

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ  
FACULTATEA DE ZOOTEHNIE  
BUCUREȘTI**

**Ing. CORNELIU I. DRĂGĂNESCU**

## **TEZĂ DE DOCTORAT**

Specialitatea:

**GENETICA ȘI AMELIORAREA ANIMALELOR**

**MAXIMIZAREA PROGRESULUI GENETIC PENTRU CARACTERELE  
PRODUȚIEI DE LAPTE LA TAURINE**

Conducător științific :

**Prof. Dr. CONDREA DRĂGĂNESCU**

**1997**

## Prefață

*Maximizarea progresului genetic pentru caracterele producției de lapte la taurine este un subiect central al ameliorării animalelor, complex și generos, prin marea varietate a problemelor de soluționat, care gravitează în jurul modelului fundamental al geneticii cantitative și al legii transmiterii valorii genetice de la părinți la descendent. Problemele aferente sunt de ordin teoretic și aplicativ, de ordin general și special. Răspunsul dat de autor acestor probleme prin prezenta lucrare este în cea mai mare parte rodul modelării matematice, prin procedee larg folosite în toate domeniile cunoașterii și deciziei, care recunoaște ca punct de start fundamentele geneticii cantitative și geneticii populațiilor. Esența acestor discipline se exprimă matematic, după cum instrumentul principal al acestora este modelarea matematică, în care calculul probabilităților și statistica matematică joacă un rol esențial. În acest sens, sunt semnificative lucrările prin care Dickerson și Hazel (1944) au fundamentat metoda de estimare a efectului selecției și eficiența comparativă a metodelor de selecție, prin care Robertson și Rendel (1950) au fundamentat programul clasic de ameliorare a taurinelor în condiții de însămânțări artificiale, prin care Henderson a fundamentat procedeele de predicție a valorilor genetice (BP, BLP și BLUP).*

Autorul tezei nu a putut ignora problemele complexe ale modelului fundamental al geneticii cantitative asociat oricărui caracter metric, prin care informația fenotipică privitoare la un individ este descrisă în termeni de efecte genetice, de mediu și interacțiuni ale acestora, al căror reper intrinsec este populația. Un atribut fundamental al efectelor genetice este proprietatea de a se transmite de la o generație la alta, gradul de transmitere fiind o măsură a importanței efectelor în ameliorarea genetică, care depinde de natura efectului genetic.

Dintre efectele genetice transmise de individ și puse în evidență prin modelare matematică, valoarea aditivă a fost primul și singurul efect utilizat în practica selecției. Efectele epistatice, evidențiate prin modelare și studiate teoretic, complică substanțial estimarea eritabilității, predicția valorii aditive și determinarea teoretică a progresului genetic. S-a admis până în prezent că interacțiunile aditive se pot ignora, fără a se analiza prea mult consecințele. Teoretic au fost soluționate evaluarea efectelor genetice neaditive prin procedeul BLUP și a varianței acestora prin procedeul REML, dar aplicațiile practice sunt limitate din cauza unui număr prea mare de efecte de evaluat în raport cu numărul informațiilor utilizabile și din cauza posibilităților de calcul. Admițând că efectele ar fi evaluate, nu este clar în ce fel acestea ar trebui să fie utilizate în selecție.

Cercetările efectuate de autor aduc contribuții punctuale de ordin teoretic general, în genetica cantitativă și selecția animalelor, precum și contribuții teoretice și aplicative privitor la selecția taurinelor de lapte.

În introducere, fără a fi exhaustiv, autorul aduce o viziune personală în privința modelului fundamental al geneticii cantitative și discută problemele aferente. Modelul apare ca o construcție artificială, fundamentată statistic prin legea limită centrală și principiul celor mai mici pătrate, care se transformă într-un sistem de evaluare genetică și selecție a reproducătorilor deosebit de eficace.

În capitolul privitor la *transmiterea efectelor genetice*, se demonstrează legea de transmitere a efectelor aditive și a efectelor de interacțiune aditivă și se insistă asupra relației dintre valoarea aditivă sau de interacțiune aditivă de ordin arbitrar a unui individ și valorile similare ale părinților specificați. Sunt determinate relații de recurență ale valorilor genetice în generații succesive, precum și varianța efectului rezidual. Prin neșansă, nu toate rezultatele apar ca noi, deși autorul le-a stabilit independent de mai mulți ani. Importanța acestor relații este ilustrată în aplicații.

Autorul extinde noțiunea *abilitate de transmitere ereditară* (Transmiting Ability) la noțiunea *abilitate totală de transmitere ereditară* (Total Transmiting Ability) și introduce noțiunea *abilitate totală de transmitere ereditară în generația n*. Pe această bază, autorul definește noțiunea *genotip agregat pentru valoare aditivă și interacțiuni aditive*, denumit de autor și *genotip agregat plurimerit*. Genotipul agregat plurimerit este o cerință a selecției în populații dinamice, într-un permanent dezechilibru de linkage, din cauza imigrației de gene. Formula genotipului agregat plurimerit pentru un singur caracter (*genotip agregat plurimerit monocaracter*) este generală și simplă. Noțiunea de genotip agregat plurimerit se poate extinde la mai multe caractere (*genotip agregat plurimerit pluricaracter*), ponderile în genotipul agregat fiind produsul ponderilor caracterelor și ponderilor valorilor de merit genetic.

Singura situație în care genotipul agregat plurimerit se reduce la valoarea aditivă este cazul puțin probabil în care toate interacțiunile aditive sunt nule. În mod paradoxal, dacă interacțiunile aditive nu sunt nule și sunt ignorate, evaluând valoarea aditivă ca dublul abilității de transmitere ereditară, așa cum se procedează în prezent, se acordă interacțiunilor aditive ponderea maximă și logic posibilă, care corespunde unei cote infinite de actualizare a abilităților totale de transmitere ereditară în toate generațiile.

Pornind de la conceptul de abilitate totală de transmitere ereditară, autorul demonstrează cum heritabilitatea în sensul metodei semifraților ( $H^2$ ) poate să fie utilizată pentru a determina minoranți pozitivi ai heritabilității în sens restrâns ( $h^2$ ). Sunt puse în evidență câte două inegalități duble pe care le satisface  $h^2$ , pentru caractere nerepetabile și caractere repetabile. Se obțin formule de evaluare pentru  $h^2$ , ca medie a limitelor intervalului, în funcție de  $H^2$ . Aceste formule sunt generale, nu depind explicit de varianțele interacțiunilor aditive, permit diminuarea eroarii sistematice de estimare pentru  $h^2$  și sunt utile dacă  $H^2$  este determinat suficient de precis.

A fost elaborată o metodă de estimare a varianțelor aditiv și aditiv  $\times$  aditiv pe baza componentelor de varianță în clasificarea ierarhică tată intra bunic-patern și ignorând interacțiunile aditive de ordin mai mare ca 2. Metoda rezumă înrudirea taurilor la tați și evită covarianța între-tauri determinată de tații de tauri. Conform rezultatelor de estimare, la anumite caractere ale producției de lapte și anumite rase, varianța aditiv  $\times$  aditiv nu este neglijabilă, fiind comparabilă și chiar mai mare, uneori, cu varianța aditivă. Heritabilitatea în sens restrâns estimată este mai mică decât s-a considerat.

Un capitol din teză este dedicat eliminării influențelor negenetice. În viziunea doctorandului, corectarea pentru influențe negenetice are mai multe rațiuni. Efectele majore ale corectării performanțelor pentru influențe negenetice pot fi sau trebuie să fie ajustarea direcției de ameliorare și mărirea preciziei de selecție prin diminuarea varianței de mediu, creșterea comparabilității în termeni de valori centrale și variabilitate, recuperarea informațiilor fenotipice neutilizate și asigurarea ipotezelor statistice.

Pe baza transformării lineare a performanțelor, autorul a elaborat *metoda uniformizării mediilor și varianțelor* informațiilor fenotipice, în raport cu influența factorilor calitativi care induc o clasificare monofactorială, la nivelul mediei și varianței unei clase de referință. Procedul este apropiat ca esență de metoda standardizării performanțelor, dar nu schimbă natura informațiilor. Sunt puse în evidență *formula generală de corectare* și două cazuri particulare: *formula multiplicativă de corectare* pentru ipoteza omogenității coeficienților de variație, și *formula aditivă de corectare* pentru ipoteza de omogenitate a varianțelor.

Aceste rezultate sunt realizate sub forma unui studiu sistematic cu mijloace matematice simple, care conferă valoare științifică și didactică. Este remarcabil că o corectare multiplicativă a influenței factorilor calitativi este justificată de ipoteza omogenității coeficienților de variație, după cum pentru un factor de influență de tip continuu, în aceeași ipoteză, se justifică transformarea logaritmică, implicit corectarea prin factori multiplicativi. Pentru că medii și varianțele se pot modifica în timp, se recomandă ca modificarea formulelor de corectare să afecteze integral o clasă fermă-an-sezon, astfel ca eventualele erori de estimare să fie incluse, cel puțin parțial, în efectul fermă-an-sezon.

Se propune strategia de corectare a producției vacilor și se definesc etapele principale ale corectării pentru influențe negenetice: anualizarea producției prin durata lactației și / sau intervalul fătare-concepție, corectarea producției în lactația 1-a pentru vârsta și luna fătării, corectarea producției pentru repausul mamar anterior și intervalul de fătare anterior, corectarea pentru rangul lactației. Pentru aceste etape sunt fundamentate statistico-matematic procedee de estimare a efectelor negenetice și formule de corectare a informațiilor fenotipice pentru efectele considerate. Modelele biometrice considerate sunt argumentate euristic, în strânsă legătură cu fenomenele pe care le descriu, dar și statistic. Metodele au fost aplicate efectiv pe date de control oficial al producției de lapte și grăsime la rasele Bălțată Românească, Brună și Bălțată cu negru.

*Anualizarea producției*, principiu fundamentat în teză, permite redirectionarea selecției, uzual orientată către producția în 305 zile, către producția anuală, care nu poate sau nu trebuie să fie utilizată direct în selecție, pentru că poate fi inaccesibilă, are heritabilitate mai mică și mărește intervalul de generație. Metodele de anualizare a producției realizate în lucrare sunt fundamentate unitar și imită calculul producției care revine pe an într-un ciclu de producție, prin estimarea intervalului de fătare și a producției care depășește 305 zile pe baza duratei lactației încheiate sau a intervalului fătare-concepție. Anualizarea producției unifică corectarea pentru durata lactației și corectarea pentru intervalul fătare-concepție ca procedee echivalente în ceea ce privește rezultatul corecției și complementare în ceea ce privește precizia de corecție. Metoda anualizării are o bază de corecție intrinsecă, determinată prin condiția ca factorul de corecție să fie egal cu unitatea, și unifică rezultatele obținute pentru lactații standard de 305 sau 300 zile.

Metoda anualizării pe baza duratei lactației a fost realizată efectiv pe date de control oficial al producției de lapte și grăsime în prima lactație și a fost implementată în programul de evaluare genetică a taurilor testați pe descendenți, la Agenția Națională de Ameliorare și Reproducție în Zootehnie. A fost realizată efectiv pe date de control oficial și metoda anualizării pe baza intervalului fătare-concepție în două ipoteze: lactații încheiate cu durate de 200-305 zile și cu durate mai mari de 305 zile. Estimările au utilizat intervalul fătare-concepție dedus din intervalul de fătare și o valoare convențională pentru durata gestației. Rezultatele numerice obținute prin metoda anualizării, pentru lactații încheiate mai lungi de 305 zile la rase din România, au o asemănare remarcabilă cu rezultatele obținute de Schaeffer și Henderson în 1972, printr-un procedeu în totalitate statistic, pentru rase din USA.

Pentru *echivalarea producțiilor în lactații diferite* a fost aplicată, pe date de control oficial, *metoda uniformizării mediilor și varianțelor* informațiilor fenotipice, elaborată în teză. *Formula generală de corectare*, de uniformizare a mediilor și varianțelor, poate fi aplicată fără restricții pentru echivalarea lactațiilor. Pentru fiecare rang de lactație există o formulă specifică de corectare. Pentru implementarea acestor formule media și varianța producției în diferite lactații trebuie să fie determinate periodic.

Din analiza comparativă a mediei și deviației standard determinate pentru producția de lapte sau grăsime a vacilor în prima lactație și pentru producția vacilor care au supraviețuit să realizeze lactația  $k=1..10$ , s-a constatat că deviația standard a producției se modifică substanțial, într-o măsură mai mare decât media, în raport cu rangul lactației. Ipoteza unor coeficienți de variație omogeni în raport cu rangul lactației este discutabilă, iar formula multiplicativă de corecție nu pare ideală. Nu este exclus ca, prin aplicarea unor tehnologii superioare de creștere și exploatare în fermele de vaci, coeficienții de variație să devină mai omogeni, iar formulele multiplicative de corectare mai adecvate.

În paralel se prezintă procedeul imaginat de autor și implementat anterior, în colaborare, la Centrul Național de Reproducție și Selecție, în prezent Agenția Națională de Ameliorare în Zootehnie. Metoda are la bază un studiu la scară mare pe un model multiplicativ de covarianță, pentru estimarea efectului lunii de fătare și a coeficienților de echivalare a producției pe lactație standard în lactațiile  $1..10$ , la rasele Bălțată Românească, Brună și Bălțată cu Negru. În model, logaritmul producției este funcție parabolică de rangul lactației plus efectul lunii de fătare plus efectul rezidual. S-a admis că în raport cu rangul lactației coeficientul de variație al producției de lapte se modifică în mică măsură.

Pe baza formulei transmiterii valorii genetice de la părinți la descendenți, autorul a elaborat un procedeu original de predicție a meritului genetic. Media efectului meiozei pentru un cuplu dat în formula transmiterii valorii aditive este nulă. Pe baza legii limită centrale, efectul meiozei se distribuie normal, implicit cea mai probabilă valoare a efectului meiozei este zero. Minimizarea sumei pătratelor ponderate ale efectelor meiozei și efectelor reziduale din modelul biometric al informației fenotipice poate fi considerată drept criteriu de predicție a valorii aditive. Această idee s-a concretizat într-o metodă originală de predicție a valorii aditive, care utilizează metoda celor mai mici pătrate ponderate (WLS). Procedeul conduce la rezultate BLUP, care nu necesită determinarea sau inversarea explicită a matricii de înrudire. Procedeul are o mare flexibilitate și a fost aplicat la obținerea unor formule de predicție a valorii genetice de tip clasic, unele inedite, și a unor rezultate de tip BLUP în scriere algebrică nematricială a sistemului de ecuații pentru "modelul tată" și "modelul animal".

Pentru selecția reproducătorilor indexați cu precizii diferite, s-a propus utilizarea ca index a limitei inferioare ( $I_p$ ) a intervalului unilateral de confidență al valorii aditive, determinată în ipoteza de normalitate, în funcție de indexul uzual de selecție  $I$ , precizia acestuia, coeficientul de confidență ( $P$ ) și deviația standard aditivă. Intervalul unilateral de confidență acoperă valoarea aditivă adevărată cu o probabilitate egală cu coeficientul de confidență, care prin diferența  $1-P$  definește riscul ca decizia de selecție a reproducătorului pe baza indexului să fie greșită. Este remarcabil că indexul propus include în formula sa deviația standard aditivă a populației din care face parte individul evaluat. Acest fapt obligă la mai multă rigoare în evaluarea și compararea reproducătorilor pe plan național și internațional.

Indexul  $I_p$  generalizează indexul de selecție uzual  $I$ , în sensul că acesta din urmă este limita inferioară a intervalului de confidență pentru un coeficient de confidență  $P=0.5$ , adică  $I=I_{0.5}$ . Dacă precizia indexului uzual  $I$  tinde la unu, indexul  $I_p$  tinde la  $I$ , indiferent de valoarea  $P$ . Cu excepția cazurilor de dubiu privitoare la selecția pe baza ierarhiei valorilor indexului  $I$ , în contradicție cu ierarhia preciziilor, și pe care indexul  $I_p$  le soluționează cu un risc prestabilit  $1-P$ , deciziile de selecție după  $I$  și  $I_p$  între doi reproducători coincid.

Pentru predicția și maximizarea progresului genetic anual, autorul a elaborat algoritmul de calcul, care reprezintă o dezvoltare extensivă pentru caracterele producției de lapte la taurine a formulei progresului genetic anual (Rendel și Robertson - 1950). Autorul a studiat și modelat matematic relațiile structurale ale categoriilor de selecție considerate, care să permită exprimarea matematică a superiorităților genetice și a intervalelor de generație, astfel ca variabilele artificiale să fie eliminate într-o măsură cât mai mare. Algoritmul este aplicabil determinării progresului genetic teoretic în populația activă și totală. În concepția autorului, autonomia populației active se poate baza pe obiective genetice și economice, ceea ce justifică optimizarea structurii de selecție prin maximizarea progresului genetic anual în populația activă, deși progresul indus în populația totală prin utilizarea taurilor selecționați pe descendenți nu este în mod necesar maxim.

Proporțiile de selecție pentru mame de vaci și tauri au fost exprimate prin formule, pe baza relațiilor structurale. Proporțiile de selecție pentru candidatele mame de tauri în lactații diferite au fost aproximate prin termenii unei progresii geometrice, care evidențiază ca variabilă de optimizare rația progresiei.

Au fost obținute și incluse în algoritm două generalizări ale formulelor preciziei de selecție: (1) pentru selecția taurilor pe baza testului descendenței, prin utilizarea numărului de tauri care se compară, precum și a heritabilității în sens restrâns și a heritabilității în sensul metodei semifraților; (2) pentru selecția candidatelor mame de tauri, în ipoteza echivalării lactațiilor prin uniformizarea mediilor și varianțelor, cu recunoașterea repetabilității, dar și a unei corelații genetice subunitare și constante, între producțiile unei vaci.

Au fost deduse teoretic și implementate în algoritm formule pentru determinarea intervalelor medii de generație: mamă-fiu, mamă-fiică (în funcție de vârsta primei fătări, intervalul de fătare, supraviețuirea vacilor și proporția de selecție), și tată-fiică, tată fiu (în funcție de parametrii demografici și de selecție).

Algoritmul de calcul permite determinarea progresului genetic anual relativ în populația activă și totală, în funcție de parametrii genetici, fenotipici, demografici și de selecție, simularea numerică a selecției la taurinele de lapte în situații concrete și studiul factorilor de influență ai progresului genetic.

Variația progresului genetic anual în populația activă a fost studiată și simulată în raport cu 14 factori de influență, dintre care menționăm: interacțiunea aditivă, heritabilitatea în absența interacțiunii aditive, proporția efectivului controlat, proporția taurilor selecționați pe baza testului descendenței pentru carne, intervalul de fătare, influența mărimii lotului de testare, proporția femelelor din populația activă inseminate cu tauri selecționați, structura de selecție a candidatelor mame de tauri, influența numărului taților de tauri, durata medie de utilizare a taurilor selecționați, utilizarea în selecție a rezultatelor de testare ale taților, intensitatea de utilizare a taurilor.

În general, progresul genetic anual în populația totală este inferior progresului genetic în populația activă. Se pune în evidență un *paradox al selecției*: dacă în reproducția populației pasive se folosesc numai tauri selecționați, la o intensitate de utilizare mare și o durată de utilizare fixată, deși cei mai buni tauri sunt rezervați populației active, progresul genetic indus în populația totală poate depăși progresul genetic în populația activă.

Pentru a se evita contradicția între *maximizarea progresului genetic și maximizarea efectului economic*, se recomandă ca maximizarea funcției economice să fie restricționată pentru toți factorii de optimizat la *platoul progresului genetic*, respectiv într-o vecinătate a punctului de maxim a progresului genetic, în care variația factorului are un efect neînsemnat asupra progresului genetic.

Corneliu I. Drăgănescu, autor al acestei teze de doctorat, absolvent al Facultății de Agricultură din Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară-București și al Facultății de Matematică din Universitatea-București, s-a format ca cercetător în perioada 1970-1997, la Institutul de Cercetări pentru Creșterea Bovinelor-Balotești, laboratorul de Genetică și Ameliorare, sub îndrumarea competentă, atentă și apropiată a Domnului Dr. Ing. Ioan Granciu. În anul 1980, timp de 3 luni, a urmat un stagiu de pregătire profesională la Stațiunea de Genetică cantitativă din CNRS, Jouy-en-Josas, Franța. Pregătirea de specialitate a autorului are un intens accent autodidact, domeniul predominant de cercetare fiind aplicațiile matematice și informatice în genetică și ameliorare, în mare măsură strâns legate de activitatea de selecție din Centrul Național de Reproducere și Selecție Animală, în prezent Agenția Națională de Ameliorare și Reproducere în Zootehnie. Datorz mult și aduc mulțumiri pline de stimă conducerii acestei Instituții în diferite perioade, în special Domnului Dr. Ing. Aurel Alexoiu și Domnului Academician Dr. Alexandru Bogdan, pentru rodnică și apropiată colaborare. Pentru aplicațiile din teză legate de corectarea influenței factorilor negenetici, au fost utilizate date de control oficial, puse la dispoziție cu amabilitate și în numele colaborării tehnico-științifice, rețelei de cercetare a Institutului.

Numeroase sunt persoanele care au sprijinit și influențat pozitiv evoluția autorului; tuturor, pe această cale, autorul prezentei teze le aduce cele mai calde mulțumiri și profundă recunoștință !

Student al Domnului profesor Dr.Ing. Ștefan Popescu-Vifor, șeful disciplinei de Genetică Animală, în anii 1990-1997 am avut onoarea să fiu conferențiar asociat pentru disciplina *Bazele Matematice ale Ameliorării Animalelor din catedra* condusă de fostul dascăl. Pentru îndrumarea primilor pași în domeniu de specialitate și pentru sprijinul acordat la catedră aduc Domnului Profesor Dr.Ing. Ștefan Popescu-Vifor cele mai respectuoase mulțumiri.

Aduc recunoștința mea profundă domnului Profesor Dr. Ing. Vasile Temișan, pentru îndemnul de a păși în cercetare și pentru tot sprijinul acordat. Păstrez o neștearsă și vie amintire colaborării autentic științifice cu Dr. Franz Singer, de care mă leagă primii pași în Genetica cantitativă. Aduc un omagiu și îndrept un gând pios de recunoștință, pentru îndemn și încurajare științifică, către cel care a fost Apolodor Tacu, medic veterinar și doctor docent, cercetător profund și multilateral.

Datorz mult apropierea de domeniul Zootehniei Domnului Profesor Dr. Ing. Condrea Drăgănescu, care mi-a oferit sprijinul și colaborarea științifică chiar înainte de a lucra în cercetare. Domnia sa a înțeles să sprijine în 1990, în calitate de Decan al Facultății de Zootehnie, introducerea disciplinei *Bazele Matematice ale Ameliorării Animalelor*, pentru a suplini cel puțin parțial anumite cerințe în pregătirea specialiștilor din domeniul selecției animale. Tot domnia sa a avut amabilitatea de a accepta să îndrume, în calitate de conducător științific, prezenta teză. Pentru tot sprijinul acordat și îndemnul neîncetat de a cerceta cu rigoare matematică și în mod documentat, aduc fraterne și calde mulțumiri !

Prezenta teză este în mare măsură extensia sau ecoul răspunsului problemelor investigate de autor în perioada 1970-1997, în activitatea de cercetare efectuată în laboratorul de Genetică și Ameliorare, din ICCT-Corbeanca, devenit apoi ICPCB-Balotești. T tuturor colaboratorilor, și în special corpului de conducere din Institut și laborator, care, în mod direct sau indirect au asistat această activitate, autorul le aduce mulțumiri pline de respect și recunoștință.

București, aprilie, 1997

Corneliu I. Drăgănescu

# CUPRINS

## Partea I

### Ipoteze, cercetări anterioare și obiective de investigație

#### Capitolul 1

1. Problematika valorii genetice și scopul cercetării.....	1
1.1 Introducere.....	1
1.2 Bazele genetice și biometrice ale selecției.....	7
1.2.1 Bazele mendeliene ale ereditării caracterelor cantitative.....	7
1.2.2 Modelul fundamental al geneticii cantitative.....	11
1.2.3 Transmiterea valorii de ameliorare la descendenți.....	24
1.3 Caractere cantitative de selecție.....	26
1.4 Predicția valorii genetice.....	29
1.4.1 Efecte de mediu și corectarea influențelor negenetice.....	30
1.4.2 Modelul biometric.....	37
1.4.3 Procedee statistico-matematice de predicție a valorii de ameliorare.....	42
1.4.4 Standardizarea evaluării genetice la taurinele de lapte.....	48
1.5 Predicția progresului genetic.....	50
1.5.1 Valoare de ameliorare și superioritate genetică.....	51
1.5.2 Superioritate genetică și progresul genetic în condiții de echilibru.....	53
1.5.3 Factorii progresului genetic.....	54
1.5.4 Rata și depresiunea de consangvinizare.....	58
1.5.5 Mărimea optimă a grupelor în testarea pe descendenți.....	58
1.5.6 Optimizarea parametrilor de selecție prin modelare numerică.....	61
1.6 Scopul cercetărilor.....	62



Partea a II - a	
Material și metodă	
Capitolul 2	
2. Metodologia de cercetare și date utilizate .....	63
Partea a III - a	
Rezultate și discuții	
Capitolul 3	
3. Transmiterea efectelor genetice .....	66
3.1 Transmiterea efectului genetic aditiv .....	67
3.2 Transmiterea interacțiunii aditive.....	72
3.2.1 Interacțiunea aditivă de ordinul 2 .....	72
3.2.2 Interacțiunea aditivă de ordinul 3 .....	77
3.2.3 Interacțiune aditivă de ordinul n .....	81
3.3 Abilitatea de transmitere ereditară .....	83
3.4 Posibilități de evaluare a heritabilității în sens restrâns.....	85
3.4.1 Evaluarea heritabilității în sens restrâns	
pe baza heritabilității determinată prin metoda semifraților.....	86
3.4.2 Evaluarea varianței efectului de interacțiune aditiv × aditiv	
în clasificarea ierarhică bifactorială tată - intrabunic.....	90
3.5 Genotipul agregat pentru valoarea aditivă și de interacțiune aditivă.....	94
Capitolul 4	
4. Eliminarea influențelor negenetice .....	96
4.1 Problematika corectării influențelor negenetice.....	96
4.1.1 Considerații generale.....	96

4.1.2	Principii de corectare .....	98
4.1.3	Uniformizarea mediilor și varianțelor.....	99
4.1.4	Strategia de corectare a producției de lapte, grăsime și proteină în scopul eliminării influențelor negenetice și ajustării direcției de ameliorare .....	102
4.2	Anualizarea producției .....	103
4.2.1	Anualizarea prin durata lactației .....	106
4.2.2	Anualizare prin intervalul fătare-concepție.....	125
4.2.3	Anualizarea mixtă, prin durata lactației și intervalul fătare-concepție.....	131
4.3	Corectarea producției primiparelor pentru vârsta și data la fătare .....	132
4.3.1	Ipoteze , metode de calcul și aplicații.....	132
4.3.2	Discuții și concluzii .....	143
4.4	Corectarea pentru rangul lactației.....	145
4.4.1	Uniformizarea mediilor și varianțelor.....	145
4.4.2	Un model multiplicativ pentru corectarea producției pe lactație standard pentru efectele rangului lactației și lunii de fătare.....	151
4.5	Corectarea producției în lactația subsecventă.....	160
4.5.1	Ipoteze, metode, aplicații .....	160
4.5.2	Discuții și concluzii .....	165

## **Capitolul 5**

<b>5.</b>	<b>Alternative de predicție a valorii aditive .....</b>	<b>166</b>
5.1	Soluții preliminare în predicția valorii aditive.....	166
5.1.1	Predicția valorii aditive pe baza informațiilor fenotipice libere de influența fermă-an-sezon .....	166
5.1.2	Clasificarea bifactorială .....	169

5.2	Predicția meritului genetic pe baza formulei transiterii	
	valorii genetice de la părinți la descendenți.....	170
5.2.1	Predicția valorii aditive prin metoda celor mai mici pătrate ponderate .....	172
5.3	Selecția reproducătorilor indexați cu precizii diferite .....	181
5.3.1	Principiul metodei .....	181
5.3.2	Rezultate și discuții.....	182
5.3.3	Concluzii .....	185

## Capitolul 6

6.	<b>Predicția și maximizarea progresului genetic anual.....</b>	<b>186</b>
6.1	Caractere și categorii de selecție.....	186
6.1.1	Caractere de selecție.....	186
6.1.2	Categorii de selecție .....	187
6.2	Formula generală a progresului genetic anual.....	189
6.3	Populația activă și populația totală.....	190
6.4	Selecția mamelor de vaci.....	191
6.4.1	Ipoteze, parametri și relații structurale în selecția mamelor de vaci.....	191
6.4.2	Superioritatea genetică a mamelor de vaci .....	196
6.4.3	Intervalul de generație mamă-fică.....	197
6.5	Selecția taților de vaci.....	199
6.5.1	Ipoteze, parametri de calcul și relații structurale în selecția taților de vaci .....	199
6.5.2	Superioritatea genetică a taților de vaci .....	202
6.5.3	Intervalul de generație tată-fică.....	204
6.6	Selecția mamelor de tauri.....	206
6.6.1	Ipoteze, parametri de calcul și relații structurale ale selecției mamelor de tauri.....	206

6.6.2 Superioritatea genetică a mamelor de tauri .....	210
6.6.3 Intervalul de generație mamă-fiu .....	212
6.7 Selecția taților de tauri .....	214
6.7.1 Superioritatea genetică medie a taților de tauri.....	214
6.7.2 Intervalul de generație tată-fiu .....	214
6.8 Depresiunea de consangvinizare.....	215
6.9 Modelarea numerică a factorilor de influență ai progresului genetic.....	216
6.9.1 Variația progresului genetic	
în raport cu factorii de influență și valori optime.....	216
6.9.2 Valori optime în populația activă și ecoul în populația totală .....	252

#### Partea IV- a

#### Capitolul 7

7. Concluzii și recomandări.....	262
7.1 Transmiterea efectelor genetice.....	262
7.2 Eliminarea influențelor negenetice.....	264
7.3 Alternative de predicție a valorii aditive.....	271
7.4 Predicția și maximizarea progresului genetic anual .....	273
<b>Bibliografie.....</b>	<b>282</b>