tuotannossa. Kolmas suomalainen esimerkki on maatiaiskana, jonka hyvää hautomivaistoa ei enää tarvittu hautomakoneiden yleistyttyä. Rodulla saattoi olla muitakin hyviä ominaisuuksia, kuten joidenkin tautien vastustuskyky, pitkäikäisyys ja vaatimattomuus, mutta näitä ei kunnolla tutkittu ennen rodun hävittämistä.

Ruotsissa tilanne ruotsalaisella nupokarjalla on hyvin samanlainen kuin suomenkarjalla. Norjassa oli noin 30 nautakarjarotua 1930 -luvulla, mutta nykyisin tuskin joka kymmenes on jäljellä. Osa hävinneiden rotujen geeneistä on saatu säästetyksi, käyttämällä risteytyssonneja vapaasti keinosiemennyksessä. Ainakin puolet HOUSMAN:in (1905) luettelolomista Englannin karjaroduista on lähellä häviämistä. BOYER:in (1964) mukaan on Ranskassa 19 maatiaiskana-rotua häviämistävaarassa, ja VAN ALBADA:in (1964) mukaan Hollannissa saman verran. Yleisesti ottaen ns. puoliraskaat rodut ovat alkaneet hävitä erikoistumisen broiler- ja munijarotuihin yleistyttyä.

Tietenkään ei pitkäkään hävinneiden rotujen luettelo merkitse paljoa, mikäli voitaisiin olla varmoja, etteivät rodut omanneet tulevaisuuden eläinjalostuksen kannalta hyödyllisiä geenejä. Leukoosinkestävän fayoumi-kanan äskettäinen löytyminen Egyptistä, lihaksikkaan cornish-taistelukukon löytyminen Intiasta ja nopeakasvuisen charolaiskarjan löytyminen Ranskasta, samoin kuin joidenkin sikiävien tai lihaksikkaiden lammasrotujen löytyminen eivät anna tukea tällaiselle varmuudelle. Myös sellaisten käyttökelpoisten uusien rotujen kuin Beltsville no 1, Minnesota no 1 ja no 2, lacombe, santa gertrudis jne. äskettäinen luominen puhuvat rotujen häviöiltä säästämisen puolesta.

Siipikarjanjalostuksessa on esiintynyt jonkin verran rotujen sisäistä linjojen vähenemistä kahden viime vuosikymmenen aikana, johtuen jalostajien luvun pienenemisestä. VAN ALBADA:n (1964) ja OROZCO:n (1964) mukaan ei linjojen luku ole vähentynyt yhtä nopeasti kuin jalostajien luku, koska jäljelle jääneet jalostajat ovat samanaikaisesti lisänneet linjojensa lukua. On kuitenkin todennäköistä, että uudet linjat monissa tapauksissa ovat jäljelle jääneiden jalostajien entisten linjojen alalinjoja eivätkä pohjaudu huono-onnisten kilpailijoiden linjoihin. Jotkut amerikkalaiset siipikarjanjalostajat ovat väittäneet, että on vaikeata löytää uusia linjoja, joita voitaisiin menestyksellisesti käyttää heidän kanojensa edelleen parantamiseen, kun taas JAAP (1966) teki sen mielenkiintoisen havainnon, että hidaskasvuisten munantuotantolinjojen omaamalla geeneillä voi olla arvoa broilereiden kasvunopeuden jalostamisessa. Tämä tukee olettamusta, että tietty määrällinen ominaisuus voi olla eri geenien säätelemä eri eläinjoukoissa ja että kahden tai useamman sellaisen linjan yhdistäminen antaisi hyvän pohjan valinnalle. Toisaalta LERNER ja DONALD (1966) katsovat, että kaksi äärirotua, friisiläinen ja jersey, saattaisivat sisältää kaikki tulevaisuuden karjanjalostuksessa tarvittavat geenit. Joka tapauksessa on syytä ajatella, että poikkeuksellista geeniaineesta omaavan linjan häviäminen on vahingollisempaa kuin sellaisen linjan, jolla on poikkeuksellisen tiheässä jäljellä olevissa linjoissa olevia geenejä (OROZCO, 1964). On myös selvää, että otantakoeasemien perustaminen ja muut arvostelumenetelmien parannukset, samoin kuin yhä tehokkaampien lisäysmenetelmien käyttöönotto pyrkivät lisäämään kiinnostavien linjojen häviämiskaavaa.

#### B. Rodunjalostuksen vaikutus perinnölliseen muunteluun

Vaikka kokonaisten rotujen tai linjojen karsimisesta aiheutuvat geenihäviöt ilmeisesti ovatkin vakavimpia, on välttämätöntä ottaa huomioon myös valinnan ja sattuman aiheuttamat häviöt populaation sisällä.

## 1. Valinnasta aiheutuva muuntelun supistuminen

Luonnollinen seuraus menestyksellisestä "hyvier" geenien tiheyden lisäämisestä ja "huonojen" geenien tiheyden pienentämisestä on perinnöllisen muuntelun tuhoutuminen, vaikka tässä suhteessa saadut kokemukset ovatkin ristiriitaisia. Monissa tapauksissa on ollut vaikeata nähdä fenotyypin muuntelun kaventumista, huolimatta huomattavista muutoksista keskimääräisessä suorituskyvyssä (esim. FALCONER, 1955). Toisaalta monet laboratorioeläimillä tai siipikarjalla työskentelevät tutkijat ovat kokeneet valintayrityksissään "katon" tai "tasangon" muutaman sukupolven kuluessa, ja vasteen loppuminen on joskus tullut verraten äkillisesti, ilman selviä varoituserkkeitä (FALCONER, 1955 CLAYTON ja ROBERTSON, 1957). Tähän ei kuitenkaan usein ole ollut syynä perinnöllisen muuntelun puute, vaan pääsyyinä on pidetty valinnan kohteena olleen ominaisuuden ja elinvoimaominaisuuksien välisiä perinnöllisiä vuorosuhteita tai ympäristön jatkuvaa muuttumista (DICKERSON, 1955, ROBERTSON, 1955). LERNER ja DONALD (1966) katsoivat, että valintaedistys aina saavutetaan muuntelun supistumisen kustannuksella ja että tiettyyn valintajärjestelmään reagoiva perinnöllinen muuntelu ennemmin tai myöhemmin lähestyy tyhjenemistä.

Laboratorioeläimillä suoritettujen valintakokeiden lisäksi jotkut simulointitutkimukset ovat antaneet arvokasta tietoa valinnan mahdollisista vaikutuksista. Esimerkiksi YOUNG (1966) sovelsi menetelmää kuviteltuun 1000 yksilön populaatioon, ottaen mukaan kolme valinnan ankaruustasoa, kolme periytymisasteen lähtötasoa, kolme uusien geeniyhdistelmien syntymisen todennäköisyyttä ja seitsemän periytymismallia. Ominaisuuden oletettiin olevan 10 geeninpaikan säätelemä ja alkuperäisen geenitiheyden kussakin geenipaikassa 0,5. Additiivinen (geenien yhteenlaskettaviin vaikutuksiin perustuva) malli johti kuvion 3 osoittamiin muutoksiin additiivisessa muuntelussa. Muuntelun hävi-

äminen näyttää voivan olla hyvin nopeata, jos valitaan ankarasti voimakkaasti periytyvän ominaisuuden suhteen. Jopa keskimääräinenkin periytymisaste (0,4) johti additiivisen muuntelun häviämiseen kokonaan 14 sukupolven kuluessa, kun vain 10 % yksilöistä valittiin siitokseen. Tarkasteltaessa kaikkia kokeiltuja periytymismalleja vaihteli additiivisen muuntelun kestoaika samoissa olo-suhteissa yhdeksän ja 30 sukupolven välillä ja puoliin-tumisaika 1,4 ja 4,3 sukupolven välillä. Edellisessä tapauksessa dominanssimalli antoi korkeimman arvon, mutta jälkimmäisessä taas alhaisimman. Kytkenän merkitys muuntelun häviämisenopeudella oli verraten vähäinen. Kokonaisuutena ottaen näyttää siltä, että suuntaavan valinnan aiheuttamat geenihäviöt voivat usein ansaita huomiota, kun suunnitellaan eläinten edelleen jalostamista.

## 2. Perinnöllisen satunnaisajautumisen aiheuttamat geenihäviöt

Pienissä eläinjoukoissa voidaan menettää geenejä sattumaltakin geenien esiintymistiheyksien sattumanvaraisen vaihtelun johdosta, ja näitä menetyksiä voidaan nopeuttaa tahallisilla sukulaisparituksilla. Nämä menetykset ovat vailla tiettyä suuntaa, koska ne vaikuttavat "hyviin" ja "huonoihin" geeneihin samalla todennäköisyydellä. Tähän mennessä analysoiduissa eläinjoukoissa on heterotsygoottisuuden väheneminen ollut runsas 0,5 % sukupolvea kohti (LUSH, 1947), ja on ollut vaikeata osoittaa, että keinosiemennys olisi lisännyt luvun arvoa nautakarjapopulaatioissa (ROTTENSTEN, 1961). Kuitenkin viimeisimmät Suomessa tutkitut ayrshirelehmänäytteet (vuosina 1955 ja 1960 syntyneet) näyttävät osoittavan, että sukulaisuuskerroin on huomattavasti noussut viiden vuoden kuluessa ja aiheuttanut suuren eron odotetun ja todetun sukusiitoskerroimen välille (17,7 % vs. 3,0 %). Näitä tuloksia tukevat veriryhmätutkimukset, joiden mukaan ayrshiresonnien B-veriryhmäjärjestelmän alleelitiheyksien neliöiden summa

oli 16 %, kun B-alleelien suhteen homotsygoottisten sonnien tiheys oli vain 3,5 %. Viimemainittu luku puolestaan täsmäsi hyvin sonnien lasketun sukusiitoskerttoimen kanssa (MAIJALA ja LINDSRTÖM, 1966). B-veriryhmän alleelien samansiinnöksisyys pyrki myös ajan mukana lisääntymään, mutta RENDEL (1963) ei havainnut samanlaista pyrkimystä ruotsalaisessa aineistossa. Kuitenkin on B-alleelien odotettujen ja todettujen homotsygoottisuuksien välinen ristiriita ollut suuri myös Ruotsissa (RENDEL 1958 ja 1963). Näyttää siten siltä, että odotettu kerroin sopii paremmin antamaan käsityksen geenihäviöistä. RENDEL:in (1967) kirjallisuuskatsaukseen sisältyneissä tutkimuksissa tämä luku vaihteli välillä 4,0-24,8 % ja erilaisten B-alleelien luku eri roduissa 20:n ja 132:n välillä.

Satunnaisajautumisesta johtuvat tulevat geenihäviöt voidaan ennustaa tehokkaan populaatiokoon ( $N_e$ ) käsitteen avulla (WRIGHT, 1931). Ottaen huomioon, että heterotsygoottisuuden menetys sukupolvea kohti on suunnilleen suhteessa tekijään  $\frac{1}{2N_e}$ , ovat  $N_e$ :n ratkaisevat arvot 50:n ja 10:n välillä:

Tehokas populaation koko, $N_e$	50	40	30	20	10
Heterots. menetys/sukupolvi %	1.00	1.25	1.67	2.50	5.00
Isien luku/sukupolvi (nauta)	12.5	10.0	7.5	5.0	2.5

Näiden arvojen lähestyminen on nyt tullut mahdolliseksi Suomessa, jossa käytetään yksinomaan pakastepillereitä. Puolella sonnien kasvatusasemalla olevista 200 ayrshiresonnista on sama isä, joka vielä on täysin toimintakykyinen ja jolta on jo talletettu yli 50 000 pilleriä.

Äskettäisen simulaatiotutkimuksen mukaan (EBBERSTEN ym., 1969) tarvittiin geenien, jonka alkuperäinen tiheys oli 50 %, vakiinnuttamiseen keskimäärin seuraavat määrät sukupolvia:

Populaation koko: 5 10 15 20 25 30  
Sukupolvien luku: 15 23 37 47 72 125

Näiden lukujen vertailu YOUNG:in saamiin additiivisen muuntelun kestoaikoihin osoittaa, että satunnaisajautumisen aiheuttama muuntelun tuhoutuminen on jonkin verran hitaampaa kuin suuntaavan valinnan aiheuttama, antaen siten tukea ROBERTSON:in (1960) saamille tuloksille.

### C. Eläintuotteiden muuttuva kysyntä

Eri tuotteiden kysynnässä on eri maiden markkinoilla tapahtunut menneisyydessä niin paljon muutoksia, ettei lie-  
ne vaikeata olla yhtä mieltä välttämättömyydestä säilyt-  
tää kohtuullinen määrä muuntelua eläinpopulaatioissamme,  
jotta voitaisiin myötäillä tulevia muutoksia. Muutoksia  
voi aiheuttaa yksi tai useampi seuraavista tekijöistä:

1. Ihmisen ravitsemuksesta saatu uusi tietämys, joka ko-  
rosta joidenkin ravintoaineiden arvoa tai tuomitsee  
jotkut tuotteet epäterveellisiksi.
2. Elintason nousu, joka tekee mahdolliseksi ravitsemuk-  
sellisesti arvokkaiden mutta kalliiden (esim. liha)  
tai erikoisenmakuisten (esim. riistaeläimet) ruo-  
ka-aineiden lisääntyneen kulutuksen.
3. Uudet muodit vaatetuksessa (turkit) tai syömisessä  
(ruskeat munat).
4. Tavanomaisia tuotteita koskevien laatuvaatimusten li-  
sääntyminen (vähärasvaisempi liha, valkuaispitoinen  
maito, paksukuorisemmat munat jne.).
5. Tarve alentaa tuotantokustannuksia (rehuhyötysuhde,  
lypsettävyys, rauhallinen luonne), jotta voitaisiin kil-  
paila teollisten tai korviketuotteiden kanssa.
6. Tuotteiden määrän lisäämistarve taistelussa nälkää  
vastaan (lisääntymiskyky ja kasvunopeus).
7. Tarve korvata joidenkin aineiden (polttoaineet, mine-  
raalit) luonnonvarastojen ehtyminen.

8. Tarve löytää uusia maataloudellisten kasvituotteiden hyväksikäyttötapoja ylijäämäongelmien ilmaantuessa.

#### D. Muutoksia kotieläinten ympäristöolosuhteissa

Tarve jalostaa erilaisia eläimiä erilaisiin ympäristöihin riippuu perinnöllisyyden ja ympäristön välisten yhdysvaikutusten olemassaolosta ja voimakkuudesta. Vaikka tähän ongelmaan liittyvät koetulokset ovatkin olleet melko riskitiriitaisia, on viime vuosina MERAT:in (1968) katsauksen mukaan kertynyt yhä enemmän myönteistä todistusaineistoa, varsinkin siipikarjalla. Yhdysvaikutukset näyttävät koskevan erityisesti kuolleisuutta ja munantuotantoa.

NORDSKOG:in ja KEMPTHORNE:n (1960) tutkimuksessa linjojen ja kanaloiden väliset yhdysvaikutukset selittivät jopa 31 % karsinoiden välisestä kuolleisuuden kokonaismuuntelusta, ja perinnöllinen vuorosuhde saman tuotantoeläinkannan eri paikkakunnilla osoittamien kuolleisuuksien välillä oli vain 3 %. On ilmeistä, että näiden yhdysvaikutusten merkitys vaihtelee eläinlajista, ominaisuudesta ja ympäristöjen erilaisuudesta riippuen. Kun otetaan huomioon, että jotkut kielteisistä tuloksista on saatu vain vähän vaihtelevista tai huonosti rajatuista ympäristöistä ja että ympäristöjen erikoistuminen on todennäköinen kehityssuunta, näyttää perustellulta säilyttää riittävästi muuntelua eläinten sopeuttamiseksi erityisympäristöihin. Tämä voi jossakin tapauksissa olla halvempaa kuin ympäristön sopeuttaminen erikoisille eläimille. Mahdolliset ympäristömuutokset voidaan ryhmitellä seuraavasti:

1. Ruokinnan muutokset. Voi löytyä uusia taloudellisia rehuja, jotka voivat olla vajavaisia jossakin suhteessa (väkevyyden, tiettyjen aminohappojen, rasvahappojen, kivennäisten tai muiden ominaisuuksien puute). On osoitettu, että rotujen, linjojen ja yksilöiden välillä on vaihtelua ravintoaineiden hyväksikäytössä (NESHEIM, 1966).



2. Uusia tauteja saattaa ilmetä. Useimmissa tapauksissa tosin keksitään tehokkaita lääkkeitä paljon aikaisemmin kuin saadaan kehitetyksi vastustuskykyisiä eläimiä, etenkin hitaasti lisääntyvillä suurilla eläimillä, mutta on osoittautunut vaikeaksi löytää lääkkeitä/viruksia vastaan.
3. Kotieläinsuojien kehittyminen (lämpötilan, kosteuden jne. säätely) voi tehdä mahdolliseksi käyttää hyväksi erikoistuneita eläimiä, jotka eivät kykene kilpailemaan tavanomaisissa olosuhteissa. Kunnollisten majoitustilojen puute voi myös vaatia erityisiä eläimiä.
4. Hoidon muutokset voivat lisätä tiettyjen ominaisuuksien toivottavuutta (soveltuvuus konelypsyyntiin, nupot eläimet pihattoihin, tietyt värigeenit sukupuolilajitteluun, varsinaisen karitsointiajan ulkopuolinen karitsointi voimaperäiseen karitsanlihan tuotantoon, erityiset häkkikanat).

#### E. Sekalaisia näkökohtia

Monia muitakin geenien säilyttämiseen liittyviä näkökohtia ilmenee ongelmaa käsitelleiden kokousten raporteista (HODGSON, 1961, SCOSSIROLI, 1964, VAN ALBADA, 1964, SHS, 1965, MENZI, 1966, FAO, 1966). Näihin kuuluvat kasvinjalostuksen alalla saadut kokemukset, lukuisten tutkimattomien rotujen olemassaolo kehitysmaissa, tarve parantaa maan hyväksikäyttöä sekä mahdollisuus risteytyselinvoiman hyväksikäyttöön.

Eläinjalostuksen tutkijoiden mielipiteet vaihtelevat suuresti; jotkut tutkijat katsovat, ettei kannata kantaa huolta geenien säilyttämisestä, kun taas toiset eivät uskalla käyttää hyväksi nykyisiä valintamahdollisuuksia, etteivät vaarantaisi tulevia mahdollisuuksia. Edellinen asenne perustuu toisinaan uskoon, että käyttökelpoista perinnöllistä muuntelua voidaan luoda mutaatioita aiheuttavien aineiden avulla milloin tahansa haluttaessa,

kun taas jälkimmäisen näkökannan kannattajien mielestä useimmat aikaansaavat mutaatiot olisivat epäedullisia ja että niiden käyttökelpoisuuden kokeilu veisi liian kauan aikaa. Totuus on todennäköisesti jossakin näiden kahden äärimmäisyyden välissä, mutta missä? Tähän mennessä tehtyjen kokeiden mukaan on keinollisten mutaatioiden merkitys lyhytaikaiselle edistykselle määrällisissä ominaisuuksissa hyvin pieni, mutta kuolemaa aiheuttavien geenien tiheys on lisääntynyt huomattavasti (ROBERTSON, 1955b). LERNER ja DONALD (1966) katsoivat, että ei-toivottujen mutaatioiden runsaus tekee uuden muuntelun luomisen liian kalliiksi. Samat tutkijat ajattelivat, että jokaisella sukupolvella on velvollisuus huolehtia perinnöllisen muuntelun säilyttämisestä, mutta että taloudelliset syyt usein johdattavat kiusaukseen toimia tämän velvollisuuden vastaisesti. Kehitystapahtumien hitaus ja monien yksityisten jalostajien itsepäisyys kuitenkin ovat suureksi avuksi tämän velvollisuuden täyttämässä, ainakin toistaiseksi.

### III Geenien säilytysmenetelmät

Vaikka geenien säilyttämistä puoltavat näkökohdat saattoivat saada edelläolevassa esityksessä liian paljon huomiota vastakkaisten todisteiden kustannuksella, on ilmeisesti arvokasta löytää ja soveltaa joitakin halpoja mutta tehokkaita menetelmiä tarpeettomien tai vakavien geenihäviöiden estämiseksi. On ainakin kolme eri menetelmää, joita kannattaa vakavasti harkita:

- (1) useiden puhtaiden rotujen tai linjojen ylläpito
- (2) yhteisen elävän geenivaraston (-poolin) perustaminen, ja
- (3) sperman, munasolujen tai sukurauhaskudosten pakastepankkien perustaminen.

Neljäs mahdollisuus jollekin jalostajaryhmälle on tuoda

geenejä muista roduista tai maista, mutta tämä edellyttää, että joku muu on huolehtinut säilytyksestä. Varovaisesti toteutettu valinta olisi viides vaihtoehto, mutta sen tuloksena oleva hidas edistys tuhansilla tiloilla tekee siitä hyvin kalliin menetelmän.

Kahden ensinmainitun menetelmän välinen valinta riippuu ilmeisesti eläinlajien koosta ja lisääntymiskyvystä, koska suurten eläinten säilyttäminen riittävän suurina määrinä satunnaisten geenihäviöiden välttämiseksi on kallista, elleikyseinen rotu omaa hyvää keskimääräistä suorituskkyä. Useimmilla eläinlajeilla lienee tarpeellista soveltaa molempia menetelmiä, mutta suhteellisesti harvempia rotuja voidaan pitää puhtaina suurilla eläimillä kuin pienillä. Toinen menetelmän valintaa määräävä tekijä on se, minkä laatuista ominaisuuksia kukin rotu omaa, sekä rodun säilyttämisen tarkoitus. Rodut, joilla on joitakin hyvin kehittyneitä erityisominaisuuksia, ansaitsevat tulla säilytetyiksi "puhtaina alkuaineina kemistin hyllyillä", kun taas sulauttaminen yhdeksi geenivarastoksi voi olla sopiva menetelmä rodulle, jonka keskimääräisen suorituskvyn oletetaan perustuvan tavanomaisesten geenien poikkeuksellisiin tiheyksiin. Tämä on todennäköisin menetelmä myös rodulle, jonka arvoa ei tunneta. Arvokkaiden linjojen säilyttäminen itsenäisinä populaatioina on erityisen tärkeätä ei-additiivisen perimän hyväksikäyttämiseksi. Joka tapauksessa on kysymys geenien eikä rotujen säilyttämisestä.

Nautakarjalla voidaan monien puhtaiden rotujen tai geenivaraston ylläpito nykyisin järjestää pakastesperman muodossa. Vielä ei täysin tiedetä, miten pitkään pakastesiemen säilyttää hedelmöittämiskykynsä nestemäisessä työssä, ja sen vuoksi ei vielä voida perustaa pitkän tähtäyksen suunnitelmia pakatesiemenen varaan. Kuitenkin olisi tärkeätä säästää siementä jokaisesta rodusta tai

linjasta, joka todennäköisesti tulee kuolemaan sukupuuttoon muutamien lähivuosien kuluessa. Tietääkseni ei munasolujen tai sukurauhaskudosten pakastamisella ole vielä käytännön merkitystä tässä suhteessa.

Puhtaiden rotujen tai geenipoolien ylläpitokustannuksia voitaisiin ehkä alentaa liittämällä säilytystoimet eläintarhojen tai muiden vapaa-ajan toimintojen yhteyteen. Tämä saattaisi olla hedelmällinen kenttä luonnonsuojelueläintieteilijöiden ja eläingeneetikkojen väliselle kansainväliselle yhteistyölle. Kannattanee myös rohkaista ja rahallisesti tukea harrastelijajalostajia pitämään harvinaisten rotujen eläimiä.

#### IV Geenipoolien järjestely ja periaatteet

Elävien geenivarastojen perustamisessa ja ylläpidossa sovellettavia periaatteita ovat tarkastelleet mm. JAAP (1964), BOYER (1964), OROZCO (1964), FAO (1966). Ensimmäisenä vaiheena on laatia kaikista käytettävissä olevista eläinkannoista luettelo, johon sisältyvät myös kunkin kunnan ominaisuuksista kerätyt tiedot. Sitten kokeillaan käyttökelpoisimpia tai mielenkiintoisimpia eläinkantoja yhteisessä ympäristössä, minkä jälkeen tehdään säilytettävien kantojen lopullinen valinta. JAAP:in mukaan ei ole suositeltavaa yhdistää enempää kuin 2-3 populaatiota yhteen pooliin, jotta useimpien alleelien tiheydet voitaisiin pitää käyttökelpoisella tasolla. Tämä ratkaisee ylläpidettävien populaatioiden lukumäärän. JAAP suosittelee 40 vanhemmaisparia sukupolvea kohti ja vähintään 10 jälkeläistä kultakin parilta kussakin populaatiossa. Paritukset olisi satunnaistettava ja luonnonvalinnan vaikutuksia olisi vältettävä. Yleensä suositellaan yhtä keskusasemaa, mutta silloin kun jokainen linja on säilytetty puhtaana, voidaan käyttää hyväksi joitakin yksityisiä tiloja.

Yleismaailmalliselta tai maanosan kannalta saattaisi olla

perusteltua rohkaista kutakin maata huolehtimaan omien kansallisten rotujensa säilyttämisestä ja pitää koordinoiva kansainvälinen elin, esim. FAO hyvin ajan tasalla eläinkantojen lukumääristä ja ominaisuuksista. Mikäli tulee kiusaus tuhota rotu, olisi suositeltavaa neuvotella ensin koordinoivan elimen kanssa, jolla olisi oltava tätä tarkoitusta varten vastuullinen henkilö ja neuvottelukunta. Kansallisia eläinkantoja arvosteltaessa voitaisiin käyttää vertailuperustoina joitakin laajalle levinneitä kansainvälisiä rotuja.

#### V Yhteenveto

Erityistoimenpiteiden tarve perintöaineiksen säilyttämiseksi kävi ilmi useista rotujen aikaisempia menetyksiä koskevista esimerkeistä, valinnan ja satunnaisajautumisen aiheuttamasta perinnöllisen muuntelun supistumisesta, eläintuotteiden kysynnän muuttumisesta, eläinten ympäristön muutoksista sekä joistakin muista tekijöistä. Geenien säilytykseen käytettävissä olevia menetelmiä tarkasteltiin kiinnittämällä päähuomio pienten ydineläinmäärien ylläpitoon useimmista roduista ja linjoista sekä geenipoolien ja pakastespermapankkien perustamiseen. Lopuksi käsiteltiin lyhyesti geenipoolien organisointia ja periaatteita sekä osoitettiin kansainvälisen koordinointieliimen tarve.

Kirjallisuusluettelo

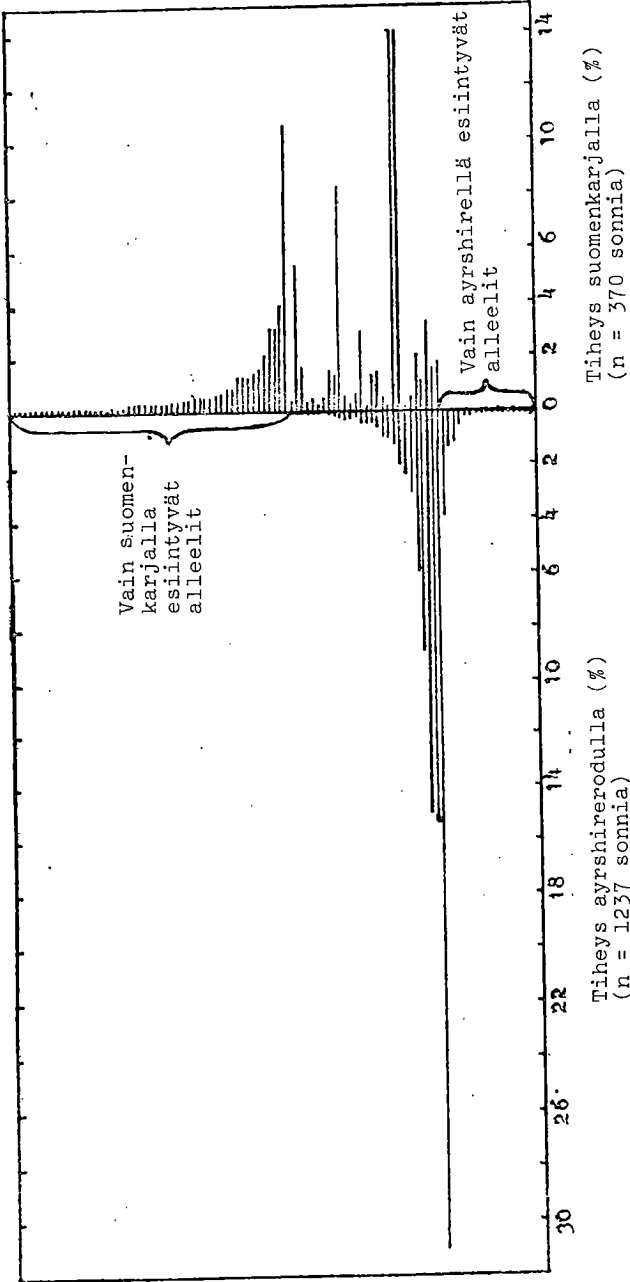
- BOYER J.P. 1964. De la creation d'un conservatoire national de races francaises. Proc. 2nd Eur.Poultry Conf., Bologna: 399-408.
- CLAYTON G. & ROBERTSON A. 1957. An experimental check on quantitative genetical theory. II. The long-term effects of selection. J. Genet. 55: 152-170.
- DICKERSON G.E. 1955. Genetic slippage in response to selection for multiple objectives. Cold Spr. Harbor Symp. quant. Biol. 20: 213-224.
- EBBERSTEN K., BJÄRESTEN I., WILHELMSSON M., HENNINGSSON T., EWERT J. & WIGGEN J. 1969. A demonstration of genetic drift in small populations. Mimeo., Scand. course on quant.genet., 15 p.
- EDWARDS J. 1959. Genetic considerations in breeding two million cattle to two hundred sires. Univ.Press, Cambridge, 26 p.
- FALCONER D.S. 1955. Patterns of response in selection experiments with mice. Cold Spr. Harbor Symp. quant. Biol. 20: 178-196.
- FAO 1966. Report of the FAO study group on the evaluation, utilization and conservation of animal genetic resources. AN Meeting Report 1966/9, FAO, Rome, 32 p.
- HODGSON R.E. (Editor) 1961. Germ Plasm Resources. Publ. No. 66 of Am.Ass.Adv.Sci., Washington D.C., 382 p.
- HOUSMAN W. 1905. Cattle. Breeds and Management. Live Stock Handbooks No. IV, 5th ed., Winton & Co., London, 270 p.
- JAAP R.G. 1964. Minimum population size and source of stock. Proc. 2nd Eur. Poultry Conf., Bologna: 429-431
- JAAP R.G. 1966. Response to selection for growth rate varies with strains.Proc. XIII. World's Poultry Congr.: 80-83.
- LERNER I.M. & DONALD H.P. 1966. Modern Developments in Animal Breeding, Academic Press, London and N.Y., 294 p.
- LINDSTRÖM U. & MAIJALA K. 1969. Performance testing A.I. bulls for growth rate in Finland. Mimeo. EAAP, Cattle Commission, Helsinki, June 1969, 15 p.

- LUSH J.L. 1947. Chance as a cause of changes in gene frequency within pure breeds of livestock. *Am.Nat.* 80: 318-342.
- MAIJALA K. & LINDSTRÖM, GUNVOR 1966. Frequencies of blood group genes and factors in the Finnish cattle breeds with special regard to breed comparisons. *Ann. Agric. Fenn.* 5: 76-93.
- MENZI M. 1966. Gene conservation. *World's Poultry Sci. J.* 22: 151-154.
- MERAT P. 1968. Interrelations between genotype and environment from the breeders' point of view. *Proc. 1st Eur. Conf. on Poultry Breeding and R.S. testing, Wageningen*: 11 p.
- MMB 1968. Milk Marketing Board. Rep. of the Breeding and Production Organization No. 18, 1967-68, Thames Ditton, 176 p.
- NESHEIM. M.C. 1966. Genetic variations in nutrient requirements. *World's Poultry Sci. J.* 22: 290-298.
- NORDSKOG A.W. & KEMPTHORNE O. 1960. Importance of genotype-environment interactions in Random Sample poultry tests. *Biometrical Genetics*: 159-168.
- OROZCO R. 1964. On the possibility of organizing a national program for the preservation of chicken breeds and strains. *Proc. 2nd Eur. Poultry Conf., Bologna*: 385-398.
- RENDEL J. 1958. Studies of cattle blood groups. IV. The frequency of blood group genes in Swedish cattle breeds, with special reference to breed structure. *Acta Agric.Scand.* 8: 191-215.
- RENDEL J. 1963. An example of changes in the genetic composition of a cattle breed due to one popular bull. *Acta Agric.Scand.* 13: 227-238.
- RENDEL J. 1967. Studies of blood groups and protein variants as a means of revealing similarities and differences between animal populations. *Anim. Breed. Abstr.* 35: 371-383.
- ROBERTSON A. 1955. Selection in animals: synthesis. *Cold Spr. Harbor Symp. quant. Biol.* 20: 225-229.
- ROBERTSON A. 1960. A theory of limits in artificial selection. *Proc.Roy.Soc.* 153, B: 234-249.
- ROBERTSON A. 1955b. Mutation and quantitative variation *Am.Nat.* 89: 151-158.

- ROTTENSTEN K. 1961. Indavl og slaegtskab indenfor den Røde Danske Malkerace. Ann.Rep. Inst. Sterilitetsforsk. 1961: 5-18.
- SCOSSIROLI R.E. 1964. Conservation of a gene pool. Proc. 2nd Eur. Poultry Conf., Bologna: 375-384.
- SHS 1965. Protokoll från avelsseminarium i Hållsta den 2-3 nov. 1965. Svensk Husdjursskötsel, Hållsta: 42 p.
- VAN ALBADA M. 1964. Conservation of a gene pool. The situation in the Netherlands. Proc. 2nd Eur. Poultry Conf., Bologna: 409-427.
- WRIGHT S. Evolution in Mendelian populations. Genetics 16: 97-159.
- YOUNG S.S.Y. 1966. Computer simulation of directional selection in large populations. I. The programme, the additive and the dominance models. Genetics 53: 189-205. II. The additive x additive and mixed models. Genetics 56: 73-87.

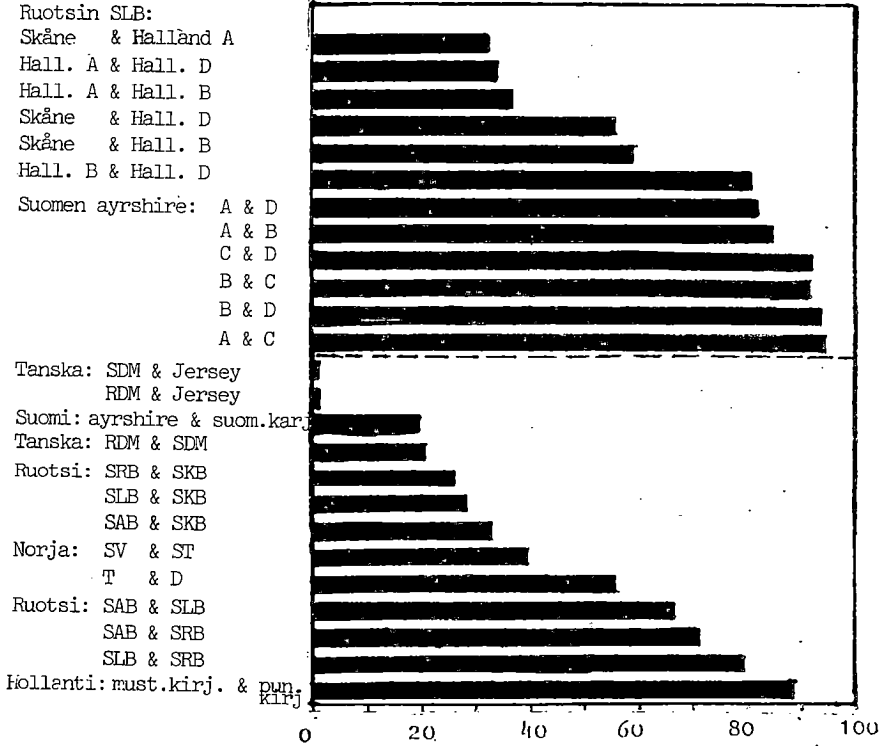


Kuvio 1.



B-veriryhmäjärjestelmän eri alleelien tiheydet ayrshire- ja suomenkarjaroilla MAIJALAN ja G. LINDSTROM:in (1966) tutkimuksen mukaan.

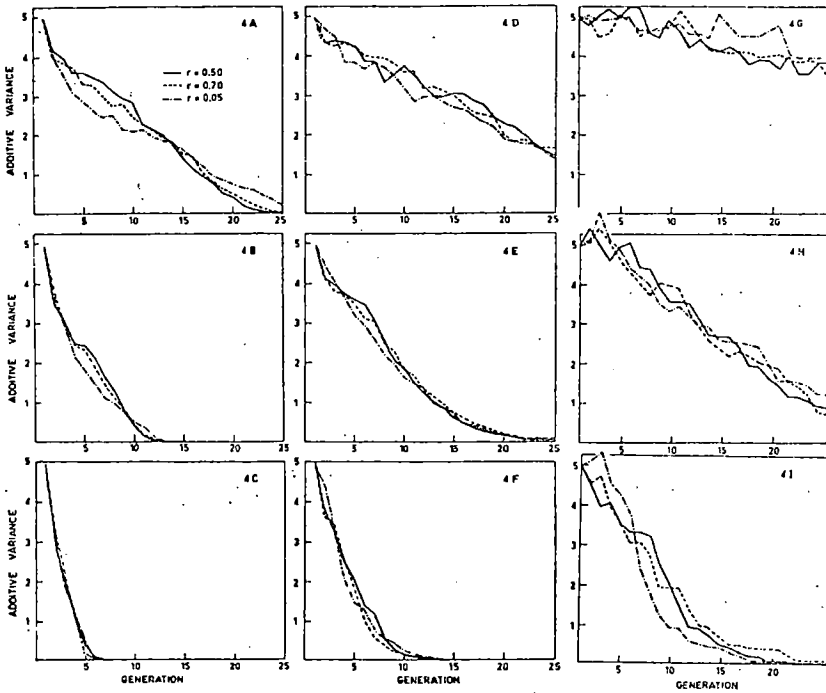
Kuvio 2.



B-järjestelmän yhteisten alleelien osuus

Samanlaisuusindeksit rotujen välillä (alaosa) ja rodun sisäisten linjojen välillä (yläosa) Ruotsissa (RENDEL, 1958), Tanskassa (NEIMANN-SØRENSEN, 1958), Norjassa (BRAEND, 1958, BRAEND ym., 1964), Hollannissa (BOUW, 1960, KRAAY & BOUW, 1964) ja Suomessa (MAIJALA & LINDSTRÖM, 1966).

Kuvio 3.



Additiivisen muuntelun supistuminen erilaisilla valinta-intensiteeteillä (I), alkuperäisperiytymisasteella ( $h^2$ ) ja uusien geeniyhdistelmien syntymistodennäköisyyksillä (r).

(A) I = 80 %,  $h^2 = 0.90$  (B) I = 50 %,  $h^2 = 0.90$   
(C) I = 10 %,  $h^2 = 0.90$  (D) I = 80 %,  $h^2 = 0.40$   
(E) I = 50 %,  $h^2 = 0.40$  (F) I = 10 %,  $h^2 = 0.40$   
(G) I = 80 %,  $h^2 = 0.10$  (H) I = 50 %,  $h^2 = 0.10$   
(I) I = 10 %,  $h^2 = 0.10$ .

(YOUNG, 1966)

ELÄINGEENIVAROJEN SÄILYTTÄMINEN JA HOITO

Kalle Maijala

Kotieläinjalostuslaitos

## S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

### ELÄINGEENIVAROJEN SÄILYTTÄMINEN JA HOITO

Kokouksen laajuus ja osanottajat .....	23
Ohjelma .....	23
Johdanto .....	24
Jo tehty työ .....	28
Säilyttämisen tarve .....	38
Muuntelun supistumisen syyt .....	41
Miten säilytetään .....	42
Geenivarojen hoito .....	45
Yleiskeskustelu .....	47
Suosituksset .....	47
FAO:lle .....	47
FAO:lle ja jäsenmaiden hallituksille .....	49
Loppuarviointi .....	50
Liite 1 .....	52

## ELÄINGEENIVAROJEN SÄILYTTÄMINEN JA HOITO

Selostus YK:n maatalous- ja elintarvikejärjestön (FAO) sekä ympäristönsuojelujärjestön (UNEP) yhteisesti järjestämästä teknisestä neuvottelusta (FAO/UNEP Technical Consultation on Animal Genetic Resources Conservation and Management), joka pidettiin Roomassa 2.-6.6.1980

Kalle Maijala

### Kokouksen laajuus ja osanottajat

Kokoukseen osallistui runsaasti 100 henkeä, jotka edustivat 49 maata ja kaikkia maanosia. Kutsuttuja esitelmöitsijöitä oli 27, eri maiden ja järjestöjen virallisia edustajia 63, havainnoitsijoita 5 ja FAO:n virkailijoita 10. Suomesta oli maa- ja metsätalousministeriön edustajana mukana tämän kirjoittaja, joka silloin oli Helsingin yliopiston palveluksessa.

### Ohjelma

Avaus, FAO:n varapääjohtaja, tri R.W. Phillips (USA), joka jo 50 vuoden ajan on kiinnittänyt huomiota geeniaineksen säilyttämistarpeeseen, eräänä ensimmäisistä maailmassa. Puheenjohtajiksi valittiin tri Helen Turner (Australia) ja tri G. Joandet (Argentiina).

Varsinainen ohjelma jakaantui kuuteen osaan:

1. Johdanto, 2 esitystä
2. Selostuksia eläingenivarojen säilyttämiseksi jo tehdystä työstä, 23 esitystä
3. Perinnöllisen muuntelun säilyttämisen tarve, 5 esitystä
4. Supistuvan muuntelun syyt ja mittaaminen, 4 esitystä
5. Miten säilyttää perinnöllistä muuntelua, 4 esitystä
6. Eläingenivarojen hoito, 5 esitystä

Yleisyhteenvedon neuvottelusta esitti puheenjohtaja, tri Turner, joka myös johti keskustelun annettavista suosituksista. FAO:lle päätettiin antaa neljä suositusta, joista yhteen sisältyi kuusi kohtaa, sekä FAO:lle ja jäsenmaiden hallituksille yhteisesti kahdeksan suositusta.

### Johdanto

Tri R.W. Phillips esitti neljä syytä, joiden vuoksi eläimiä ja niiden kehittäjiä tarvitaan vielä vuosisatoja eteenkin päin:

- suuri osa maapallon pinta-alasta on laidunmaata, jota voidaan käyttää hyväksi vain eläinten välityksellä
- monissa kehitysmaissa on suurten väestönosien toimeentulo tiloillaan riippuvainen vetoeläinten työpanoksesta
- maatiloilla tullaan jatkuvasti tuottamaan paljon karkearehua ja sivutuotteita, jotka saadaan käyttökelpoiseen muotoon vain eläinten välityksellä
- kotieläintuotteilla tulee olemaan jatkuvasti kysyntää, jos tulotaso kehittyneissä maissa säilyy ja kehitysmaissa nousee toivomusten mukaisesti.

Kasvinjalostuksessa säilyttämistarpeet on nähty aikaisemmin ja toimenpiteissä ollaan edellä. Työ kasveilla on helpompaa.

Kotieläinten 6-11 tuhatta vuotta sitten tapahtuneen kesyttämisen ja perinnöllisyystieteen synnyn (1900-luvun alku) välillä on eläimissä tapahtunut suurempia muutoksia kuin tieteen synnyn jälkeen. Pitkän ajan kuluessa kehittyi varsin pitkälle erikoistuneita eläimiä, vaikka muutokset olivatkin hitaita. Luonnonvalinta vaikeissa olosuhteissa kehitti perinnöllistä vastustuskykyä tauteja ja vaikeita ilmasto-oloja vastaan. Sopeutuvuus luonnollisiin ympäristöihin oli mahdollista säilyttää vielä sittenkin, kun ihminen jo harjoitti valintaa.

Jalostustieteen kehittyessä tällä vuosisadalla ovat myös hoito- ja ruokintamenetelmät voimakkaasti kehittyneet, niin että

tuotostaso on huomasti noussut. Nopeiden perinnöllisten muutosten hintana on ollut paikallisten rotujen väistyminen jalostettujen rotujen tieltä. V. 1975 tehdyn tutkimuksen mukaan vain 30 rotua 115 paikallisesta rodusta Euroopassa oli lukumääräisesti vahvalla pohjalla ja 85 oli häviämässä. Jäljelle jäävienkin rotujen perinnöllinen perusta oli samalla kapeutumassa. Tärkeä kyky sopeutua luonnonolosuhteisiin on häviämässä paikallisten, sopeutuneiden rotujen hävitessä sekä sen johdosta, että erikoistuneiden rotujen valintaa jatketaan edullisissa ruokinta-, hoito- ja ilmasto-oloissa (mukaanluettuina rakennetut suojat). Alkeellisempiin ympäristöihin sopivien eläinkantojen tarve valitettavasti unohtuu.

Tropiikissa, erämaissa ja vuoristoissa on alueita, joilla vain hyvin sopeutuneet maatiaisrodut voivat elää ja lisääntyä. Yritykset siirtää jalostettua ainesta lauhkeilta vyöhykkeiltä näille alueille ovat tavallisesti epäonnistuneet. Eläinten siirtämisen sijasta olisikin siirrettävä eläinjalostuksen teknologiaa. Kehitysmaissa tarvitaan tilanteen nopeaa kartoitusta ja rakentavampien jalostusmenetelmien kehittämistä niin, ettei arvokkaita paikallisia tyypejä laimenneta tai menetetä. Valitettavasti jalostustyötä monissa kehitysmaissa vaikeuttaa eläingenetikkojen sekä riittävien järjestörakenteiden ja rahavarojen puute.

On rohkaisevaa todeta häviävien rotujen säilyttämisjärjestöjen viimeaikainen synty kehittyneissä maissa sekä eläingenivarojen tutkimusorganisaatioiden synty kehitysmaissa. Tällaisten kansallisten tai alueellisten organisaatioiden ensimmäisiä tehtäviä on luetteloida paikalliset rodut, niiden eläinluyut, leviämisalueet, pääpiirteet ja tuotantokyky. Toinen vaihe on varmistaa, etteivät sellaiset ainutlaatuiset perinnölliset aineistot pääse häviämään ennen kuin niiden arvo tunnetaan.

Työ on maailmanlaajuista ja vaatii toimia monissa maissa, mikäli ongelma halutaan ratkaista tehokkaasti. Maatalousalan tärkeimpänä kansainvälisenä organisaationa FAO voi avustaa



jäsenmaita ohjelmillaan ja varoillaan sekä toimia koordinoijana. FAO:n perussäännössä mainituista tehtävistä ainakin viisi soveltuu erityisen hyvin tähän asiaan: (1) kerätä, analysoida, tulkita ja levittää ravitsemusta, elintarvikkeita ja maataloutta koskevaa tietoa, (2) edistää tieteellistä ja teknologista tutkimusta, (3) kehittää opetusta, hallintoa ja tiedon levittämistä, (4) säilyttää luonnonvaroja sekä (5) antaa hallitusten pyytämää teknistä apua.

FAO on harjoittanut eläingeenivaroja koskevaa toimintaa jo vuodesta 1946 lähtien. Se on mm. toimittanut sarjan julkaisuja maailman eri alueiden eläinroduista, järjestänyt sarjan neuvotteluja eläingeenivaroista (yleiskartoitus 1966, nauta 1968, sika 1970, siipikarja 1973) sekä v:sta 1975 lähtien toteuttanut erityistä ohjelmaa UNEP:in tukemana. Tämän ohjelman yhteydessä on selvitetty Välimeren alueen supistuvia lammasrotuja, Afganistanin, Iranin ja Turkin lammasrotuja, Länsi- ja Keski-Afrikan trypanonkestävää karjaa sekä sikiäviä trooppisia lammasrotuja, järjestetty asiantuntijaneuvotteluja latinalaisen Amerikan eläingeenivaroista ja koston tropiikin lypsykarjanjalostuksesta, inventoitu erityisiä säilytyskarjoja sekä järjestetty tämä neuvottelu.

Lopuksi tri Phillips ehdotti kokouksen harkittavaksi, ovatko vaikeissa olosuhteissa tarvittavat jalostusmenetelmät toiset kuin ne, jotka ovat osoittautuneet hyviksi suotuisissa ilmastoi- ja kehittyneissä maataloudellisissa ja taloudellisissa ympäristöissä. Hän kehotti myös muistamaan tarpeen löytää sellaisiin oloihin halvempia suorituskyvyn mittaamenetelmiä sekä tutkimaan menetelmiä, joilla edistystä saavutettiin ennen nykyaikaista perinnöllisyystiedettä, kehittyneitä tarkkailujärjestelmiä ja tietokoneita.

Intian suunnittelukomission varapuheenjohtaja, tri Swaminathan mainitsi, että kasvinjalostuspuolella toimii Kasvigeenivarojen Kansainvälinen Johtokunta (IBPGR) ja että yhdistetty kasvi- ja kotieläintuotanto on ainoa menetelmä, joka tarjoaa lisätyötä

ja -tuloja pienviljelijöille ja maattomille työläisperheille. Maaerosion vetäessä huomion puoleensa näkyvyytensä vuoksi jää eläinten ja kasvien arvokkaiden geenien eroosio vaille huomiota kunnes paljastuu tautiepidemia tai muu tuotanto-ongelma, joka vaatii jalostuksellista ratkaisua. Intiassa kotieläintalous on merkittävä työllistäjä. Eläingeenien säilytystarpeeseen vaikuttaa se, että maassa on suuria ilmastoeroja trooppisista lauhkeisiin vyöhykkeisiin, sekä ihmisten tarpeiden vaihtelu. Himalajan ja muiden alueiden vuoristoissa on harvinaisia kotieläinlajeja, jotka ovat erinomaisesti sopeutuneet paikallisiin ilmastoihin ja rehunniukkuuteen sekä hankkineet huomattavan vastustuskyvyn trooppisia tauteja vastaan.

Yritykset kohottaa nopeasti maatiaisrotujen tuotantokykyä ulkomaisten rotujen avulla voivat johtaa joidenkin sopeutuneiden eläinkantojen asteittaiseen vähenemiseen ja jopa lopulliseen häviämiseen, jolloin tulevilta sukupolvilta evätään tuhansien vuosien luonnon- ja keinovalinnan hedelmät. Kotieläinten säilyttäminen on vaikeampaa kuin kasvien, koska maatiaiskantojen rodut ja erilaiset perinnölliset tyytit ovat jakautuneina erilaisille, monissa suhteissa vaihteleville alueille. Paras säilytysmenetelmä Intiaa ajatellen on ilmeisesti eläinten kerääminen erityisiin karjoihin ja jalostaminen niissä eikä sperman säilyttäminen. Säilytyksen on kohdistuttava sekä uroksiin että naaraisiin.

Intiaan on perustettu Eläingeenivarojen Kansallinen Toimisto, jonka tehtäviin ja tavoitteisiin kuuluvat mm. seuraavat:

- maatiaisrotujen säilytyksen kannalta arvokkaiden karjojen tai eläinkantojen tunnistaminen, arviointi ja luettelointi
- perinnöllisesti arvokkaiden tai säilyttämisen arvoisten eläinten tai eläinryhmien tunnistamisessa tarvittavien perusteiden ja tunnuslukujen luominen
- karjojen ja katraiden tunnistamistietojen dokumentointi reikäkorttijärjestelmällä
- arvokkaiden eläingeeniaineistojen tunnistamisselvitysten yhteydessä kerättyjen tietojen käsittely ja niiden sovittaminen koneelliseen tietojärjestelmään

- tiedon jakaminen, jotta yksityiset ja työyhteisöt voisivat käyttää sitä käytettävissä olevien eläingeenivarojen suhteen
- kansallisen ja kansainvälisen yhteysverkoston ylläpitäminen samanlaista toimintaa harjoittavien laitosten tai järjestöjen kanssa
- taloudellisen avun antaminen yliopistoille, laitoksille ja hallituksille sekä yksityisille tiloille, joissa arvokkaan perintöaineksen ylläpitoa pidetään toivottavana
- toimiston toiminta-alueelle kuuluvien karjansäilytysohjelmien seuranta.

Lopuksi tri Swaminathan esitteli rotutilannetta useilla Intiassa pidettävillä eläinlajeilla. Nautakarjaroduilla, joita on tunnistettu 27, pyritään erityisesti maidontuotannon kehittämiseen, mutta niiden tehtävä maatalouden voiman lähteenä on lähes yhtä tärkeä. Puhvelien merkitys maito-, työ- ja lihaeläiminä on nousemassa. Noin 40-miljoonaisen lammaskannan päätuotantosuunta vaihtelee alueittain. Kesyn kanan alkumuoto, bankiva-kana, on vielä tallella joillakin vuoristoalueilla. Kanakantojen suurimittainen lisääminen ja tuonti kehittyneistä maista on vähitellen johtanut siipikarjan alkuperäisten perinnöllisten tyyppien häviämiseen, joiden tautienvastustuskykyä, lihan makua jne. on ylistetty. Ne olisivat sopeutuneita paikallisiin maatalousilmastollisiin oloihin ja hyviä hedelmöittymään, syömään karkearehua sekä huolehtimaan jälkeläisistään. Jakkia käytetään korkealla vuoristossa kuljetukseen, maidon-, karvan- ja lihantuotantoon. Mithun on kesyä pihvikarjaa muistuttava märehtijä, jota käytetään morsiuslahjana, vaihtovälineenä, uhrieläimenä ja herkkulihana. Se on vähenemässä.

#### Jo tehty työ

Kansainvälistä toimintaa eläingeenivarojen säilyttämiseksi harjoitetaan erityisesti FAO, joka viime vuosina on ollut yhteistyössä YK:n ympäristönsuojelujärjestön (UNEP) kanssa.

Tri Mason'in esityksestä kävi ilmi, että järjestöjen yhteisen ohjelman puitteissa on viiden viime vuoden aikana ehditty tehdä mm. seuraavaa:

- katsaus Välimeren alueen supistuviin lammasrotuihin 1978
- asiantuntijaneuvottelu Välimeren alueen karjan ja lampaiden hyväksikäytöstä risteytysjalostuksessa 1977
- asiantuntijaneuvottelu trypanonkestävästä karjasta Länsi-Afrikassa, Rooma 1977
- asiantuntijaneuvottelu kotieläingenivaroista latinalaisessa Amerikassa, 1978
- katsaus sikiäviin trooppisiin lammasrotuihin, joita voitaisiin käyttää lämpimien maiden lammasrotujen sikiävyyden lisäämiseen pilaamatta samalla näiden sopeutuneisuutta ilmasto-oloihin. Rotujen säilyttämistä sekä sikiävyyden ja lihantuotantokyvyn jalostamista pidetään tärkeänä, samoin niiden vertailukeskusten perustamista.
- katsaus Afganistanin, Iranin ja Turkin lammasrotuihin, jotka yleensä ovat hyvin sopeutuneet marginaalisiin ekosysteemeihinsä heikoilla vuoristolaitumilla.
- asiantuntijaneuvottelu v. 1978 lypsykarjan jalostuksesta kosteassa tropiikissa.
- erikoiskarjojen inventointi.

Tri Trail kertoi v. 1974 perustetun Afrikan Kansainvälisen Kotieläinkeskuksen toiminnasta, joka on keskittynyt lähinnä trypanonkestävän karjan käytön ja mahdollisuuksien selvittämiseen sekä sahiwal-nautarodun mahdollisuuksien arviointiin Afrikan maidon- ja lihantuotannon kehittämisessä.

Aasian ja Oseanian Jalostustutkimuksen Edistämisseuran toiminnasta eläingenivarojen säilyttämiseksi kertoi tri Barker Australiasta. Tämä tutkijoiden vapaa järjestö asetti asiaa varten v. 1977 asiantuntijakomitean, jossa on edustajia mm. Australiasta, Intiasta ja Japanista. Komitea on katsonut ensimmäiseksi tehtäväkseen kerätä mahdollisimman yhtenäistä tietoa alueen kotieläinroduista ja tutkimustarpeista:

- tunnistaa aukot tiedoissa ja alueissa, joilla tutkimus-  
ponnistuksia on tehostettava
- kirjata kunnolla paikallis- ja maatiaiskantojen tuotanto-  
kyky ja arvioida niiden sopeutuneisuus erityisiin ilmasto-  
sekä hoito- ja tuotantojärjestelmiin
- varmistaa, ettei sellaisia paikalliskantoja syrjäytetä  
niinsanottujen "jalostettujen rotujen" tieltä ennen kuin  
niiden nykyinen ja mahdollinen arvo tunnetaan
- saattaa tutkijoiden tietoon näitä kiinnostavilta alueilta  
käytettävissä olevan tiedon määrä ja siten minimoida kallii-  
den pitkäaikaisten tutkimusten toistovaara
- auttaa suunnittelijoita ja hallintoväkeä tekemään järkeviä  
ratkaisuja kansallisten ja kansainvälisten kehitysohjelmien  
suhteen ja siten maksimoida kotieläinten tuotantokyvyn paran-  
tamisnopeus alueella.

Syksyllä 1979 pidetyssä työkokouksessa eri maiden edustajat esittivät käytettävissä olevia tietoja maidensa roduista, ja työryhmät suunnittelivat yhtenäisiä tietojenkeruulomakkeita eri eläinlajien rotuja varten. Monet maatiaiskannat näyttävät olevan vaarassa laimentua perinnöllisesti ja menettää geenejä rajoittamattoman ulkomaisilla roduilla risteyttämisen vuoksi. Käytettävissä olevat tosiasiat osoittavat selvästi, ettei tyytyväiselle uneliaisuudelle ole tilaa ja että toimenpiteitä tarvitaan kiireellisesti.

Asiantuntijakomitea pyrkii myös valmistamaan luettelon vaikutusalueellaan olevista organisaatioista, laitoksista ja muista elimistä, joilla on tekemistä eläingeenivarojen tai kotieläinjalostuksen kanssa, sekä tutkii tietokonepohjaisen kirjaston kehittämistä alueen eläingeenivaroja koskevasta aineistosta.

Pohjoismaissa tehtyä työtä selosti allekirjoittanut, ensin erikseen kunkin maan osalta ja sitten yhteisiä yrityksiä. Suomessa huoli geenistön häviämisestä heräsi 1960-luvulla

munijakanojen ns. hybridijalostuksen alettua. Helsingissä järjestetyssä Euroopan kotieläintutkijain kongressissa v. 1969 pidin esitelmän eläingenien säilyttämisen tarpeesta ja menetelmistä. Suomen Akatemia asetti v. 1973 YK:n ympäristösuojelukonferenssin suosituksesta työryhmän kartoittamaan tilannetta myös kotieläinten osalta. Työryhmä antoi-kin eräitä suosituksia toimenpiteiksi. V. 1975 MTTK ja Suomen Kotieläinjalostusyhdistys tekivät sopimuksen eräiden valtion koulutilojen kanssa suomenkarjan säilyttämisestä niillä toistaiseksi.

Tanskaan perustettiin v. 1971 spermapankit kolmelle nautarodulle. V. 1973 perustettiin kaksi 20 karjun ja 20 emakon kontrollilinjaa tanskalaiselle maatiaissialle. Tanskalaisen mustankirjavan maatiaissian, jota v. 1978 oli jäljellä 200 emakkoa, pelastamiseksi ei ole tehty mitään.

Islannissa useimmat eläinkannat ovat säilyneet eristettyinä maan asutuksesta lähtien yli 1000 vuotta. Paikallisen vuohikannan, joka on supistunut 200 yksilöön, säilyttämiseksi on annettu taloudellista tukea. Maatalouden tutkimuslaitos ryhtyi v. 1974 toimiin vanhan värillisen kanakannan pelastamiseksi, keräämällä munia ja kanoja maan eri puolilta, mutta kannan säilyttäminen aiheuttaa ongelmia, koska sitä varten ei ole erityisvaroja.

Norjassa on perustettu spermapankit kolmelle maatiaiskarjarodulle ja kontrollilinja maan pääkarjarodulle NRF:lle, palvelen myös geenipankkina. Munijakanoille on perustettu kansalliseen aineistoon perustuva, geenipankkina toimiva kontrollilinja, minkä lisäksi on pohjoismaiden yhteinen kontrollilinja.

Ruotsissa on erityinen komitea juuri tutkinut kotieläingeni-varoja. Tänä vuonna valmistuneessa mietinnössä todetaan gotlanninponin, parin karjarodun, kolmen lammasrodun, yhden vuohirodun, yhden ankkarodun ja kahden hanhirodun, jotka ovat maassa kauan olleita, vaativan säilytystoimia. Munijakanoilla

on v. 1969 perustettu, kaupallisiin hybrideihin perustuva pohjoismainen kontrollilinja geenipankkina. Komitea ehdottaa geenipankin perustamista maataloushallituksen alaiseksi yksiköksi, jolle olisi annettava tieteelliset ja rahalliset voimavarat kotieläinten perinnöllisen muuntelun säilyttämiseen sekä uhanalaisten kantojen että tällä hetkellä käytössä olevien rotujen osalta tulevaisuuden varalta.

Pohjoismaiden yhteiset ponnistelut alkoivat v. 1973 ympäristönsuojelun pohjoismaisen kontaktielimen aloitteesta. Pohjoismaiden ministerineuvosto päätti rahoittaa geenipankkisymposiumin, joka pidettiin Suomessa v. 1978 myös kotieläimiä koskevana. Joulukuussa 1979 ministerineuvosto päätti myöntää vuodeksi 1980 määrärahan pohjoismaiselle työryhmälle, jonka tehtävänä on valmistaa suunnitelma Pohjoismaiden säilytystoimien järjestämiseksi ja koordinoimiseksi. Työryhmä on jo koottu ja aloittanut työnsä.

Kansallisista ohjelmista herätti erityistä huomiota Englannin "Rare Breeds Survival Trust" (harvinaisten rotujen eloonjääntihuolto), joka on asianharrastajien toimesta v. 1973 perustettu hyväntekeväisyysseura. Sitä johtaa valittu neuvosto, ja periaatteiden toteuttamista ohjaa tekninen neuvoja. Tämä pitää yllä tietopankkia, edistää uusien jalostusyksiköiden luomista, antaa neuvoja kotieläinten hoidosta ja jalostuksesta sekä koordinoi järjestön ohjelmia.

Englannissa on 52 "harvinaista" isojen kotieläinten rotua, joista 45 järjestö on ottanut huollettavakseen tiettyjen, rotujen eläinlukuun ja perinnölliseen arvoon perustuvien kriteerien mukaan. Huollettavien rotujen lista tarkistetaan määräjain ja siitä poistetaan rotuja, jotka näyttävät varmistuneen säilymisensä, ja tilalle otetaan vaaravyöhykkeeseen joutuneita uusia rotuja. Periaatteena on säilyttää nimenomaan rotuja eikä geeniaainesta sekapopulaatioiden muodossa.

V. 1974 järjestö kartoitti Englannin karjarodut ja niiden eläinkantojen suuruudet. Kartoitus uudistettiin v. 1979 ja tullaan tekemään kolmen vuoden väliajoin. Kartoitusten tulokset syötetään teknisen neuvojan ylläpitämään tietopankkiin, jonka tukena on Readingin yliopiston tietokone, jolla voidaan analysoida uhanalaisten rotujen sukurakenne.

Uhanalaisten rotujen säilymisen varmistamiseksi sovelletaan erilaisia toimenpiteitä. Järjestön rotukiihokeohjelma antaa taloudellista tukea jalostajille ja rotuyhdistyksille puhdasjalostuksen toteuttamiseksi, suuremman urosmäärän säilyttämiseksi eri suvuista sekä kantakirjojen julkaisemiseksi. Pitkän ajan varmistustoimena spermapankki (tulevaisuudessa toivottavasti alkio pankki) säilyttää läpileikkauksen rodun genotyypistä.

Uusien jalostusyksiköiden luominen on hidasta, mutta välttämätöntä rodun hyvinvoinnille. Jopa rotu, joka ei lukumääräisesti ole vakavassa vaarassa, voi olla vaarassa, jos sitä on vain hyvin harvoissa yksiköissä. On tärkeätä perustaa uhanalaisten rotujen pieniä yksiköjä suosittujen rotujen suurten yksiköiden yhteyteen, sillä täten kasvaa mahdollisuus saada tarkkailutuloksia uhanalaisen rodun täsmälliseen arvosteluun.

Järjestön jäsenet pääsevät osallisiksi neuvontapalveluista. Isot yksiköt ja hyväksytyt keskuksat saavat neuvontaa yksilöllisesti, mutta pienten yksiköiden omistajille järjestetään työkokouksia alkeisohjeiden antamiseksi. Neuvonta koskee jalostusohjelmia ja hoitomenetelmiä. Lisäksi järjestetään teknisiä kokouksia, tieteellisiä seminaareja jne., joissa keskustellaan perintöaineksen säilytysstrategioista.

Julkisuus on näytellyt tärkeää osaa toiminnan menestymisessä. V. 1974 julkaistiin ensimmäinen kuukausilehden, Arkin, numero. Lehti antaa jäsenille arvokkaan foorumin näkökohtien ilmaisuille, järjestön tekemän työn selostuksille ja teknisen neuvojan ohjeille. Vuotuinen näyttely- ja myyntitilaisuus on tärkeä



edistämistäpahtuma, jossa jalostajat voivat tavata toisiaan, saada uutta jalostuseläinainesta ja arvioida eläintensä suhteellista laatua.

Tulevaisuutta ajatellen on nähty välttämättömäksi ylläpitää jatkuvaa ja valpasta valvontaa sen varmistamiseksi, ettei jalostajien luonnollinen halu muuttaa ja "jalostaa" karjaansa johda tyyppin muutokseen tai perinnöllisen muuntelun vähenemiseen uhanalaisessa rodussa. Toisena ongelmana on, ettei järjestön voimavaroja suunnata pois alkuperäisestä perinnöllisen säilyttämisen tarkoituksesta, kun jäsenmäärä kasvaa ja asettaa omia vaatimuksiaan omaksi hyödykseen. Näiden tavoitteiden läpiviemiseksi on pantu käyntiin ohjelma, johon sisältyy maidon valkuaistyyppien tutkimusta, kromosomianalyysyjä, käyttäytymistutkimusta, syntymävikojen ja poikimisen helppouden tutkimusta.

Bulgariassa (tohtorit T. Hinkovski ja A. Alexiev) annetaan taloudellisia kiihokkeita säilytykseen suorina avustuksina. Eläintä kohti annettu avustus vastaa maan tuottavimman rodun yhden eläimen antamaa nettotuloa. Avustuksia annetaan erityisesti rekisteröidyille karjoille. Säilytystoimet kohdistetaan kaikkiin uhanalaisiin rotuihin, koska rotuja ei voida jakaa "arvokkaisiin" ja "vähemmän arvokkaisiin" vertailuperusteiden jatkuvan muuttumisen takia.

Intiassa (tri P.N. Bhat) löytyy jatkuvasti uusia alkuperäisrotuja, joista jotkut viihtyvät metsälaitumilla ja omaavat erityisominaisuuksia. Säilyttäminen on toistaiseksi saanut niukanlaisesti tukea, lukuunottamatta harvinaisia uhanalaisia villejä lajeja kuten leijonia ja krokotiilejä. Eläingeenivarojen säilyttämisen tarve on nyttemmin selvinnyt. Sitä varten perustetun Eläingeenivarojen Kansallisen Toimiston tehtävät ovat seuraavat:

- (1)Arvioida kotieläinrotujen arvo.
- (2) Kannustaa eri rotujen jalostusohjelmia ja antaa niille riittävää rahallista ja teknistä tukea.

- (3) Ryhtyä toimenpiteisiin geeniaineksen säilyttämiseksi sekä elävinä eläiminä että pakastetun sperman ja alkioiden pankkeina.
- (4) Tehdä kartoitustyötä äskettäin löydettyjen tai häviämisaarassa olevien rotujen ansioiden ja ominaisuuksien arvioimiseksi.
- (5) Suorittaa eläinten perintöaineksen järjestelmällistä luettelointia sekä perustaa eläingenivarvoja koskeva tietopankki ja -palvelu.
- (6) Maan tärkeistä karja- ja siipikarjan maatiaisroduista koostuvien, säilytystarkoituksiin arvokkaiden karjojen tai laumojen tunnistaminen, arviointi ja luettelointi.
- (7) Luoda arviointiperusteet ja tunnusluvut perinnöllisesti arvokkaiden tai säilyttämisen arvoisten eläinten ja karjojen tunnistamiseksi.
- (8) Asianmukaisen tiedon kirjaaminen karjojen ja laumojen tunnistamiseksi tietokoneen luettavissa olevaan muotoon.
- (9) Arvokkaan eläingeniaineksen tunnistamiseksi suoritettujen kartoitusten antaman tiedon käsittely.
- (10) Tiedon levittäminen vakuuttavasti, jotta yksityiset ja toimistot voisivat käyttää sitä käytettävissä olevien eläingenivarojen suhteen.
- (11) Kansallisen ja kansainvälisen yhteysverkoston ylläpito samanlaista työtä tekevien elinten kanssa.
- (12) Rahallisen avun antaminen yliopistoille, laitoksille, hallituksille ja yksityisille tiloille, joissa sellaisen arvokkaan perintöaineeksen ylläpitoa pidetään toivottavana.
- (13) Maassa ylläpidetyn, karjojen ja laumojen kokonaisohjelman seuranta.

Kansallisen toimiston ohella on perustettu kansallisia tutkimuskeskuksia harvinaisten, taloudellisesti tärkeiden eläinlajien tutkimiseksi. Myös pienipanosiseen maatalouteen soveltuvien genotyyppien tunnistamiseksi tehdään työtä.

Toimisto toimii eri elinten tietokeskuksena ja tukee niitä häviämisaarassa olevien harvinaisten eläinlajien ylläpidossa.

Siellä, missä tietoa ei ole tai se on niukkaa, toimisto auttaa perustamaan karjoja tai laumoja rotujen tai linjojen arvointitarkoituksiin.

Ranskassa (J.M. Devillard, J. Bougler ja J.M. Duplan) alkoi kotieläinrotujen säilyttämisajatus voimistua 1960-luvun puolivälissä, ja maatalousministeriö alkoi tukea toimintaa 1968. Tällä hetkellä tukea annetaan 15 rodun säilytysohjelmille yhteensä noin 0.5 miljoonan frangin edestä vuodessa, mikä on 0.5 % eläinjalostuksen tukemiseen annetuista määrärahoista. Lisäksi ministeriö tukee siipikarjatalouden keskusseuran välityksellä 21 siipikarjarodun ja 17 kanirodun säilyttämistä. Myös etnoeläinhoidollinen seura, joka on perustettu 1971, edistää rotujen säilyttämistä. Ranskassa pidetään tärkeänä säilyttää eläviä eläimiä omissa ympäristöissään, jotta niiden ominaisuuksia ja sopeutuvuutta voitaisiin jatkuvasti seurata. Pakastettujen alkioiden säilyttämistä ei pidetä riittävänä, vaikka se tulisi käytännössä mahdolliseksi. Tähänastiset säilytystoimet ovat olleet suurimmaksi osaksi tuloksellisia.

Indonesia (L. Daryadi) sisältää yli 13000 saarta, joilla on lukuisasti toisistaan eristettyjä eläinryhmiä ja siten rikas perinnöllinen muuntelu. Säilyttämällä eläingenivaransa maa voi suuresti palvella ihmisten hyvinvointia erityisesti trooppikissa. Merkitystä muiden alueiden ihmisille voi olla esim. bantengeilla, villisioilla, villedillä kanoilla ja hirvilajeilla. Indonesian hallitus on hiljattain alkanut perustaa eläinlajeja säilyttävää luonnonpuistoverkostoa, joka täydellisenä tulee kattamaan 5 % maan maapinta-alasta.

Espanjassa (F. Orozco ja J.L. Campo) aloitti maataloustutkimuksen kansallisen laitoksen eläingenetiikan laitos v. 1975 espanjalaisten kanarotujen säilytysohjelman.

Hollannissa (L.P. Arendz) on "Harvinaisten Rotujen Säätiö", joka mm. on palkannut päätoimisen konsulentin, antaa neuvoja

yksityisille jalostajille ja järjestöille, tekee mainosta (TV, radio, lehdet, koulut) harvinaisten rotujen säilyttämistarpeesta, edistää rotuyhdistysten perustamista harvinaisille roduille, huolehtii sperman pakastamisesta näiden urokista säilytystarkoituksiin, edistää veriryhmätutkimusta, perustaa eläinpuistoja, kartoittaa harvinaisia rotuja ja innostaa harrastejalostajia.

Unkarissa (I. Bodo) eläingenivarojen säilytys tapahtuu kotieläintuotannon kansallisen tarkastuslaitoksen johtaman virallisen ohjelman avulla.

Italiassa (G. Rognoni) kansallinen tutkimusneuvosto aloitti v. 1976 marginaalimaa-alueiden rotujen tutkimuksen edistämistä ja koordinoitiohjelman terveen pohjan luomiseksi paikallisrotujen säilytykselle, jalostukselle ja kaupalliselle risteyttämiseksi. On todettu, että marginaalimaa-alueiden hyödyntäminen tapahtuu parhaiten paikallisten kotieläinrotujen avulla. Maatalousministeriö on ehdottanut kahta menettelytapaa:

- (1) hyvin pieniä, vähentyneitä rotuja olisi kerättävä valtion tiloilla sijaitseviin erityisiin säilytyskarjoihin, ja
- (2) rotuja, joista vielä on jäljellä enemmän eläimiä ja jotka vielä näyttävät taloudellista osaa, olisi pidettävä yllä jalostajille annettavin sopivin avustuksin, jotka peittävät paikallisrotujen heikomman tuotantokyvyn verrattuna erikoistuneiden rotujen risteytyksiin.

Aasiasta oli kolmen edellä mainitun lisäksi kolme raporttia (Pakistan, Sri Lanka ja Turkki). Turkissa ovat kansallinen tutkimusneuvosto, luonnonsäilytysliitto, yliopistot ja valtio tehneet epävirallisen sopimuksen maan eläingenivarojen säilyttämisestä.

Kuudesta afrikkalaisesta esityksestä (Etiopia, Kenia, Marokko, Niger, Nigeria, Ruanda) ilmeni, että maanosassa on vielä runsaasti jäljellä paikallisia, olosuhteisiin sopeutuneita koti-

eläinrotuja ja että niiden säilyttämiseen ja kehittämiseen on herätty. Niiden lukumääriä ja ominaisuuksia kartoitetaan monissa maissa, osittain yhteisin suunnitelmin ja toimin. Teknistä asiantuntija-apua kaivataan.

Etelä-Amerikasta oli kaksi raporttia (Argentiina ja Colombia), jotka osoittivat kiinnostuksen paikallisrotujen kartoitukseen ja talteenottamiseen heränneen sielläkin.

### Säilyttämisen tarve

Tri P.J. Van Soest (USA) kertoi syömiskäyttäytymisen ja ruoansulatuskapasiteetin vaikutuksesta ravinnonsaantiin. Kasvin-syöjäeläinten ruoansulatuksen tehokkuuden määrää ruoansulatuskanavan suhteellinen kapasiteetti ja eläimen tarve. Ruoansulatuskanavan tilavuus on suhteessa elopainon korkeampaan potentssiin (0.9-1.1) kuin eläimen tarpeet (0.75), joten pienemmillä eläimillä on suhteellisesti pienempi ruoansulatuskanava tarpeisiin verrattuna. Ero voidaan kuitenkin korvata ravinnon läpikulkunopeudella ja ravinnonvalinnalla. Eri eläinlajit ovat perinnöllisesti mukautuneet erilaisille ravinnoille. Märehtijöiden mukautuminen on kahdenlaista: käyttökelpoisen energian irtioton maksimointi rehun syöntimäärän kustannuksella tai valikoiva syöminen syöntiajan kustannuksella. Edellinen vastaa laiduneläintä, jälkimmäinen versonsyöjää. Edellisillä ovat perinnölliseen muunteluun vaikuttavina tekijöinä ruumiin koko ja ruoansulatuskanavan tilavuus, jälkimmäisillä suunosat, oppimiskyky, ketteryys ja/tai ruoansulatuksellinen sopeutuminen. Lajien sisälläkin on yksilöllistä muuntelua, joka ruokintakoikeissa on pyritty eliminoimaan, niin että tulokset ovat muodostuneet harhaanjohtaviksi.

Tri A.H. Osman (Sudan) puhui erilaisten ympäristöjen vaatimista erilaisista perinnöllisistä tyypeistä. Ongelma on tullut ilmeiseksi, kun tropiikin heikosti tuottavia, mutta ilmastoon sopeutuneita rotuja on pyritty korvaamaan kehittyneiden maiden tuotantokykyisemmillä roduilla. Kotimaisten rotujen

perinnöllinen parantaminen on jäänyt vähemmälle huomiolle. Keski- ja Lähi-Idän kuivissa olosuhteissa kotieläintalous on pääasiassa paimentolaistaloutta. Jotkut näihin oloihin mukautuneista eläinroduista pystyvät reagoimaan positiivisesti parantuneisiin ympäristöoloihin. Niissä on myös runsaasti rodunsisäistä muuntelua, jonka pohjalta niitä voidaan kehittää.

Prof. J.C. Bowman (Englanti) tarkasteli tulevaisuuden asettamia vaatimuksia kotieläinten kehittämiseksi. Jalostajan olisi tunnettava tulevat tuotanto- ja markkinointiolosuhteet 10-20 vuotta eteenpäin. Kokemuksesta tiedetään, että muutoksia tulee tapahtumaan, mutta koska niiden suuntaa on vaikea ennustaa, on jalostusohjelmat tehtävä joustaviksi. On hyvin epätodennäköistä, että yksi eläintyyppi kustakin eläinlajista tulee olemaan yleisesti sopiva tai optimaalinen. Sen vuoksi on tärkeätä säilyttää nyt olemassa olevaa muuntelua, vaikka joillakin eläinkannoilla ei olisikaan välitöntä kaupallista arvoa.

Rodunjalostuksessa on muutoksen nopeus yleensä vain 1-2 % vuodessa, mikä ei todennäköisesti aina tule riittämään olosuhteiden muutoksiin mukautumiseen. Paljon parempi joustavuus saadaan, jos käytettävissä on monia, erilaisin ominaisuuksin varustettuja rotuja, jolloin perinnöllinen muutos aikayksikössä on saatavissa suureksi. Muutoksen nopeutta voidaan lisätä perintöaineksen uuden aikaisten säilytys- ja monistamistekniikoiden avulla.

Tulevaisuutta ajatellen on syytä tutkia uusia jalostusvaihtoehtoja kuten kaksossynnytyksiä lehmillä, parempaa syöntihalua useimmilla eläinlajeilla, ruhon ja kudosten koostumuksen muutoksia lihaeläimillä sekä kykyä tulla toimeen laadultaan vaihtelevalla tai heikolla ravinnolla kaikilla eläinlajeilla. Kaikissa eläinpopulaatioissa on poikkeuksellisia yksilöitä, joita on syytä etsiä ja monistaa uusien tekniikoiden avulla. Myös nykyisten villien eläinlajien kesyttä-

minen tyydyttämään uusia markkinatarpeita voi olla halvempaa ja nopeampaa kuin nykyisten kotieläinten muuttaminen valinnan avulla.

Tri J.M. Rendel (Australia) tarkasteli kotieläinten mukautumiskykyä ympäristöihinsä. On paljon ankaria ympäristöoloja, joissa paikallisten sopeutuneiden genotyyppien säilyttäminen järjestelmällistä risteyttämistä varten suurituottoisten rotujen kanssa on tärkeätä, jotta näiden tuotantokyky voitaisiin yhdistää paikallisrodun mukautuneisuuteen ympäristöön. Toivottavia mukautumisluokkia on ainakin neljä: (1) mukautuminen paikalliseen ilmastoon, (2) mukautuminen paikallisiin tauteihin, (3) mukautuminen erityisiin taudinaiheuttajan ja eläimen genotyyppin yhdys- ja vuorovaikutuksiin, sekä (4) mukautuminen hoitomenetelmiin ja tuotantotyyppeihin. Vastustuskyky tauteihin voidaan aikaansaada valinnan avulla, mutta hitaasti; risteytyseläimillä on usein riittävä vastustuskyky ilman jatkuvaa valintaa.

Tri T.C. Cartwright (USA) vertaili voimaperäisten ja laajaperäisten kotieläintuotantojärjestelmien tehokkuutta. Edellisessä käytetään pääasiassa viljeltyjä ja korjattuja rehuja, jälkimmäisessä viljelemättömiä, jotka eläimet itse korjaavat. Hyvin hoidetut laajaperäiset järjestelmät voivat olla hyvin kilpailukykyisiä taloudellisesti voimaperäisten järjestelmien kanssa, jos viljelyn, korjuun ja säilytyksen aiheuttamat kustannukset otetaan huomioon. Molempia järjestelmiä tarvitaan, ja ne riippuvat usein toisistaan. Eri tuotantotyyppeihin tarvitaan erilaisin ominaisuuksin varustettuja rotuja. Kunkin tuotantotyyppin sisällä on siksi suuria perinnöllisyyden ja ympäristön yhdysvaikutuksia, että tarvitaan kuhunkin ekovyöhykkeeseen ja tuotantojärjestelmään yksi tai useampia rotuja. Geenien tuonnissa ja heteroosin aikaansaamisessa on panostettava enemmän (1) olemassaolevien rotujen objektiiviseen arviointiin, (2) siemen- ja munasolupankkien sekä muiden geenien säilytys- ja siirtomenetelmien luomiseen, (3) rotutyyppien

arviointiin erityistarkoituksia varten, (4) niiden arviointiin yleiskäyttöä varten, (5) uusien rotujen kehittämiseen paikallisrotujen pohjalta erityisiä olosuhteita varten, sekä (6) niiden luomiseen erityistarkoituksia varten.

### Muuntelun supistumisen syyt

Tri O.W. Deaton (Costa Rica) puhui paikallisrotujen häviämistä, lähinnä Keski- ja Etelä-Amerikan lehmien osalta. Niiden eläinluvut trooppisessa Amerikassa ovat kovasti pienentyneet mm. seuraavista syistä: (1) tuontieläinten käyttö katsotaan "edistykseksi", (2) luullaan, että paremmissa olosuhteissa saavutetut tulokset periytyvät, (3) luuloa pidetään yllä erilaisella propagandalla ja näyttelytoiminnalla, (4) heterosihyötyä ensimmäisessä risteytyspolvessa luullaan periytyväksi, (5) pienkarjanomistajat seuraavat suuromistajien ja harrastelijöiden esimerkkiä, vaikka näillä ei ole oikeita käsitteitä ominaisuuksien arvostelusta ja periytymisestä.

Tri J.W.B. King (Englanti) tarkasteli geenistön tyhjentymistä erikoistuneissa roduissa. Hän totesi valintaedistykseen noudattavan vähenevän tuoton lakia perinnöllisen muuntelun supistumisen johdosta. Laboratorioeläinkokeiden mukaan on perinnöllisen muuntelun supistuminen huomattavasti nopeampaa kuin teorian pohjalta on odotettavissa. Jotkut väittävät edistymisen kanojen munantuotannossa jo loppuneen, kun taas jotkut jalostajat väittävät sen jatkuvan lähes entisellä nopeudella. Totuus lienee puolivälissä. Parhaiden näkymien varmistamiseksi pitkän ajan jalostuksellista edistymistä varten ovat seuraavat tarpeet nähtävissä:

- joidenkin rotupopulaatioiden jalostuksen jatkaminen lievää valintaa ja suuria eläinmääriä käyttäen mahdollisimman pitkään jatkuvan edistymisen varmistamiseksi
- vain yhteen tai hyvin harvoin ominaisuuksiin kohdistuvan valinnan välttäminen
- useampien kontrollipopulaatioiden käyttöönotto, jotta nähtäisiin, väheneekö edistyminen ja milloin, sekä jotta voitai-



siin mitata muutokset muissa ominaisuuksissa ja jotka voisivat toimia varapopulaatioina tarpeen tullen. Pakastustekniikan mukana tämä tulee taloudellisesti mahdolliseksi - säilytettyjen populaatiovaihtoehtojen ominaisuuksien luonnehdinta, jotta tiedettäisiin, mitä erityisetuja tai -haittoja milläkin on eri olosuhteissa.

Tri M. Braend (Norja) esitteli verityyppien käyttöä perinnöllisen muuntelun mittaamisessa ja valinta-apuna. Eri tekniikoita käyttäen määritettävissä olevia "verityyppejä" on niin paljon, ettei kahdella naudalla, identtisiä kaksosia lukuunottamatta, voi olla täysin samaa verityyppiä. Verityyppigeenien suhteellisiä tiheyksiä voidaan käyttää mm. rotujen kehityshistorian ja keskinäisten sukulaisuuksien selvittämiseen.

Tri Y. Yamada (Japani) tarkasteli paritusjärjestelmien merkitystä eläingenivarojen säilyttämisessä. Pieniä populaatioita säilytettäessä on eräs tärkeimmistä ongelmista sukusiitoksen ja sen seurausten välttäminen. Tietokoneella tehty simulointitutkimus antoi mm. seuraavat tulokset:

- geenien häviämisaara vähenee, jos populaatio jaetaan useihin alalinjoihin; mitä useampia linjoja, sitä parempi
- kunkin uros x naaras-parin jälkeläisluvun pitäminen samana kuin muidenkin auttaa tulemaan toimeen pienemmällä populaatiolla, verrattuna siihen, että jälkeläisluku vaihtelee
- alalinjojen ajoittainen yhdistäminen hillitsee huomattavasti sukusiitoksen lisääntymistä.

#### Miten säilytetään

Prof. E.P. Cunningham (Irlanti) tarkasteli tarkkailu-, arvostelu- ja valintamenetelmiä epäedullisissa ympäristöissä. Monissa kehitysmaissa jalostusolosuhteet ovat hankalat kahdessa suhteessa: (1) eläinten tuotoksia rajoittavat monet tekijät kuten ilmasto, ravitseminen, terveys, hoitokäytäntö tai näiden yhdistelmät, (2) jalostusohjelmia tukevat perusrakennelmat

puuttuvat osittain tai kokonaan. Kustannusongelmat, lukutaidottomuus, yhteydenpitovaikkeudet ja taloudellinen turvattomuus voivat estää ohjelmien toteuttamisen. Vaihtoehtoisia menetelmiä näissä oloissa ovat:

- (1) Paikallisrodun parantaminen puhdasvalinnalla.
- (2) Jatkuva risteyttäminen ulkomaisella rodulla.
- (3) Synteettisen rodun muodostaminen kotimaisesta ja ulkomaisesta rodusta suunnitelluin geeniosuuksin.
- (4) Kiertoristeytys, jossa pyritään säilyttämään paljon erisiinnöksisyyttä ja samalla saavuttamaan tietyt geeniosuudet.
- (5) Jatkuva risteytys  $F_1$ -uroksilla.

Menetelmän valinta edellyttää, että selvitetään heteroosin, rotujen välisten erojen sekä rotujen ja ympäristön yhdysvaikutuksen merkitys. Samoin on tärkeätä, että kehitetään avoimia ydinjalostusyksiköjä paikallisrotujen sisälle mahdollisimman pienin perusrakennevaatimuksin. Näitä käytettäisiin risteytysohjelmien osina tai parantamassa paikallisrodun kilpailukykyä tulevaisuudessa.

Tri C. Polge (Englanti) esitteli uusia biologisia tekniikoita eläinvarojen säilytykseen. Pakastetun sperman käyttö on mahdollista jo useimmilla kotieläinlajeilla. Siementä voidaan tarvittaessa ottaa sähköärsytyksen avulla tai keräämällä sitä lisäkiveksistä teurastuksen jälkeen. Siemen voidaan viedä naaraan kohtuun kirurgisesti, jos se ei muuten onnistu. Kiimo- ja ovulaatioita voidaan seurata tai aiheuttaa eri menetelmin keinosiemennystä varten. Naaraan sukusoluja tai alkioita hankittaessa voidaan käyttää superovulaatiota, kerätä munia lisääntymiselimistä ja siirtää toisten naaraiden kohtuihin. Munasoluja on menestyksellisesti siirretty naudalla, lampaalla, vuohilla, sioilla ja hevosilla. Superovulaatio ja alkionsiirto antavat mahdollisuuden harvinaisten rotujen nopeampaan lisäämiseen niin kauan kuin on käytettävissä saman eläinlajin yksilöitä vastaanottajina. Munasoluja saadaan paitsi superovulaation avulla myös keräämällä suoraan munasarjan follikkeleista. Alkioiden pitkän ajan säilytykseen on useilla eläin-

lajeilla kehitetty pakastus- ja säilytysmenetelmät, ainakin naudalla, lampaalla ja vuohella.

Tulevaisuudessa saattaa tulla kysymykseen kloonaus tumansiirron avulla. Imettäväsillä se ei vielä ole onnistunut, mutta sen sijaan on saatu aikaan identtisiä kaksosia yksinkertaisista alkioista jakamalla ne mikromanipulaatiolla aikaisessa kehitysvaiheessa. Menetelmää on sovellettu jo nautaan, lampaiisiin, sikoihin ja hevosiin.

Epäilemättä on biologisia tekniikoita syytä käyttää eläinvarojen säilytykseen. Säilytys juoksevassa työssä 196 asteen pakkasessa antaa vakaat olosuhteet pitkän ajan säilytykselle. Spermaa on jo säilytetty 30 vuotta ja alkioita 7 vuotta. Suurin uhka perinnölliselle pysyvyydelle on pitkäaikainen alttiinaolo normaalille säteilylle. Hiiri-alkioilla saatujen kokemusten perusteella ei perinnöllisiä vaurioita ole odotettavissa ainakaan 200 vuoteen.

Tri G.E. Joandet (Argentiina) pohti maidenvälisen yhteistyön mahdollisuuksia samansukuisten rotujen säilytyksessä. Tuotantojärjestelmien muuttumisen vuoksi olisi tärkeää säilyttää olemassaolevien rotujen ominaisuuksia ja muuntelua, mutta nopeat liikenne- ja kuljetusyhteydet toimivat säilytys suunnitelmia vastaan. Maiden välinen yhteistoiminta on elintärkeää eläinpopulaatioiden tunnistamiselle, arvostelulle ja säilytykselle, mutta on vaikeata ennustaa, tuleeko vaihtoa hyväksikäytössä tapahtumaan. Paikalliset, hyvin sopeutuneet rodut pysyvät epäilemättä kilpailemaan vieraiden rotujen kanssa niissä olosuhteissa, joissa ne on kehitetty, mutta niiden käyttö muissa näennäisesti samanlaisissa olosuhteissa voi aiheuttaa ongelmia. Tuotantojärjestelmä olisi tarkoin kuvattava ja määriteltävä ennen uuden perintöaineksen tuontia. Tietojen jakaminen on tärkeätä rotujen hyväksikäytölle. Sitä edistäisi tarkkailujärjestelmien vakiointi. Kansainväliset organisaatiot voisivat rohkaista kansallisia elimiä sellaiseen.

Tri C.G. Hickman (Kanada) esitteli jalostusohjelmia maatiaiskarjaroduille. Hän tuli laskelmiensa perusteella siihen johtopäätökseen, että monimutkaisimmat ja perusteellisimmat valintamenetelmät eivät ehkä tuota yhtä paljon kokonaisuhyötyä maalle kuin laajemmin käytetty, mutta yksinkertaisempi järjestelmä, koska hienompaa järjestelmää voidaan soveltaa liian pieneen osaan populaatiosta. Edistymisnopeus huipulla on pienempi, mutta hyödyn laajempi levikki nostaa maan keskituotosta enemmän. Keinosiemennys on joka tapauksessa suureksi avuksi.

### Geenivarojen hoito

Tri J.J. Lauvergne (Ranska) puhui isojen kotieläinten perinnöllisten kantojen säilytyksen ja hoidon organisoinnista, kiinnittäen aluksi huomiota rotujen inventointiin kansainvälisenä yhteistyönä sekä niiden häviämiskaavan arviointiin. Säilytys ja hoito voi olla joko passiivista tai aktiivista. Passiivisiin toimiin kuuluu mm. se, jos inventointi ja vaarojen arviointi herättää ihmisten tietoisuuden suojaustoimille suotuisaksi. Siten on jo pyrkimystä välttää vääräaikaista ulkomaisen karjan tuontia silloin, kun se ei ole perusteltua. Aktiivisiin toimiin kuuluvat eläinpuistojen ja säilytyskarjojen perustamiset sekä kotieläinten päästäminen irti autiosaarille. Lähempänä arkielämää ja maataloutta olevia aktiivisia menetelmiä ovat karjapitoseurojen avustaminen, jotka säilyttävät rotuja "harrastuksen vuoksi", mutta jotka välillisesti tekevät mahdolliseksi säilyttää populaatioita lama-alueilla, ja risteytyksissä tarvittavien, yhteiskunnalle käyttökelpoisten rotujen ylläpito.

Uudet biologiset tekniikat ovat yleensä johtaneet geenihäviöiden nopeutumiseen, mutta ne voisivat olla myös suureksi avuksi geenivarastojen suojelussa, jos tiedetään mitä halutaan säilyttää.

Tri R.D. Crawford (Kanada) tarkasteli siipikarjalle soveltuvien geenivarojen hoitomenetelmien organisaationäkökohtia. Tärkeä

varojen inventointi suoritetaan Kanadassa joka vuosi ja Yhdysvalloissa muutaman vuoden väliajoin. Australiassa on erityinen asiantuntijapaneeli tekemässä ensimmäistä inventointia. Se olisi tärkeää muissakin maissa. Koska kaupalliset jalostajat eivät voi suunnitella 10 vuotta pitempää aikaa eteenpäin, olisi julkisten toimistojen otettava tehtäväkseen munija- ja lihakanakantojen säilyttäminen kaukaisempiin tarpeisiin. Koska munasolujen ja sperman pitkäaikainen säilyttäminen pakastettuna ei ole vielä mahdollista, on siipikarja säilytettävä elävinä kantoina. Geenihäviöiden karttamiseksi sukupolven vaihdosten yhteydessä on uusi sukupolvi otettava silloin, kun edellisen sukupolven lisääntymiskyky on optimissaan, mikä useilla siipikarjalajeilla merkitsee vuotuista uudistusta. Kantaa uudistettaessa on tärkeitä säilyttää jokaiselta isältä poika ja jokaiselta emältä tytär. Keinosiemennys on tarpeen luonnonvalinnan välttämiseksi. Riittävä isien luku on tärkeä, sillä 25 isää ja 25 emää munijakanoilla johtaa yhtä pieneen sukusiitosasteen nousuun ja satunnaisten geenihäviöiden määrään kuin 20 isää ja 200 emää. Rotujen säilyttäminen puhtaina rotuina on suositeltavaa silloin, kun lähitulevaisuudessa on nähtävissä rodun omaamien erityisominaisuuksien tarve. Useiden rotujen tai linjojen yhdistäminen säilytystä varten on taloudellisin tapa, erityisesti pitkälle ajalle. Säilyttämiseen tarvitaan yhteiskunnan tukea ja monien maiden samanaikaisia ponnistuksia.

Prof. C. Novoa (Peru) kertoi kotoperäisten eläinlajien säilyttämisestä latinalaisessa Amerikassa. Näitä lajeja ovat laama, alpaka ja marsu sekä villeinä vikunja ja guanako. Laamaeläinten avulla voidaan hyödyntää korkeammalla vuoristossa olevia alueita kuin lampailla ja naudalla, aina yli 4000 metrin korkeuteen asti. Niiden säilymistä edistäisi niiden villantuotannon taloudellisten edellytysten parantaminen: pitkälle jalostettujen tuotteiden vienti raakavillan sijasta, käsityöteollisuuden kehittäminen, riittävien tuottajahintojen takaaminen, laatuluokittelun kehittäminen markkinoinnin edistämiseksi,

virallisen laatutarkkailun toteuttaminen, pientuottajaa suosivan markkinointiosuustoiminnan kehittäminen ja tutkimuksen ja neuvonnan tukeminen.

Marsut muuntavat muuten hyödytöntä ruohoa ja keittiöjätteitä biologisesti korkea-arvoiseksi proteiiniksi. Tuotanto on lähinnä kotitarvetuotantoa alle 100 eläimen yksiköissä ja sen sekä eläinkannan jatkuvuus näyttävät selviltä.

Tri I.L. Mason (Englanti ja FAO) tarkasteli harvinaisempien kotieläinlajien maataloudellisia mahdollisuuksia vanhassa maailmassa. Esityksen kohteina olivat aasi ja muuli, bali-karja, kameli, elefantti, gauri, gajaali, poro ja jakki sekä uusina ja mahdollisina kotieläiminä hirviantilooppi, keihäsantilooppi, myskihärkä ja saksanhirvi.

Tri J. Rendel (FAO) selosti eläingeenivarojen säilytyksen ja hoidon organisatorisia näkökohtia kansainvälisellä tasolla. FAO:n ja UNEP'in eläingeenivarojen ohjelma koskee eläinkantojen arvostelua, jalostusta, seurantaa, säilytystä ja tietojenjakoja kansallisella, alueellisella, alueiden välisellä ja maailman tasolla.

### Yleiskeskustelu

Loppukeskustelussa käsiteltiin lähinnä kolmea kysymystä:

(1) voidaanko säilytettäessä samalla myös harjoittaa jalostusta, (2) säilytettävien ominaisuuksien valinta, ja (3) säilytysmenetelmät. Tri J.W.B. King esitti erilaisia vaihtoehtoja ja niiden seurauksia ja edellytyksiä taulukon muodossa (liite 1), samoin tri J.M. Devillard eri säilytysmenetelmien etuja ja haittoja (liite 2).

### Suosituks

#### FAO:lle:

1. Sopivan koordinoituneen mekanismin luominen maailman kotieläingeenivarojen säilytykselle ja hoidolle kansallisella, alueelli-

sella ja kansainvälisellä tasolla seuraavin tehtäväaluein:

- (a) tukea ja neuvoa olemassaolevia toimintoja alalla sekä löytää keinoja yhteistoimintamallien antamiseen
- (b) innostaa toimintojen aloittamiseen alalla maissa, joissa niitä ei ennestään ole, mutta tarvitaan
- (c) antaa ylläkköitä alueellisten toimintojen ja laboratorioden perustamiseen alueellisten karjavarojen luettelointiseksi, arvostelemiseksi ja säilyttämiseksi
- (d) ylläyttää koulutusohjelmien kehittämiseen alueellisella tasolla eläingenivarojen säilytykseen ja hoitoon sopivien tekniikoiden opettamiseksi
- (e) edistää tutkimusta, joka koskee tautien vastustuskyvyn mekanismeja kehitysmaiden eläinkantojen keskuudessa
- (f) helpottaa perintöaineksen kansainvälistä vaihtoa rajoitettavien terveysesteiden tutkimusta.

2. Kansainvälisen, eläingenivarojen säilytystä ja hoitoa koskevan uutiskatsauksen valmistaminen ja jakelun järjestäminen yhdessä UNEP:in kanssa. Uutiskatsauksen tulisi sisältää tietoja koulutusohjelmista, tekniikoista, toiminnoista ja edistysaskeleista. Siinä pitäisi olla kirjeenvaihto-osasto ja sen pitäisi olla innostavan yhteistyön väline maailmanlaajuisella pohjalla.

3. Niiden aukkojen täyttäminen, joita on jäänyt FAO:n ja UNEP:in ohjelman esiintuomaan, kotieläinpopulaatioita ja niiden säilytystä koskevaan kiintoisaan tietoon joidenkin kysymysten ja maiden osalta.

4. Tutkia mahdollisuuksia perustaa yksi tai useampia keskuksia perintöaineksen säilytykselle ja pitkän ajan varastoinnille (geenipankkeja). Kukin geenipankki olisi suunniteltava, mikäli terveysnäkökohdat sallivat, palvelemaan usean maan muodostamaa aluetta sekä kaikkien kotieläinlajien siemenen, munasolujen ja alkuiden pitkäaikaista varastointia. Näihin selvityksiin olisi sisällytettävä alueellisten geenipankkien

perustamisen, ylläpidon ja käytön vaatimat koulutustarpeet, varastoidun perintöaineksen luonne (sijainti, laajuus jne.) ja valvonta (terveys ja turvallisuus) sekä olosuhteet ja seikat, jotka liittyvät varastoitavan aineksen valintaan ynnä sen luovuttamiseen ja uudistamiseen.

FAO:lle ja jäsenmaiden hallituksille:

1. FAO:n apu eläinvaroja koskevan tiedoston kehittämisessä jäsenmaihin ja niiden koordinointi alueellisella tasolla. Tässä yhteydessä olisi tutkittava:

(a) määritelmien, nimistön, tietojenkeruu- ja vertailujärjestelmien standardisoinnin kehittämistä

(b) varautumista avunantamiseen olemassaoleville alueellisille organisaatioille sekä välttämättömien uusien alueellisten organisaatioiden kehittämistä ja auttamista asiakirjajärjestelmien ylläpidossa

(c) kaksivaiheisen tiedostojärjestelmän kehittämistä

- aluksi korostaen rotupopulaatioiden eläinlukuja ja sukurakennetta sekä vähimmäistietoja tuotanto- ja sopeutumisoimainaisuuksista, mitkä tiedot voidaan kerätä pienin kustannuksin esim. vapaaehtoisten toimesta kussakin maassa

- jatkona kussakin maassa osana jalostusohjelman kehitystä tarkkailemalla laajemmin suorituksia ja sopeutumisoimainaisuuksia sekä ympäristöolosuhteita, joissa suoritukset oli mitattu.

2. Ottaen huomioon sopeutuneiden rotujen merkityksen maatalouden kehitykselle yleensä ja kotieläintuotannon edistämiseksi erityisesti, FAO:n tulisi rohkaista jäsenhallituksia sisältämään maataloudellisiin kehitysohjelmiinsa paikallisten rotujen kehittämistä ja säilyttämistä koskevan osan. Rotujen kehitys- ja säilytysuunnitelmien olisi oltava taloudellisesti edullisia ja perustua perinnöllisiin tunnuslukuihin, jotka on arvioitu paikallisista olosuhteista ja populaatioista.

3. Jalostusohjelmien soveltamista kansallisella tasolla helpottaisi suuresti säännöllisten arvostelu- ja valintamenette-



lyjen käyttöönotto. FAO:n olisi autettava jäsenmaita viljelijöiden yhdistysten organisoinnissa sellaisia kotieläinrotuja varten, jotka ovat yhteisiä useille maille.

4. Kansainvälisiä tutkimussuunnitelmia olisi kannustettava, kun tarkoituksena on vertailla rotuja eri maissa ja erilaisissa olosuhteissa, esim. käyttäen yhteisiä vertailurotuja. Harkinnan arvoisiin roturyhmiin kuuluvat hedelmälliset lampaat, trooppiset pihvikarjarodut ja puhvelit.

5. On useita kotieläinlajeja tai -rotuja, jotka ovat sopeutuneet hyvin erikoisiin ympäristöihin ja jotka ovat näyttelleet tai näyttelevät tärkeää osaa alueidensa maaseudun taoudessa (esim. Andien laamaeläimet, vanhan maailman kamelit, Himalajan naudat). Joissakin tapauksissa näistä lajeista tiedetään liian vähän. Hallituksille, joita kiinnostaa niiden biologian, jalostuksen ja säilytyksen tutkimus, olisi annettava kansainvälistä tukea.

6. Kokous kehottaa kaikkia hallituksia osoittamaan täyttä huomiota tapoihin ja keinoihin säilyttää niiden villieläinlajien elossa olevia populaatioita, jotka ovat kotieläinlajien esivanhempia tai läheisiä sukulaisia, ja suosittelee FAO:lle ja UNEP:ille, että nämä jatkaisivat ja laajentaisivat ohjelmiaan, joilla tuetaan kansallispuistojen ja varastojen perustamista ja parannettua hoitoa.

7. Työhevoskantoja olisi pyrittävä säilyttämään.

### Loppuarviointi

FAO:n ja UNEP:in yhdessä järjestämä kokous oli eläingenivarojen säilyttämisestä tarkoittavien, viimeisten 10 vuoden aikana laajentuneiden ponnistusten tähänastinen huipentuma, jota oli kauan ja huolellisesti valmisteltu ja johon oli saatu kerätyksi maailman huomattavimpia asiantuntijoita monista maista. Ohjelma

oli asiantuntevasti koottu, ja kokouksen puitteet FAO:n päämajassa olivat tarkoituksenmukaiset. Kokouksesta saattoi odottaa antoisaa, mutta se ylitti odotukset sekä asiantuntijamäärän että asiasisällön puolesta. Eläingeenivarojen säilyttämisen tarve tuli hyvin monipuolisesti valaistuksi. Asian hyväksi jo tehty työ oli yllättävän laajaa, ulottuen kaikkiin maanosiin ja hyvin moniin eläinlajeihin. Säilyttämisen menetelmistä ja organisoinnista saatiin runsaasti tietoja ja kokemuksia.

Suomen ja muiden Pohjoismaiden edustajille kokous oli erittäin ajankohtainen ja tervetullut sen johdosta, että Pohjoismaiden Ministerineuvosto oli vuodeksi 1980 antanut määrärahan työryhmälle, jonka tehtävänä on laatia suunnitelmia geenivarojen säilytykseksi ja sen koordinoimiseksi Pohjoismaissa. Työryhmä tulee käyttämään runsaasti hyväkseen kokouksessa saatuja tietoja, joiden avulla suunnitelmat hyvin todennäköisesti saadaan paremmiksi kuin olisi ollut mahdollista Pohjoismaiden omin voimin.

Liite 1. Tri J.W.B. King'in tiivistetty näkemys eläingeeni-  
varojen säilyttämisen vaihtoehtoista, edellytyksistä  
ja seurauksista.

Vaihtoehto	Säilytetään	Mitä vastaan antaa vakuu- tuksen	Menetel- mät	Populaa- tiokoko
Täydellinen säilytys	Kaikki popu- laatiot tai kaikki selvät populaatiot	Tunnettuja ja tuntemat- tomia vaaro- ja vastaan	Pakastus Kontrol- lipopul. Ei valin- taa	Pieni koko voi riittää
Säilytys sa- malla valin- taa harjoit- taen	Vain populaa- tioita, jotka a) ovat selviä b) osoittavat mukautunei- suutta c) omaavat koh- tuullisia nä- kymiä johon- kin tuotanto- järjestelmään	Tauteihin, ilmastoon ja ravitseminen- puutteisiin mukautunei- suuden menet- tämistä vas- taan	Elävät eläimet, joiden keskuu- dessa har- joitetaan valintaa	Kyllin suuri, jotta voitai- siin to- teuttaa hyödyllistä ja- lostusoh- jelmaa

Liite 2. Tri J.M. Devillard'in tiivistetty näkemys eri säilytys-  
menetelmien eduista ja haitoista.

Menetelmät	Edut	Haitat
1. Elävät eläimet, "geenipooli" (eri rotujen yh- distelmäpopul.)	Mahdollista pieniko- koisilla eläinlajeil- la (lyhyt sukupolvi- kierto)	Joustavuuden puu- te (isokokoisilla eläinlajeilla) Kustannukset yhtä suuret kuin mene- telmässä 2 Eläimet valtion tiloilla
2. Elävät eläimet, puhtaat rodut, viljelijöiden hoidossa	Arvostelu voi jatkua Rotu on nähtävissä	Jalostajien orga- nisaatio tarpeen Suuremmat kustan- nukset kuin mene- telmissä 4 ja 5
3. Eläv. puht. rod. valtion tiloilla	Kuten menetelmässä 2	Kuten menetelm. 2 Mukautumiskyvyn menetysvaara
4. Pakastettu siemen	Hyvin huokea	Rodun uudelleen rakentaminen vaa- tii pitkän ajan
5. Pakastetut alkiot	Huokea	Suht. kallis Ei vielä varma
6. Erill. geenien säil. Gen. manipul.+kirurgia?	Todennäk. joustava	Spekulaat. vaara Ei kokemuksia

21. HELLMAN, T. & OJALA, M., 1978. Karjujen ultraäänikuvaus, 23 s.
22. LINDSTRÖM, U., 1978. Jalostuksella terveempiä eläimiä, 21 s.
23. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Nuorten lihanautojen mittojen ja painojen välisistä yhteyksistä kasvukauden aikana sekä mittojen merkityksestä elopainon arvioimisessa, 39 s.
24. LINDSTRÖM, U., 1978. Ravintohuolto meillä ja muualla, 10 s.
25. LINDSTRÖM, U., 1978. Matkakertomus Euroopan Kotieläintuotantoliiton (EAAP) 29. vuosikokouksesta Tukholmassa 5.—7.6.1978, 16 s.
26. HAAPA, MATLEENA, 1978. Kasvatusasematoiminnasta Tanskassa, matkakertomus, 27 s.
27. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Lihanutakokeiden tuloksia II, 19 s.
28. LINDSTRÖM, U., 1978. Pihvisonnien käyttö lypsykarjoissa, 14 s.
29. LAMPINEN, KYLLIKKI, 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Pro gradu-tyo, 86 s.
30. MROUÉ, B., 1979. Pässien yksilökokeen käyttöarvo kasvuominaisuuksien arvostelussa, Lisensiaattityö. 150 s.
31. BONSDORFF, M. von, NASI, M., SEPPÄLÄ, J., HELLMAN, T. & KENTTÄMIES, HILKKA, 1979. Selostus nautakarjatalouden jatkokoulutuskurssista "The Management and Breeding of Cattle". Edinburgh — Aberdeen 7.—20.5.1978, 79 s.
32. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1979. Lihanutakokeiden tuloksia III, 26 s.
33. KALLIO, MARJA, 1979. Sperman määrän ja laadun perinnöllisyydestä Salpausselän Keinosiemennisyhdistyksen sonneilla. Laudaturtyö, 110 s.
34. KATAJAMÄKI, ULLA, 1979. Yksilöarvostelun mahdollisuudet suomenlampaan lihan tuotantokyvyn jalostamisessa. Pro gradu-työ, 83 s.
35. LAHDENRANTA, M., 1979. Emien vaikutus oriiden juoksijälkeläisarvosteluun suomenhevosella. Pro gradu-työ, 145 s.
36. LINDSTRÖM, U., 1979. Kohti pehmeämpää teknologiaa ruoantuotannossa. 11 s.
37. LINDHOLM, SOLVEIG, 1979. Suomalaisten lehmien lypsettävyys ja siihen vaikuttavat tekijät. Laudaturtyö, 51 s.
38. LEUKKUNEN, ANU, 1979. Pahnuekoko ja porsimisväli emakon hedelmällisyyden kuvaajina keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelussa kenttäaineiston perusteella arvioituna. Pro gradu-työ, 72 s.
39. PUNTILA, MARJA-LEENA, 1979. Ultraäänimittaukset nuorten sonnien teuraslaatua arvioitaessa. Pro gradu-työ, 97 s.
40. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1980. Lihakarjakokeiden tuloksia IV. 29 s.
41. JALOSTUSPÄIVÄ 9.4.1980. 43 s.
42. LAMMASPÄIVÄ 24.4.1980. 33 s.
43. SIRKKOMAA, S., 1980. Simulointitutkimus sukusiitoksen ja voimakkaan valinnan käytöstä munijakanojen jalostuksessa. Pro gradu-työ, 90 s.

44. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1980. Eri rotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160, 180, 210 ja 250 kilon teuraspainossa. 13 s.
45. MAIJALA, KALLE, 1981. Kotieläinten perinnöllisen muuntelun säilyttäminen. 52 s.