

საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

კობა ტორიკაშვილი

მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო  
კულტურების მოვლა-მოყვანის სამანქანო ტექნოლოგიებისა  
და ტექნიკური საშუალებების შერჩევა-სრულყოფა  
(შიდა ქართლის რეგიონის მაგალითზე)

სპეციალობა 05.20.01 – სოფლის მეურნეობის  
წარმოების მექანიზაცია

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის  
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2005 წელი

ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში («საქსმმესკი»)

სამეცნიერო ხელმძღვანელი – რევაზ მახარობლიძე, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი,

ოფიციალური ოპონენტები - -

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

– ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, დოცენტი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2006 წლის «-----», 12 საათზე საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტში სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე T05.20.N#1 (ქ. თბილისი, 380031, დავით აღმაშენებლის ხეივანი, მე-13 კმ.)

დისერტაციის გაცნობა შესაძლებელია საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში (ქ. თბილისი, 380031, დავით აღმაშენებლის ხეივანი, მე-13 კმ.)

ავტორეფერატი დაიგზავნა 2006 წლის « «

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული მდივანი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

ჯ. კაციტაძე

## ნ ა შ რ ო მ ი ს   ზ ო გ ა დ ი   დ ა ხ ა ს ი ა თ ე ბ ა

**თემის აქტუალურობა.** მეურნეობრიობის ახალი ფორმების ჩამოყალიბებასთან დაკავშირებით საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში ადრე დანერგილი ტექნოლოგიები და მანქანათა სისტემა არარენტაბელური და ზოგიერთ შემთხვევაში გამოუსადეგარი გახდა. თანამედროვე პირობებში საჭიროა მეცნიერულად დასაბუთებული თანამედროვე მართვის მეთოდების, აგრობიზნესის რაციონალური ხერხების, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მაღალი ტექნოლოგიებისა და შესაბამისი მანქანათა სისტემების გამოყენება.

პრივატიზაციის შედეგად სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მნიშვნელოვანი ნაწილი კერძო მესაკუთრეთა მფლობელობაში გადავიდა და წვრილ, მცირეკონ-ტურიან ნაკვეთებად დანაწევრდა. მათ ბაზაზე ჩამოყალიბდა წვრილი, ფერმერული მეურნეობების სამი კატეგორია: წვრილი ფერმერული, კერძო გლეხური და დამხ-მარე მეურნეობები. დღეისათვის წვრილი ფერმერული მეურნეობების ეს ფორმები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ძირითადი მწარმოებლებია საქართველოში. მაგრამ ამ პირობებისათვის მეცნიერულად დამუშავებული მაღალი მანქანური ტექნოლოგიებისა და შესაბამისი მანქანათა კომპლექსების არარსებობა განაპირობებს ისეთივე დაბალპროდუქტიულობას, როგორც გვეხსენება საზოგადოებრივ საწარმოებში. ამიტომ მაღალი მანქანური ტექნოლოგიების დამუშავება, ნიადაგის დამუშავების ოპტიმალური სისტემების ჩამოყალიბება, შესაბამისი კომპლექსური მანქანების კონსტრუქციების დამუშავება-დანერგვა ფრიად აქტუალურია.

**სამუშაოს მიზანია** მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ბიოლოგიურად შესაძლო მოსავლიანობის მიღებისათვის საჭირო რაციონალური მანქანური ტექნოლოგიების მოძიება და შემუშავება შესაბამისი სრულყოფილი მანქანათა სისტემით, რომელიც უზრუნველყოფს მაქსიმალურ მოსავლიანობას მინიმალური ენერგეტიკული და ფინანსური დანახარჯებით.

ამ მიზნის მისაღწევად კი საჭიროა შემდეგი კონკრეტული ამოცანების გადაჭრა:

- სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისა და ალების მაღალი მანქანური ტექნოლოგიების შემუშავება, მოძიება და დანერგვის პირობების შემუშავება;
- მაღალი ტექნოლოგიების შესაბამისი მანქანათა სისტემის დაზუსტება, კომბინირებული ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატის ოპტიმალური ენერგეტიკული საშუალებების შერჩევა, ტექნოლოგიური მანქანების კონსტრუქციული სრულყოფა და თეორიული დასაბუთება;
- მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაცია;
- მოდერნიზებული მანქანების ექსპერიმენტული კვლევა;
- სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისა და ალების მაღალი ტექნოლოგიის ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასება.

**კვლევის ობიექტები:**

- შიდა ქართლის მცირე ფერმერული მეურნეობები, კერძოდ კასპის რაიონის სოფ. ზემო ჩოჩეთის მცირე ფერმერული მეურნეობა;
- ნიადაგის ორფენოვანი დამამუშავების კომპლექსური აგრეგატი.

**მეცნიერული სიახლე:**

- მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მაღალი მანქანური ტექნოლოგიების დამუშავება;

- ძირითად ენერგეტიკულ საშუალებად მინიტექნიკის გამოყენება, მაღალი ტექნოლოგიების მორგება მათზე და კომპლექსური მანქანების გამოყენებით ნია-დაგის მინიმალური დამუშავების სისტემის ჩამოყალიბება;
- მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის ოპტიმალური მანქანათა კომპლექსის შერჩევა ბიზნეს-გეგმის მეთოდის გამოყენებით;
- მცირე ფერმერულ მეურნეობაში საოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიებში კომპლექსური აგრეგატების მაქსიმალური გამოყენება;
- ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავების დროს ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის გამოყენება;
- დარტყმის თეორიისა და რეოლოგიის ელემენტების გამოყენებით კომბინირებული ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატის გეომეტრიული, კინემატიკური, ძალური და ენერგეტიკული პარამეტრების საანგარიშო ფორმულების გამოყვანა;
- ექსპერიმენტების საშუალებით კომბინირებული ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატის თეორიული პარამეტრების დაზუსტება-ოპტიმიზაცია;

**სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება:**

- დამუშავებულია მცირე ფერმერულ მეურნეობებში წვრილ და რთულ კონ-ტურიან ნაკვეთებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისა და აღე-ბის მაღალი მანქანური ტექნოლოგიები მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებების კომპლექსისა და კომბინირებული მანქანების გამოყენებით;
- დამუშავებულია კომბინირებული ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატის პროექტირების დროს მანქანების შეთანწყობისა და პარამეტრების გაანგარიშების თეორიული საფუძვლები;
- ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მანქანის კასპის რაიონის სოფ. ჩოჩეთის მცირე ფერმერულ მეურნეობაში გამოყენება.

**აპრობაცია:**

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენებულია:

- სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს 2004 – 2005 წლების სხდომებზე;

**პუბლიკაცია:** დისერტაციის თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 8 სამეცნიერო სტატია.

**ნაშრომის მოცულობა:** დისერტაცია შედგება შესავლისაგან, ექვსი თავისაგან, ძირითადი დასკვნებისა და დანართისაგან. ნაშრომი შეიცავს 114-ნაბეჭდ გვერდს, 19 სურათს, 17 ცხრილს და გამოყენებული ლიტერატურის 79 ჩამონათვალს.

**ნაშრომის შინაარსი:**

შესავალში განხილულია მეურნეობის მრავალფეროვნებისა და საბაზრო ურთიერთობების პირობებში სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში შექმნილი პრობლემები, მცირე მექანიზაციის როლი მათ გადაწყვეტაში და მისი სრულყოფის პერსპექტივები.

**პირველ თავში** აღნიშნულია, რომ საზღვარგარეთის განვითარებულ ქვეყნებში მცირე ფერმერული მეურნეობები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ძირითადი მწარმოებლებია. საქართველოში ახალი პოლიტიკური წყობისა და საბაზრო ურთიერთობების დამკვიდრების შემდეგ სავარგულების მნიშვნელოვანი ნაწილი გლეხობის მფლობელობაში გადავიდა და მცირე ფერმერული მეურნეობების სახით ჩამოყალიბდა 0,75 – 1,25 ჰა ფართობის მიწის ნაკვეთებით. დღეისათვის პრივატიზებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების 789700 ჰა, ანუ 26,5%. სავარგულების კატეგორიების მიხედვით მაქსიმალურად პრივატიზებულია სახნავ-სათესი და მრავალწლიანი

ხეხილის ფართობები. შედარებით ნაკლებად პრივატიზებულია სათიბები – 33,6 და სამოვრები – 7%, რაც გამოწვეულია ამ კატეგორიის სავარგულ-ლების მაღალმთიან ზონაში განლაგებით და მათი სოფლის საერთო საკუთრებაში დატოვებით.

პრივატიზაციის შედეგად სოფლად ჩამოყალიბდა მეურნეობრიობის ძირითადად ორი კატეგორია, მსხვილი ფერმერული მეურნეობა 50 – 100 და მეტი ჰექტარი სავარგულებით და წვრილი ფერმერული მეურნეობა 0,25 – 1,25 ჰა-დან 5 ჰა-მდე სავარგულებით. დღეისათვის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ძირითადი მწარმოებელია წვრილი ფერმერული მეურნეობები. წვრილ ფერმერულ მეურნეობებში სამი სახე შეიძლება გამოვყოთ: ფერმერული 0,75 – 1,25 ჰა, გლეხური 0,45ჰა და საკარმიდამო 0,22 – 0,25 ჰა ფართობებით.

ფერმერული მეურნეობის წარმატებით ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია მი-სი საწარმოო მიმართულების განსაზღვრა. ქართველი გლეხის მენტალიტეტის მიხედვით იგი ვალდებულია ოჯახის მოთხოვნილება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებზე ძირითადად საკუთარი წარმოების პროდუქტებით დააკმაყოფილოს. ამრიგად, ფერმერული მეურნეობისათვის ვირჩევთ მისი ოჯახის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებით შესაძლო სრული დაკმაყოფილების მიმართულებას.

იმ შემთხვევაში თუ ფერმერის კომლში სულთა რაოდენობას აღვნიშნავთ  $n$ -ით, შეიძლება ვიანგარიშოთ პროდუქტის საშუალო წლიური რაოდენობა კომ-ლისათვის:

$$Q = nN, \quad (1)$$

სადაც:

$Q$  – პროდუქტის საჭირო წლიური რაოდენობაა ფერმერის ოჯახისათვის – კგ;

$n$  – ფერმერის ოჯახში სულთა რაოდენობაა;

$N$  – პროდუქტის ნორმატიული რაოდენობაა ერთ სულზე – კგ.

პროდუქტის საჭირო რაოდენობის მიხედვით შეიძლება ვიანგარიშოთ შესაბამისი კულტურით დაკავებული ფართი:

$$F_i = \frac{Q_i}{q_i}, \quad (2)$$

სადაც;  $F_i$  –  $i$ -ური კულტურის მიერ დაკავებული ფართია – მ<sup>2</sup>;

$Q_i$  –  $i$ -ური კულტურის საჭირო პროდუქტია – კგ;

$q_i$  –  $i$ -ური კულტურის მოსავლიანობაა – კგ/მ<sup>2</sup>.

ცალკეული კულტურებისათვის საჭირო ფართობის მიხედვით იანგარიშება ფერმერის მიერ წარმოებულ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაზე ოჯახის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად გამოსაყოფი ფართი:

$$F_x = 10^{-4} \sum_{i=1}^m F_i \quad (3)$$

სადაც:

$F_x$  – ჯამური ფართია ფერმერის ოჯახის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად – ჰა;

$i = 1, 2, 3 \dots m$  – ფერმერის მიერ წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების რაოდენობაა.

ფერმერის მიერ წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის გარდა საჭიროა პროდუქტების მთელი ჩამონათვალი, რომლის შესაძენად საჭირო ფინანსები

მიიღება ნამატი პროდუქციის რეალიზაციით. ამიტომ სავარგულის ფართობი უნდა აღემატებოდეს (3) ფორმულით მიღებულ სიდიდეს:

$$F_f = (1,3 \dots 1,4) F_x \quad (4)$$

**მეორე თავი** მიძღვნილია მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის სამანქანო ტექნოლოგიების შერჩევა-სრულ-ყოფისადმი.

ცალკეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიები მოიცავს ნიადაგის, ნათესებისა და პროდუქციის დამუშავების ტექნოლოგიური ციკლების 22-მდე ოპერაციას, რომლებიც ძირითადად მარტივი ტიპის აგრეგატებით სრულდება და მოითხოვს ამდენივე რაოდენობის გავლას ნიადაგის ზედაპირზე 14 და 30 კილონუტონის კლასის ტრაქტორებით, რაც იწვევს ნიადაგის სტრუქტურის გაუარესებას, წყლისა და აერაციის რეჟიმების დარღვევასა და შესაბამისად მოსავლიანობის შემცირებას. საჭიროა მეურნეობრიობის მრავალფორმიან პირობებზე მორგებული მანქანური ტექნოლოგიების სისტემის დამუშავება, რომელიც გაითვალისწინებს საქონელმწარმოებლის მატერიალურ-ტექნიკურ აღჭურვილობას, მისი ეკონომიკური შესაძლებლობების მიხედვით ინტენსივობის დონეს, კლიმატურ-ლანდშაფტურ პირობებს და ა.შ. იგი უნდა ეფუძნებოდეს ბიოლოგიური, საინჟინრო და ეკონომიკური მეცნიერებების თანამედროვე მიღწევებს.

პრივატიზაციის შედეგად სოფლის მაცხოვრებლის მიერ პირად საკუთრებაში მიღებულმა მიწის სავარგულებმა საფუძველი ჩაუყარა მცირე ფერმერულ მეურნეობებს. მცირე ფერმერული მეურნეობების საწარმოო ბაზა მიწის მცირეკონ-ტურიანი ნაკვეთებია. საზღვარგარეთის ფერმერები მთელი სახელმწიფოს მოსახლეობის საკვებისა და ქვეყნის ფარგლებს გარეთ სარეალიზაციო პროდუქტებსაც აწამობენ. ამ მაჩვენებლებს განაპირობებს მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის სპეციალურად დამუშავებული ტექნოლოგიები, ტექნიკური საშუალებები და სასუქებისა და ქიმიური დაცვის საშუალებების რაციონალური სისტემები. ამ საშუალებების ზონის ბუნებრივ-კლიმატური პირობების შესაბამისი კორექტირება საშუალებას აძლევს მათ კულტურის ბიოლოგიურ შესაძლებლო-ბებთან მიახლოებული მოსავალი მიიღონ. სულ სხვა მდგომარეობაა საქართველოში. მიღებული პროდუქტის რაოდენობა არ აღემატება კულტურის ბიოლოგიური შესაძლებლობების 55 –65 %, რაც იმის შედეგია, რომ ჯერ კიდევ არ შემუშავებულა წვრილკონტურიანი ნაკვეთების შესაბამისი მანქანური ტექნოლოგი-ები და არ შერჩეულა საჭირო რაციონალური ტექნიკური საშუალებები. ვინაიდან მცირე ფერმერულ მეურნეობებში გამოყენებული ორგანიზაციული ფორმის მიხედ-ვით თითოეულ სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მიერ დაკავებული ფართობი არ აღემატება 0,3 – 0,35 ჰექტარს, ამიტომ მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის რეკომენდებული უნდა იყოს 2კნ კლასის მინიტრაქტორები, მოტობლოკები და მოტო-კულტივატორები, ე.ი. მცირე მექანიზაციის საშუალებები.

საქართველოში ძირითადად შემოტანილი იყო „მბ-1» მოტობლოკი და მოტო-კულტივატორი „მკ-2», ხოლო ადგილზე მზადდებოდა «722» მოდელის მინიტრაქ-ტორი და მოტობლოკი «სუპერ-610ა». წევის ამ საშუალებების გამოყენებით შესაძ-ლებელია ოპტიმალური მანქანური ტექნოლოგიების ჩამოყალიბება.

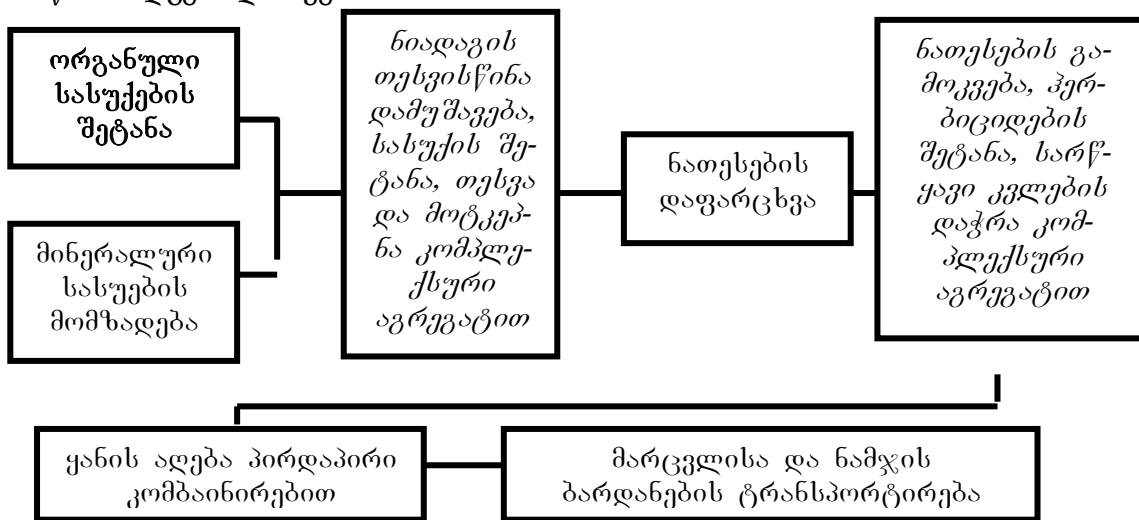
აგრეგატების შესადგენად საჭირო მანქანა-იარაღებიდან სერიულად მზადდება მხოლოდ 6. უკანასკნელ წლებში რამდენიმე იარაღის კონსტრუქცია დამუშავდა საქართველოს სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეც-ნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მცირე ფერმერული მეურნეობების მექანიზაციის

ლაბორატორიაში დისერტანტის მონაწილეობით. ეს მანქანა-იარაღები დამზადდა ინსტიტუტის ექსპერიმენტულ-მექანიკურ ქარხანაში და წარმატებით გაიარეს საწარმოო შემოწმება ზემო ჩოჩეთის საყრდენ-საჩვენებელ სადგურში.

მცირე ფერმერული მეურნეობების მიწის სავარგულები მთელი წლის განმავლობაში აქტიურ დამუშავებაშია, ამასთან ნაკვეთის მცირე ზომებისა და აგრეგატების მცირე მოდების განის გამო მნიშვნელოვნად იზრდება ერთ კვალზე გავლათა რიცხვი, რაც აუარესებს ნიადაგის სტრუქტურულ მდგომარეობას, წყლისა და აერაციის რეჟიმებს. ამ მდგომარეობიდან ერთადერთ გამოსავალს ნიადაგის მინიმალური დამუშავება წარმოადგენს.

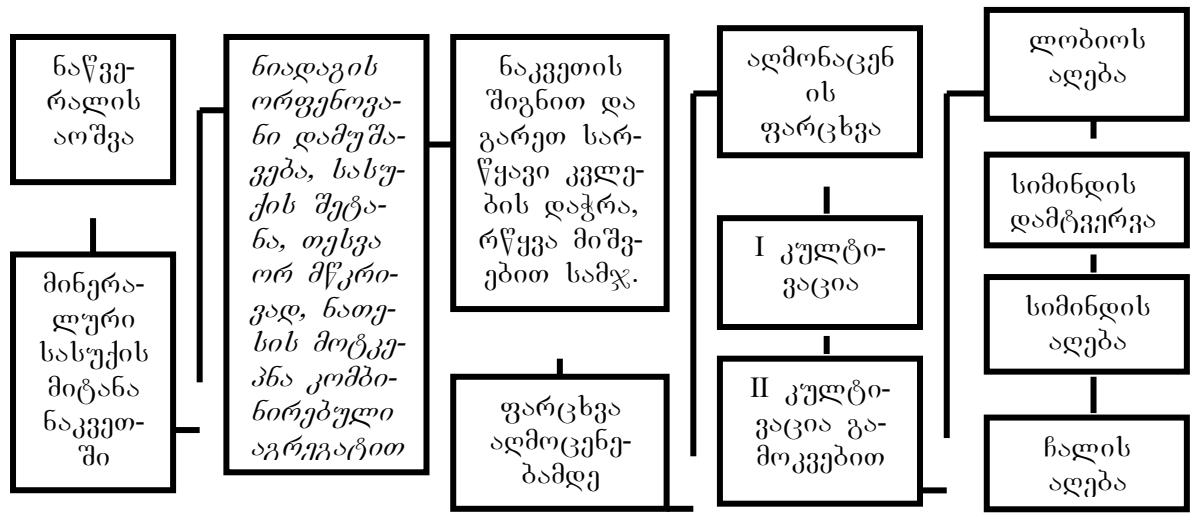
მცირე ფერმერული მეურნეობების წარმოებისათვის ყველაზე უფრო გამოსაყენებელია ნიადაგის მინიმალური დამუშავების სისტემა კომპლექსური აგრეგატების გამოყენებით. მარცვლეული კულტურების წარმოების დროს მიზანშეწონილია თესვისწინა დამუშავებისა და თესვის ტექნოლოგიური პროცესების კომპლექსური შესრულება აგრეგატის ერთი გავლით..

ნათესების დამუშავების ციკლის ოპერაციებიდან კომპლექსური აგრეგატით შეიძლება შევასრულოთ ნათესების გამოკვების, ჰერბიციდების შეტანისა და სარწყავი კვლების დაჭრის ოპერაციები. ამრიგად, თავთავიანი კულტურების მცირეკონტურიან ნაკვეთებზე მოვლა-მოყვანის მანქანური ტექნოლოგია შეიძლება წარმოვიდგინოთ ქვემოთ წარმოდგენილი სქემის სახით:

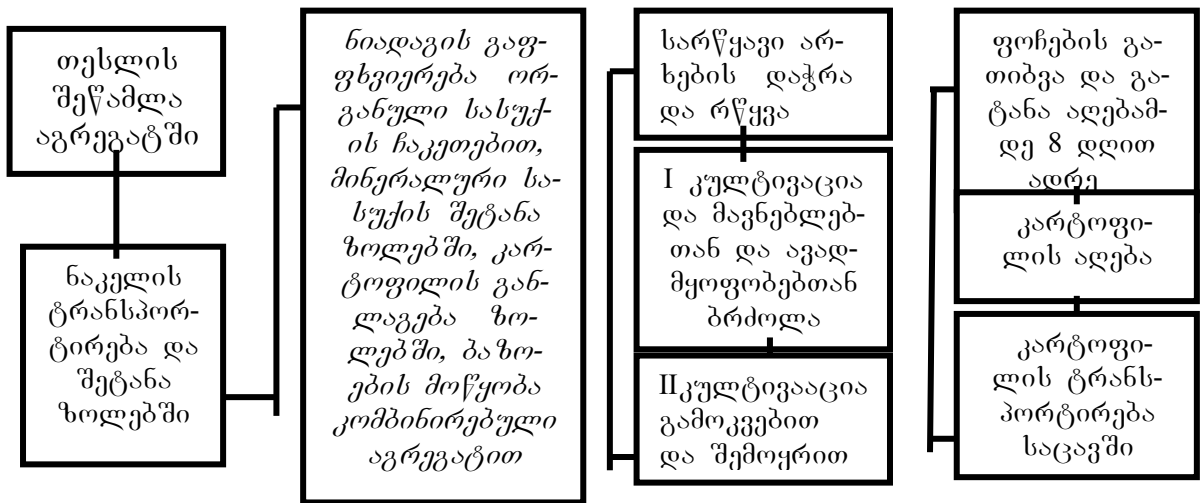


როგორც სქემის ანალიზი გვიჩვენებს შემოთავაზებულ ტექნოლოგიაში ნორმალური ტექნოლოგიის 22 ტექნოლოგიური ოპერაცია კომპლექსური აგრეგატების გამოყენებით დაყვანილია 7-ამდე, მნიშვნელოვნად შემცირებულია ტექნოლოგიის შესრულების აგროტექნიკური ვადები.

სიმინდ-ლობიოს კულტურების ერთიანი წარმოების მოვლა-მოყვანისა და აღების ტექნოლოგია ითვალისწინებს ნიადაგის ორფენოვან დამუშავებას ზოლური მეთოდით. I ციკლის ოპერაციები სრულდება კომბინირებული მოტობლოკური აგრეგატით, დანარჩენი ოპერაციები კი სრულდება ინდივიდუალურად. ამრიგად, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგია შეიძლება წარმოვადგინოთ ქვემოთ მოყვანილი სქემის სახით:



ჩვენს მიერ შემუშავებულია კარტოფილის ბაზოებზე მოვლა-მოყვანისათვის ტექნოლოგია კომბინირებული აგრეგატით. კომბინირებული ტექნოლოგია ითვალისწინებს ერთდროულად: ნიადაგის ფრეზით კულტივაციას 12–14 სმ სიღრმეზე ორგანული სასუქის ჩაკეთე-ბით, მინერალური სასუქის შეტანას სარგავი ზოლის გასწვრივ, სარგავი მასალის განლაგებას სარგავ ზოლში ნიადაგის ზედაპირზე, ბაზოს ფორმირებას და საჭირო შემთხვევაში სარწყავი ზოლების დაჭრას. ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე კარტო-ფილის მოვლა-მოყვანისა და ალების შემოთავაზებული ტექნოლოგია მიიღებს სქე-მაზე მოყვანილ სახეს:



*მესამე თავი* მიძღვნილია მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ოპტიმალური მანქანათა კომპლექსის შერჩევის საკითხებისადმი. განხილულია მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის სამანქანო პარკის ნომენკლატურული და რაოდენობრივი შემადგენლობის განსა-ზღვრის სპეციფიკური პირობები და მისი ოპტიმიზაციის სხვადასხვა მეთოდები.

ოპტიმიზაციის პროცესი ხორციელდება კრიტერიუმის პოლინომის ამოხსნით ექსტრემუმზე. ოპტიმიზაციის ამოცანა შეიძლება წარმოვადგინოთ მათემატიკური გამოსახულებით:



$$K = f(\Phi_t, \Phi_{iex}, \Phi_b) E \quad (5)$$

ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად შეიძლება გამოვიყენოთ აგრეგატის მწარმოებლობა, პირდაპირი და დაყვანილი საექსპლუატაციო დანახარჯები. დაუშვათ მცირე ფერმერულ მეურნეობაში მანქანური წესით მოგვყავს  $n$  კულტურა, თვით-ოეულ ტექნოლოგიაში  $m$  ოპერაციით  $l$  წვევის კლასის აგრეგატით, ხოლო მწარმოებლობა იანგარიშება ფორმულით  $W = f(B, V, T)$ , მაშინ მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაციის ამოცანა შეიძლება წარმოვადგინოთ გამოსახულებით:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l f(A_{ijk}, V_{ijk}, B_{ijk}, T_{ijk}) \quad (6)$$

→ max

შეზღუდვებით:  $V \neq 0, B \neq 0, T \neq 0$ .

მწარმოებლობის მიხედვით ოპტიმიზაციას შეიძლება მოჰყვეს მწარმოებლობის ისეთი ზრდა, რომელსაც მოჰყვება დანახარჯების ზრდაც, ამიტომ ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად უნდა შევირჩიოთ ისეთი შედეგობრივი ფაქტორი, რომელიც ითვალისწინებს მწარმოებლობისა და დანახარჯების კომპლექსურ ოპტიმიზაციას, ასეთი პარამეტრია დაყვანილი საექსპლუატაციო დანახარჯები:

$$C_{\text{დაყ}} = \frac{C_{\text{პირ}}}{W_{\text{სთ}}} + C_{\text{კაბ}} \quad (7)$$

სადაც:  $C_{\text{პირ}}$  – აგრეგატის პირდაპირი საექსპლუატაციო დანახარჯებია, ლარებში;

$W_{\text{სთ}}$  – აგრეგატის საათური მწარმოებლობაა, ჰა/სთ.

ნაშრომში გაანგარიშებულია ზემოთ ჩამოთვლილი სიდიდეები, მიღებული მნიშვნელობები შეტანილია (7) გამოსახულებაში და მათემატიკური გარდაქმნებისა და ზოგიერთი მუდმივი სიდიდეების აღნიშვნის შემდეგ მიღებულია დაყვანილი საექსპლუატაციო დანახარჯების მიხედვით ოპტიმიზაციის კრიტერიუმის პოლინომი:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l A_{ijk} \left( \frac{B}{b_{ijk} V_{ijk} \tau_{ijk}} + \frac{D}{\tau_{ijk}} + E \right) \quad (8)$$

→ → min

სადაც:  $A_{ijk}$  – ოპტიმიზაციის პროცესში მონაწილე აგრეგატების წევითი მახასიათებელია;

$B, C$  და  $D$  – პროცესში მონაწილე მუდმივი სიდიდეების გამთვალი-სწინებელი კოეფიციენტებია;

$b_{ijk}$  – აგრეგატის მოდების განია, მ;

$V_{ijk}$  – აგრეგატის გადაადგილების სიჩქარეა, კმ/სთ;

$\tau_{ijk}$  – დროის გამოყენების კოეფიციენტია.

მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაციის წარმოდგენილი სისტემა ეფექტურია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ტექნოლოგიური პროცესი სრულდება დიდ ფართობებზე, ენერგოგაჯერებული ტექნიკით, როდესაც ტექნიკის გამოყენების ხარჯები საერთო დანახარჯების მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს. მცირე ფერმერული მეურნეობების შემთხვევაში კი, როდესაც მისი წილი საერთო დანახარჯებში უმნიშვნელოა, მისი გამოყენება ოპტიმიზაციის ეფექტს არ იძლევა, ამიტომ ამ შემთხვევაში რენტაბელურია ოპტიმიზაცია მანქანათა შერჩევის ბიზნეს-გეგმის, ანუ საერთო დანახარჯების მინიმიზაციის მეთოდით.

ბზიზნეს-გეგმის მიხედვით ოპტიმალური მანქანათა კომპლექსის შერჩევის კრიტერიუმი იქნება წარმოების საბალანსო მოგება:

$$PP_{საბ} = C_{შემ} - C_{დან} \quad (9)$$

→ max

სადაც:  $PP_{საბ}$  – საბალანსო მოგებაა, ლარი;

$C_{შემ}$  - სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების რეალიზაციის შედეგად მიღებული შემოსავალია, ლარი;

$C_{დან}$  - ჯამური დანახარჯებია სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოებაზე, ლარი.

ცხრილი №1

მემცენარეობის ძირითადი და დამხმარე პროდუქტების რაოდენობა

№	კულტურის დასახელება	მიღებული პროდუქტი				საბოლოო პროდუქტი	
		დაკავებული ფართი -ჰა	მოსავლია-ნობა, -ტ/ჰა	ძირითადი პროდუქ. კგ.	თანმდევი პროდუქ. კგ.	ძირითადი პროდუქ. ფეკილის სახით - კგ	დამატებითი პროდუქტი, (კატო) -კგ.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	ხორბალი	0,3	4,5	1350	2025	1266	675
2.	სიმინდი	0,3	5,5	1650	2475	1155	490
3.	იონჯა	0,2	9	1800		1800	
4.	ხეხილი	0,05	4	200			
5.	ვენახი	0,15	5	750		450-ღვინო	300(ჭაჭა)
1	2	3	4	5	6	7	8
6.	ბოსტნ. და ბაღჩეული	0,1	12	1200		1000- საკვ- პროდუქ.	200 (უკონდ)
7.	კარტოფილი	0,1	10	1000	300	800	200 (უკონდ)

ნორმატიული და მიღებული რაოდენობის შედარებით მივიღებთ ნამატი პროდუქტის და შესაბამისად დამატებით შემოსავლების რაოდენობას. (ცხ.1.2) ვინაი-დან მცირე ფერმერული მეურნეობა მრავალდარგობრივია, საჭიროა გავითვალის-წინოთ პირუტყვის საჭირო სულადობა: 2 ძროხა თავისი ნამატით, ქუბი 3 – 4, Eერ-

ცხრილი №2

მცენარეული პროდუქტების რეალიზაციით მიღებული დამატებითი შემოსავალი

№	პროდუქტის დასახელება	პროდუქტის რაოდენობა, კგ			მიღებული შემოსავალი, კგ	
		მიღებული	ნორმატიული	ნამატი	ერთეულის ღირებულება, ლარი	შემოსავალი ლარი
1	ხორბლის ფეკილი	1266	592	674	0,76	513
2	სიმინდის ფე.	1155	480	675		
3	ღვინო	450	300	150	1,1	160
4	ბოსტნეული	1000	928	72	0,7	50,4

5	კარტოფილი	1000	468	532	0,6	319,2
	სულ:					1042,6

თი კერატი და ნამატი 23 გოჭი. მემცენარეობის ანალოგიურად გამოითვლება შემოსავლები მეცხოველეობის პროდუქციიდან (ცხრილი №3)

ცხრილი №3

მეცხოველეობის პროდუქტის რეალიზაციით მიღებული შემოსავალი

№	საქონელი	რაოდენობა	ხორცი, კგ			რძე, კგ			ერთეულის ღირებულება, ლარი/კგ	სულ ლარი
			სულ	ნორმატული	სარეალიზაციო	სულ	ნორმატული	სარეალიზაციო		
1.	ძროხა	2				3000	1276	1724	1,2	2069
2.	მოზარდი	4	500	241	259				4,5	1166
3.	ღორი	4	300	200	100				5,0	500
4	გოჭი	23			23				50	1150
	სულ:									4885

ნორმატიული გაანგარიშებით საქონლის მოცემული რაოდენობის გამოსაკვებად საჭიროა 6900 საკვები ერთეული, რომელიც უნდა მივიღოთ მემცენარეობის საკუთარი წარმოებიდან ძირითადად თანმდევი პროდუქციის ხარჯზე, აქვე უნდა გავითვალისწინოთ სოფლის საერთო საძოვრებიდან მიღებული საკვები ერთეულების რაოდენობა მწვანე მასის სახით. საკვები ერთეულების რაოდენობის შევსება შესაძლებელია სიმინდის მარცვლის ხარჯზე. საკვები ერთეულების მიღებული რაოდენობა სავსებით აკმაყოფილებს მეცხოველეობის მოთხოვნილებას საკვებზე. ამრიგად, დამატებითი პროდუქციის რეალიზაციით მიღებული შემოსავალი შეადგენს:

$$C_{\text{X}} = C_{\text{მემ}} + C_{\text{მეც}} = 6777,6 \text{ ლარი}$$

ჯამური დანახარჯები პროდუქციის წარმოებაზე იანგარიშება გამოსახულებით:

$$C_{\text{X}} = C_{\text{მეც.}} + C_{\text{თეს}} + C_{\text{სას}} + C_{\text{მიწ}} + C_{\text{სამ.პრ}} + C_{\text{დაზ}} + C_{\text{გაუთ.}} \quad (10)$$

სადაც:  $C_{\text{მეც.}}$  - მაქანათა კომპლექსით შესრულებული სამუშაოს ღირებულებაა, ლარი.

თუ ვისარგებლებთ ტექნიკის ტექნიკო-ეკონომიკური დახასიათებით (ცხრ. №4)

ცხრილი №4.

ფერმერის კუთვნილი ტექნიკის ტექნიკო-ეკონომიკური დახასიათება

№	დასახელება	მარკა	დატვირთვა		ღირე- ბულება, ლ.	ამორტ. ლარი		ტმ. და შენ. ლარი	
			ნორ.	ფაქტ		%	ლ.	%	ლ.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	მოტიბლოკი	სუპერ-600	500	300	660	15	58	17	66
2.	მოტობლოკი	მბ-1	500	425	660	15	83	17	94
3.	მოტოკულტივატ.	მკ-2	400	256	180	12	83	17	94
4.	ორმწკრ. სათესი	საკ. წარმ.			150	12	22	12	22
5.	კვალგამხსნელი	«			150	12	18	12	18
6	ფარცხი	«			150	12	18	12	18

7	პას. კულტივატ.	«			160	12	19	12	19
8.	ორფენ. მანქანა	«			120	12	14	12	14
9.	სიმინდ.-ლობიოს საბუდნი	«			90	12	11	12	11
	სულ				2813		326		356

მექანიზებული სამუშაოების შესრულებაზე დანახარჯები იანგარიშება გამოსახულებით:

$$C_{მექ.} = C_{\alpha} + C_{\rho\tau\theta} + C_{\rho\theta} + C_{საწ} \quad (11)$$

სადაც:  $P C_{\alpha}$  - დანახარჯებია ტექნიკის ამორტიზაციაზე და 15 ცხრილის მიხედვით 326 ლარის ტოლია;

$C_{\rho\theta} + C_{\rho\theta}$  - დანახარჯებია ტექნიკის ტექნომსახურებასა და შენახვა-ზე, რაც იმავე ცხრილის მიხედვით 356 ლარის ტოლია;

$C_{საწ}$  - დანახარჯები საწვავ-საცხებ მასალებზე ტექნოლოგიის მიხედვით 343 ლარის ტოლია.

$$\text{მაშინ} \quad C_{მექ.} = 326 + 356 + 343 = 1025 \text{ ლარი}$$

დანახარჯები ელიტური თესლის შექმნაზე იანგარიშება გამოსახულებით

$$: \quad C_{ელ. თეს.} = \sum_{i=1}^n F_i q_i S_i \quad (12)$$

სადაც:  $F_i$  - i-ური კულტურით დაკავებული ფართია ჰექტრებში;

$q_i$  - i-ური კულტურის გამოთესვის ნორმა კგ/ჰა;

$S_i$  - i-ური კულტურის სარეალიზაციო ფასია ლარი/კგ;

$n$  - კულტურათა სახეობების რაოდენობაა - ხორბალი, სიმინდი, ლო-ბიო და კარტოფილი მაშინ:

$$C_{ელ. თეს.} = 0,3 \cdot 200 \cdot 0,7 + 0,8 \cdot 50 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 10 \cdot 3 + 0,2 \cdot 60 \cdot 0,7 = 84 \text{ ლარი.}$$

დანახარჯები სასუქების შექმნაზე მთელი ფართობისათვის იანგარიშება გამოსახულებით:

$$C_{სს} = \sum_{j=1}^m F_j Q_j S_j \quad (13)$$

სადაც:  $F_j$  - j-ური სასუქის შეტანის ფართობია, ჰა;

$Q_j$  - j-ური სასუქის შეტანის ნორმა, კგ/ჰა;

$S_j$  - j-ური სასუქის ერთეულის ფასია ლარი/ჰა;

$m$  - სასუქის სახეობების რაოდენობაა. გამოყენებულია აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის მარილები, მაშინ:

$$C_{სს} = 1,25 \cdot (179 \cdot 0,7 + 125 \cdot 0,48 + 133 \cdot 0,48) = 249,14 \text{ ლარი}$$

$C_{მიწ}$  - მიწის გადასახადი - მთავრობის გადაწყვეტილებით 10ჰა-მდე ფართობი გადასახადით არ იბეგრება;

$C_{სამ. პრ}$  - დანახარჯები სამრეწველო პროდუქციის შექმნაზე 611 ლარი ;

$C_{დაზ}$  - დაზღვევის გადასახადი აიღება საერთო შემოსავლის 4-5% 237 ლარი;

$C_{გაუთ}$  - აიღება საერთო დანახარჯების 5% - 118 ლარი

მაშინ ჯამური დანახარჯები იქნება:

$$C_{\Sigma} = 1025 + 84 + 249 + 611 + 237 + 118 = 2324 \text{ ლარი}$$

საბოლოოდ საბალანსო მოგება შეადგენს:

$$P_b = 5927,6 - 2324 = 3604,6 \text{ ლარი}$$

*მეოთხე თავში* განხილულია მცირე ფერმერულ მეურნეობაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისა და აღების მანქანათა კომპლექსი, მისი შემადგენელი კონკრეტული მანქანა-იარაღები, მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, დასახულია მათი სრულყოფის ღონისძიებები.

ტექნოლოგიური ოპერაციებიდან მანქანური წესით სრულყოფილად ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავების ოპერაციების შესრულებაა შესაძლებელი, ამასთან შესაძლებლობა გვეძლევა გამოვიყენოთ ნიადაგის მინიმალური დამუშავების სისტემა კომპლექსური აგრეგატების საშუალებით. როდესაც ვმსჯელობთ კომპლექსური ტექნოლოგიების გამოყენებაზე უნდა განვიხილოთ მცირე ფერმერული მეურნეობის სპეციფიკა. კერძოდ, ის, რომ სოფლის საქონელმწარმოებლის ნაკვეთები თითქმის მთელი წლის განმავლობაში მუშავდება, ამიტომ ისინი გაყამირებას ვერ ასწრებენ და შესაძლებელია ძირითადი დამუშავების ციკლიდან ხვნის ტექნოლოგიის გამორიცხვა. ნიადაგის დამუშავების სამუშაოთა კომპლექსური შესრულებისათვის ჩვენს მიერ კონსტრუირებულია ნიადაგის ორფენოვანი და-მუშავების მოტობლოკური აგრეგატი, რომელიც აფხვიერებს ნიადაგის ზედა ფენას ჩათესვის სიღრმეზე ფრეზული დოლით მოდების მთელ განზე და აღრმავებს მას 20–22 სმ-მდე სიღრმეზე პასიური გამაფხვიერებლებით. ამრიგად ერთ აგრეგატში შერწყმულია პასიური და აქტიური მუშა ორგანოები და ფაქტიურად ახალ პრინცი-პულ გადაწყვეტას წარმოადგენს, ამიტომ საჭირო ხდება მისი კონსტრუქციისა და მუშაობის პრინციპის თეორიული დასაბუთება.

მიუხედავად იმისა, რომ როტაციული მუშა ორგანოების ინჟინრული გაანგარიშების შესახებ მრავალი ლიტერატურა არსებობს, მათი ძალური და ენერგეტიკული გაანგარიშების მეთოდი სრულყოფას საჭიროებს. საქმე იმაშია, რომ ენერგეტიკული პარამეტრები გამოითვლება, როგორც ნიადაგის კუთრი წინააღმდეგობის, ან ნიადაგის კუთრი დეფორმაციის ფუნქცია, რომლებიც თვითონ არიან დასა-მუშავებელი ობიექტის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების, მჭრელი ელემენტის და მისი ამძრავის კონსტრუქციული, დინამიკური და კინემატიკური პარამეტრების ფუნ-ქცია. ფრეზის მჭრელი ელემენტებით ნიადაგის ჭრის პროცესის სრულყოფის ერთ-ერთ შესაძლო ვარიანტს წარმოადგენს მისი განხილვა დარტყმის თეორიის პოზი-ციიდან.

განსახილველი პროცესი მიეკუთვნება ადგილობრივ დეფორმაციებიან კონტაქტურ დინამიკურ ამოცანებს. ფრეზირების დროს პროცესის ხარისხობრივი ანალიზისათვის, პირველი მიახლოებებით, ადგილობრივი დეფორმაციის კანონად შეიძლება ჰერცის ფორმულის გამოყენება:

$$P = ka^{\frac{3}{2}} \quad (14)$$

სადაც  $k$  კოეფიციენტი დამოკიდებულია დარტყმაში მონაწილე სხეულების კონ-ტაქტის ზედაპირების გეომეტრიაზე, მასალის თვისებებზე და გამოითვლება გამო-სახულებით:

$$k = \frac{4}{3} \frac{\pi}{\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}} \frac{q_k}{\sqrt{A+B}}, \quad (15)$$

სადაც:  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $v_1$  და  $v_2$  - მჭრელი ელემენტისა და ნიადაგის დრეკადობისა და პუასონის კოეფიციენტებია შესაბამისად;

$q_k$ ,  $A$  და  $B$  - ორი შემხები ზედაპირის გეომეტრიის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტები.

დაშვებების გათვალისწინებით, რომლებიც სამართლიანია როგორც ფრეზის მჭრელი ელემენტის მასალის, ისე ნიადაგისათვის, კოეფიციენტი  $k$  განისაზღვრება შედარებით გამარტივებული ფორმულით:

$$k = 1,33E\sqrt{R}, \quad (16)$$

სადაც:  $E$  - ნიადაგის დრეკადობის მოდულია,  $R$  - მჭრელი ელემენტის ბასრი პირის სიმრუდის რადიუსი.

ჭრის დარტყმითი ძალის განსაზღვრისათვის გვაქვს მოძრაობის განტოლება

$$M \frac{d^2\alpha}{dt^2} = -ka^{\frac{3}{2}}, \quad (17)$$

სადაც:  $M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

აბსოლუტურად მყარი სხეულის დრეკად სხეულთან, სასოფლო-სამეურნეო მასალასთან ურთიერთქმედების პირობებში, დარტყმითი ძალა შეიძლება განვსაზღვროთ აკად. ლ. მახარობლიძის ფორმულით:

$$P_{\max} = 1,576K \left( \frac{mV^2}{k} \right)^{\frac{3}{5}} \left[ 1 + 0,9 \frac{1}{\tau} \left( \frac{M}{K} \right)^{\frac{2}{5}} \frac{1}{V_0^{\frac{1}{5}}} \right]^{\frac{3}{5}}, \quad (18)$$

სადაც:  $V_0$  - დამრტყმელი სხეულის სიჩქარე;  $\tau$  - რელაქსაციის დროა.

ფორმულა 18 შეიძლება გამოვიყენოთ ფრეზირების პროცესის ძალური და ენერგეტიკული მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის. ფრეზის მუშა ორგანო მონაწილეობს ორი სახის მოძრაობაში აგრეგატის გადატანით და დოლის ბრუნვით მოძრაობებში. ჰორიზონტალურ ღერძიანი დოლის მუშა ორგანოების მოძრაობის ტრეექტორია წარმოადგენს ციკლოიდას, რომლის ფორმის ცვლილებაზე მოქმედებს გადატანითი და წრიული სიჩქარეების შეფარდება (კინემატიკური ფაქტორი)-

$$\lambda = \frac{V}{V_a} = \frac{\omega R_{\psi}}{v_a}, \quad \text{სადაც } \omega - \text{დოლის კუთხური სიჩქარეა, } R_{\psi} - \text{ფრეზული დოლის ბოლო}$$

წერტილის რადიუსი;  $v_a$  - აგრეგატის გადატანითი სიჩქარე. როტაციულ ნიადაგდამმუშავებელ მანქანებში, როგორც წესი,  $\lambda > 1$ , ამიტომ მუშა ორგანოების აბსოლუტური ტრეექტორია წარმოადგენს წაგრძელებულ ციკლოიდას. მუშა ორგანოს მოძრაობის აბსოლუტური ანუ ჭრის სიჩქარე განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$V_0 = V_a \sqrt{\lambda^2 \pm 2\lambda \sin \alpha + 1}, \quad (19)$$

სადაც:  $\alpha = \omega t$  - დოლის საწყისი მდგომარეობიდან შემობრუნების კუთხეა.

გამოსახულებაში ქვედა ნიშანი შეესაბამება ფრეზის პირდაპირ და ზედა უკუ მიმართულებით ბრუნვას. ჭრის ზონაში მაქსიმალურ სიჩქარეს შეესაბამება: პირ-დაპირი ბრუნვის დროს  $V_0 = V_a \sqrt{\lambda^2 + 1}$ ; უკუ ბრუნვის დროს კი  $V_0 = V_a (\lambda + 1)$  დარტყმის წერტილში დაყვანილი როტორის მასა

$$m_1 = I / R_{\psi}^2, \quad (20)$$

სადაც:  $I$  - როტორის ინერციის მომენტი,  $R_{\psi}$  - ფრეზის დიამეტრია, გაიზომება დარტყმის წერტილიდან. დარტყმაში მონაწილე ნიადაგის მასა

$$m_2 = \rho V, \quad (21)$$

სადაც:  $\rho$  – ნიადაგის სიმკვრივეა;  $V$  – ნიადაგის ანათალის მოცულობაა, რომელიც მიახლოებით გათვლებისათვის იანგარიშება გამოსახულებით:

$$V = S a b \quad (22)$$

სადაც:  $a$  და  $b$  – ანათალის სიღრმე და სისქეა;  $S$  – მიწოდებაა.

ერთი დანის ტრაექტორია მისი მეზობელი დანის ტრაექტორიისაგან აცდენილია  $S$  – მანძილზე, რომელსაც მიწოდება ეწოდება.  $S = V_a \cdot t$ , სადაც:  $t$  – დროა, რომლის განმავლობაშიც დანა შემობრუნდება კუთხით, რომელიც მეზობელ დანებს შორის კუთხის  $2\pi/z$  ტოლია, მაშინ დრო  $t = 2\pi/z\omega$  და მიწოდება

$$S = \frac{2\pi V_a}{z\omega} = \frac{2\pi R_\psi}{\lambda z} \quad (23)$$

23 და 24 ფორმულების 22 ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ დარტყმის მონაწილე ნიადაგის ანათალის მასას, რომელიც ტოლია:

$$m_2 = \frac{2\pi R_\psi}{\lambda z} \rho ab \quad (24)$$

მაშინ 19 ფორმულაში საერთო დაყვანილი მასა განისაზღვრება გამოსახულებით

$$M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{2\pi I R_\psi \rho ab}{I \lambda z + 2\pi R_\psi^3 \rho ab} \quad (25)$$

შევიტანთ რა 16, 19 და 25 ფორმულების მნიშვნელობებს 18 ტოლობაში მივიღებთ ნიადაგის ფრეზირების დროს დარტყმითი წრიული ძალის საანგარიშო ფორმელას:

$$P_{\max} = 2,096 E \sqrt{R} \left[ \frac{2\pi I R_\psi \rho ab V_a^2 (\lambda^2 + 1)}{(I \lambda z + 2\pi R_\psi^3 \rho ab) 1,33 E \sqrt{R}} \right]^{\frac{3}{5}} \square$$

$$\left\{ 1 + 0,09 \frac{1}{\tau} \left[ \frac{2\pi I R_\psi \rho ab}{(I \lambda z + 2\pi R_\psi^3 \rho ab) 1,33 E \sqrt{R}} \right]^{\frac{2}{5}} \frac{1}{(V_a \sqrt{\lambda^2 + 1})^{\frac{1}{5}}} \right\}^{\frac{3}{5}} \quad (26)$$

ნიდაგებისათვის ფიგურულ ფრჩხილებში მოთავსებული მეორე წევრი იმდენად მცირეა ერთთან შედარებით, რომ იგი შეიძლება უგულებელვყოთ. მაშინ დავაჯგუფებთ რა მუდმივ წევრებს და გავითვალისწინებთ ჭრამში ერთდროულად მონაწილე დანების რიცხვს, მივიღებთ:

$$P_{\max} = 5,23 E^{\frac{2}{5}} R^{\frac{1}{5}} \left[ \frac{I R_\psi \rho ab V_a^2 (\lambda^2 + 1)}{I \lambda z + 2\pi R_\psi^3 \rho ab} \right]^{\frac{3}{5}} z \quad (27)$$

უკუ სვლის ფრეზებისათვის 27 ფორმულაში გამოსახულება  $V_a^2 (\lambda^2 + 1)$  უნდა შეიცვალოს გამოსახულებით.  $V_a (\lambda + 1)^2$  ფორმულა 27 ითვალისწინებს ფრეზირების პროცესის გეომეტრიულ, კინემატიკურ და დინამიკურ ფაქტორებს, აგრეთვე დასამუშავებელი ნიადაგის ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებს, მაგრამ ზუსტად ვერ გამოსახავს ისეთ ფაქტორებს, როგორებიცაა ახლეჩვის წინააღმდეგობა, დანის ალეს-ვის კუთხე და სხვა.

ამ ფაქტორების გასათვალისწინებლად 27E ფორმულის მარჯვენა მხარეს უნდა დაემატოს კიდევ ერთი წევრი  $f P_{\max}$ , ამ მოსაზრების გათვალისწინებით ნიადაგის ფრეზირებით ჭრის ძალა შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულით:

$$P_{\max} = 5,23E^{\frac{2}{5}}R^{\frac{1}{5}} \left[ \frac{IR_{\phi}\rho abV_a^2(\lambda^2+1)}{I\lambda z + 2\pi R_{\phi}^3\rho ab} \right]^{\frac{3}{5}} \frac{z'}{1-f} BA \quad (28)$$

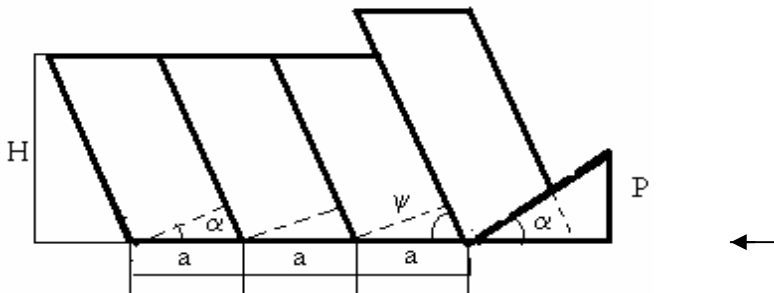
28 ფორმულის საშუალებით შესაძლებელია დარტყმითი დამაბულობის მაქსიმალური მნიშვნელობის განსაზღვრა:

$$\sigma_{\max} = 5,23 \frac{E^{\frac{2}{5}}R^{\frac{1}{5}}}{ab} \left[ \frac{IR_{\phi}\rho ab \frac{\lambda^2+1}{\lambda} V_{\phi}^2}{I\lambda z + 2\pi R_{\phi}^3\rho ab} \right]^{\frac{3}{5}} k \quad (29)$$

თუ დაუშვებთ, რომ ნიადაგის სიმტკიცის ზღვარი  $\sigma_{\max}$  ტოლია ძაბვის მაქსიმალური მნიშვნელობისა, ე.ი.  $\sigma_{\max} = \sigma_{np}$ , გარკვეული გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ კრიტიკული სიჩქარის საანგარიშო ფორმულას:

$$V_{\phi(kr)} = \sqrt{\frac{\sigma_{np}^{\frac{5}{3}}(I\lambda z + 2\pi R_{\phi}^3\rho ab)(ab)^{\frac{2}{3}}}{(5,23)^{\frac{5}{3}}E^{\frac{2}{3}}R^{\frac{1}{3}}IR_{\phi} \frac{\lambda^2+1}{\lambda} k^{\frac{5}{3}}}} \quad (30)$$

აკად. ვ. პ. გორიაჩკინი მიუთითებს, მიუხედავად იმისა, რომ არსებობენ სხვადასხვა ფორმის მუშა ორგანოები, მათ მიერ ნიადაგის მსხვრევით დამუშავება დაიყვანება სოლის მოქმედების მარტივ სქემაზე, სოლის მუშაობის საკითხის გადაწყვეტა კი მხოლოდ დრეკადობის თეორიის გამოყენებითაა შესაძლებელი.



სურ. 1. პასიური მუშა ორგანოებით ნიადაგის დამსხვრევის მექანიზმი

პასიური მუშა ორგანოებით ნიადაგის მსხვრევის პროცესი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით (სურ. 1), სოლი ჩაიწნეხება მასალაში ცვლადი დაწნე-ვით. თავიდან ეს დაწნევა ნულის ტოლია და შემდეგ თანდათანობით იზრდება. სოლის ნიადაგში რაღაც მანძილზე ჩაღრმავებასთან ერთად კუმშვის წინააღმდე-გობა იზრდება იმ ზღვრამდე, რომელიც საკმარისია ნიადაგის ელემენტის რაღაც  $\psi$  ირიბი კუთხით ასახლეჩად. ახლეჩვის შემდეგ ელემენტი აცურდება ახლეჩვის სიბრტყესა და სოლის მუშა ზედაპირზე. შემდგომ ეს პროცესი მეორდება და მიი-ღება ერთმანეთის მიმართ დამრული ბელტები. აგროტექნიკური მოთხოვნებით და-საშვები მსხვრევის ხარისხის მისაღებად რესურსდამზოგი ტექნოლოგიის დროს ორივე ოპერაცია ტარდება ერთდროულად, ამასთან ბელტების დამატებითი დამუშავება ტარდება როტაციული მუშა ორგანოებით. გამაფხვიერებელი თათისა და ფრეზული დოლის ერთდროული ზემოქმედება ნიადაგზე წარმოდგენილია სურ. 2-ზე. ეს მუშა





ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის პროექტი-რების დროს შესრულებული თეორიული გათვლების შედეგებისა და საპროექტო მონაცემების მიხედვით ვიანგარიშით ამ აგრეგატის საექსპლოატაციო და რეჟი-მული პარამეტრები.

30-ე ფორმულაში შემავალი სიდიდეები შევარჩიოთ საპროექტო მონაცემების მიხედვით:  $\rho = 1600 \text{ კგ/მ}^3$ ;  $\sigma_{np} = 04.10^6 \text{ ნ/მ}^2$ ;  $E = 2.10^6 \text{ ნ/მ}^2$ ;  $\square a=0,12 \text{ მ}$ ;  $b=0,1 \text{ მ}$ ;  $R=25 \text{ მ}$ ;  $R\varphi=0,155\text{მ}$ ;  $I=0,017\text{კგ/მ}^2$ ;  $z=4$ ;  $k=4$ . 30 ფორმულის მიხედვით ჩატარებული გამოთვლის შედეგების მიხედვით  $V_{\varphi} = 3,1 \text{ მ/წმ}$

გათვლილი კრიტიკული სიჩქარის მიხედვით ვანგარიშობთ დარტყმითი ჭრის ძალის მაქსიმალურ მნიშვნელობას 28-ე ფორმულის მიხედვით  $P_{max} = 932 \text{ ნ}$

ტექნოლოგიური დარტყმითი  $NI$ ჭრისათვის აუცილებელი სიმძლავრე ტოლია:

$$N = P_{max} \cdot V_{\varphi} = 932 \cdot 3,1 = 2889 \text{ ვტ} = 2,9 \text{ კვტ.}$$

ფრეზული დოლის შემოთავაზებული კონსტრუქციული პარამეტრებია: დოლის რადიუსი  $R = 0,155\text{მ}$ ;  $z = 4$ ;  $a = 20^{\circ}$ ;  $H = 0,2\text{მ}$ ;  $\varphi = 30^{\circ}$ ;  $\varphi_1 = 45^{\circ}$ . ამ მონაცემების ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ, რომ მანძილი ფრეზული დოლის ბრუნვის ღერძიდან გამაფხვიერებელი თათის წვერამდე  $a = 0,072 \text{ მ}$ . კინემატიკური პარამეტრი

$$\lambda = \frac{2,3,14,0,125}{4,0,072} = 2,72$$

ზემოდ მოყვანილი გაანგარიშებით  $V_{\varphi} = 3,1\text{მ/წმ}$ , მაშინ  $V_a = V_{\varphi} / \lambda = 3,1 / 2,72 = 1,13 \text{ მ/წმ}$  აგრეგატის გადატანითი მოძრაობის სიჩქარეა; დოლის ბრუნვის სიხშირე:

$$n = \frac{30V_{\varphi}}{\pi R} = \frac{30 \cdot 3,1}{3,14 \cdot 0,155} = 191 \text{ მუნ}^{-1};$$

ჭრის დაწყების კუთხე იანგარიშება 35-ე ფორმულის მიხედვით:

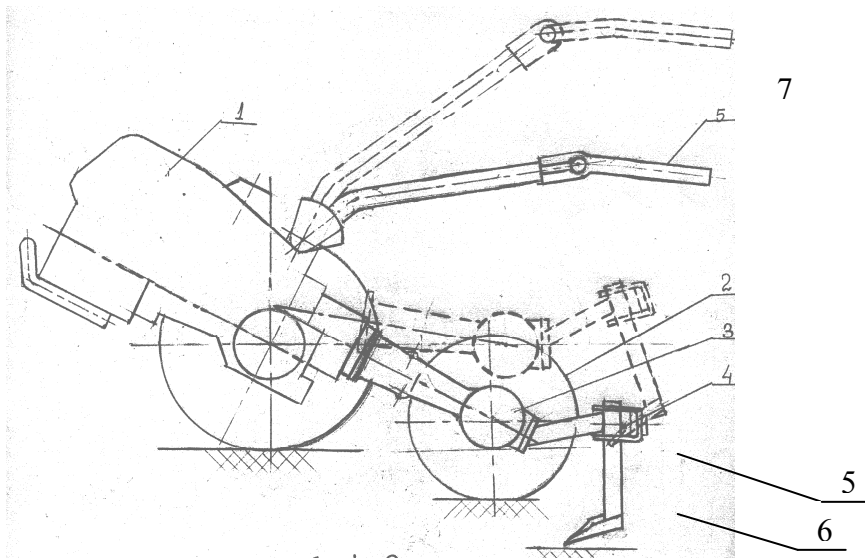
$$\beta_H = \arccos\left(1 - \frac{0,2}{0,155}\right) = 78^{\circ},$$

ხოლო ფრეზის დოლის ბრუნვის ღერძი გამაფხვიერებელი თათის წვერის წინ გადაწეული უნდა იყოს მანძილზე:

$$\ell = 0,125 \sin 78^{\circ} - 0,2 \text{ctg}(-5^{\circ}) = -0,095 \text{ მ.}$$

ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატის თეორიული პარამეტრების მიხედვით დამუშავებულია ამ აგრეგატის კონსტრუქცია, რომლის მიხედვითაც ინსტიტუტის მექანიკურ ქარხანაში შეიქმნა ექსპერიმენტული ნიმუში.

ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების ექსპერიმენტული მოტობლოკური აგ-რეგატი შედგება: მოტობლოკისა «სუპერ – 610» 1 და ორფენოვანი დამუშავების



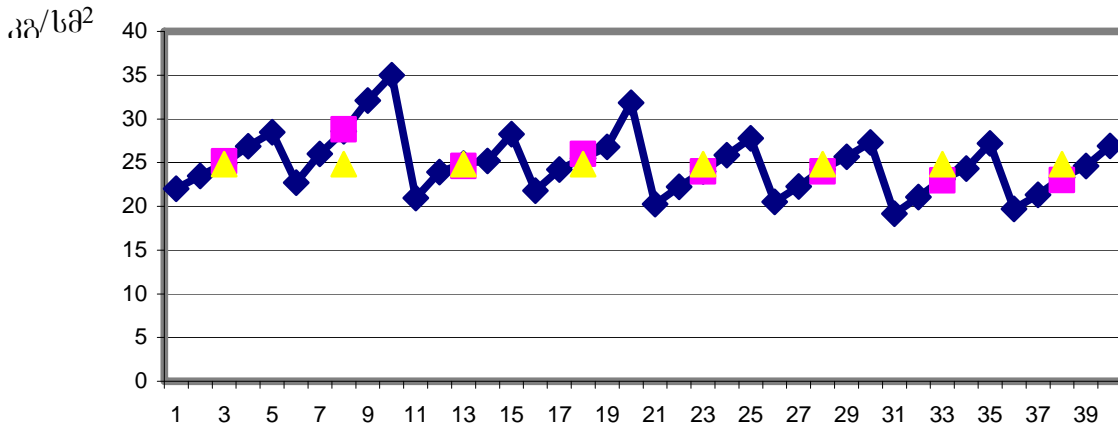
სურ. 3. ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების კომბინირებული საკიდი აგრეგატი.

მანქანისაგან. მანქანის შემადგენლობაში შედის მოტობლოკის სერიული ფრეზი 2, ფრეზის სვლის სიღრმის მარეგულირებელი თათის კრონშტეინში 4. მაგრდება ნიადაგის ღრმად გამაფხვიერებელი 5, ჩიზელის ტიპის 6 თათი, ფრეზა აღიძვრება მოტობლოკის სიმძლავრის ამრთმევი ლილვიდან კარდანული გადაცემით, რომლის გარცმით 3 ფრეზა მონტაჟდება მოტობლოკზე. ჩაჭიდების ძალის გასაზრდელად მოტობ-ლოკზე დამაგრებულია ტვირთები. ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატის კონსტრუქციული საექსპლოატაციო მაჩვენებლებია: მოდების განი 70 სმ, ფრეზირების სიღრმე 10 -12 სმ, ღრმა გაფხვიერების სიღრმე 20 – 22 სმ.

**მეხუთე თავში** განხილულია შემოთავაზებული ტექნოლოგიებისათვის, ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის ექსპერიმენტალური კვლევის მეთოდოლოგია და ანალიზი.

აგრეგატის საველე გამოცდისათვის ექსპერიმენტული ნაკვეთი შეირჩა კასპის რაიონის სოფელ ზემო ჩოჩეთის მცირე ფერმერული მეურნეობის ტერიტორიაზე. ნაკვეთი თავისი კონფიგურაციით და ბუნებრივ-ნიადაგობრივი მახასიათებლებით დამახასიათებელია შიდა ქართლის მცირე ფერმერული მეურნეობების მიწის სავარ-გულებისათვის. მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების რაოდენობის მიხედვით შეირჩა 8 ექსპერიმენტული მონაკვეთი სიგანით 2 მეტრი, რომელიც შეესაბამება აგრეგატის 2 მოდების განს, სიგრძით 50 მეტრს, ათვლის მონაკვეთი შეადგენს 30 მეტრს. ყოველი ცდა ტარდება ორი მიმართულებით, წინ და უკან. ექსპერიმენტული ნაკვეთის ნიადაგის სიმკვრივის დასადგენად გამოყენებულია რევიაკინის სიმკვრივის მზომი. ექსპერიმენტული ნაკვეთის საშუალო სიმკვრივეა 23,5 კგ/სმ<sup>3</sup>. ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის სისქეა 35 - 38 სმ. ნიადაგის სიმკვრივის ანალიზი ჰორიზონტების მიხედვით გვიჩვენებს, რომ იგი თანდათან იზრდება სიღრმის ზრდის შესაბამისად. სიმკვრივის ეს ცვლილება გამოწვეულია ნიადაგის მინიმალური დამუშავების სისტემის გამოყენებით, რომელიც ითვალისწინებს ნია-დაგის აქტიურ დამუშავებას 15-22სმ-ის სიღრმეზე, ქვედა ფენა კი მუდმივად იტკეპ-ნება, რაც გარკვეული პერიოდის შემდეგ არღვევს აერაციისა და ფილტრაციის რეჟიმებს. აქედან გამომდინარე გრძელვადიან ტექნოლოგიაში

საჭიროა გავითვა-ლისწინოთ 5 - 6 წელიწადში ერთხელ ნიადაგის ღრმად გაფხვიერება 30 -35 სმ-ის სიღრმეზე.

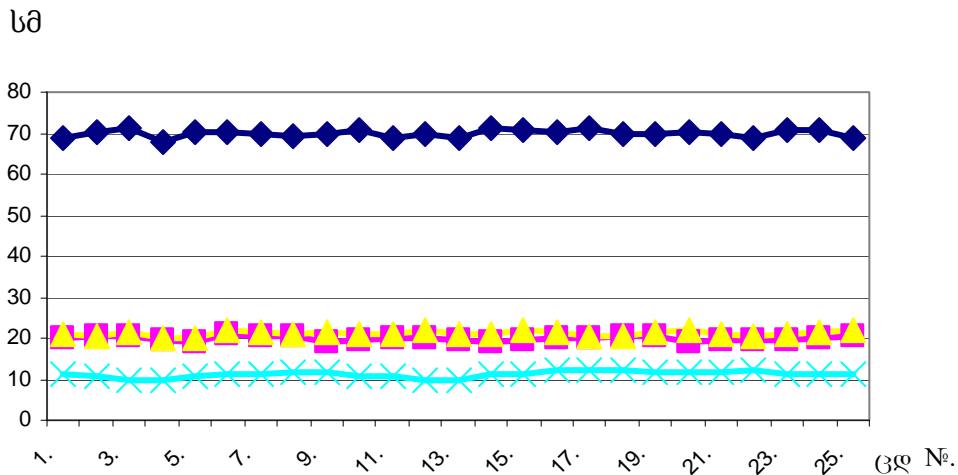


სურ. 4. ნიადაგის სიმკვრივის ცვლილების გრაფიკი  
 ◆ - სიმკვრივეა ჰორიზონტალების მიხედვით, კგ/სმ²;  
 □ - ცალკეული ცდების საშუალო სიმკვრივეა, კგ/სმ²;  
 △ - ექსპერიმენტალური ნაკვეთის საშუალო სიმკვრივეა, კგ/სმ².

ნიადაგის ტენიანობა განისაზღვრა რვავე საცდელ მონაკვეთზე. ჰორიზონტალების მიხედვით ტენიანობა იცვლება 18 – 26 %-ის ფარგლებში, მაგრამ მკვეთ-რად გამოსახული კანონზომიერება ჰორიზონტალების მიხედვით ტენიანობის ცვლი-ლებისა არ შეიმჩნევა. ცდების მიხედვით ნიადაგის საშუალო ტენიანობა მერყეობს 19 – 24 %-ის ზღვრებში, ხოლო ექსპერიმენტული ნაკვეთის საშუალო ტენიანობაა 22,35 %. მიუხედავად იმისა, რომ ექსპერიმენტის ჩატარების პერიოდში ნიადაგის ტენიანობა მცენარის განვითარებისათვის საჭირო ოპტიმალურ ზღვრებშია, მაინც შეიმჩნევა მიდრეკილება ფილტრაციისაკენ. აქედან გამომდინარე საჭიროა სავ-არგულების პერიოდული მორწყვა, განსაკუთრებით ზაფხულის პერიოდში, ამიტომ ეს ოპერაცია უნდა გავითვალისწინოთ რაციონალური მანქანური ტექნოლოგიის შედგენის დროს.

ექსპერიმენტის პერიოდში დაფიქსირდა აგროტექნიკური მაჩვენებლებიც: მო-დების განი, გაფხვიერების ხარისხი, დამუშავების სიღრმეები და სარეველების მოჭრის ხარისხი.

ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ აგრეგატის მოდების გა-ნის მათემატიკური ლოდინი  $\bar{B} = 69,9$  სმ, საშუალო კვადრატული გადახრა  $\sigma = \pm 0,88$  სმ და ვარიაციის კოეფიციენტი  $V=1,26\%$ , ე.ი. გადახრა საწყისი მონაცემი-დან ექსპერიმენტის ცდომილების ფარგლებშია. (ნახ. 5). ანალოგიური მდგომარეო-



სურ.5. აგრეგატის აგროტექნიკური მაჩვენებლების ცვლილების გრაფიკი  
 ◆ - ფრეზის მოდების განია, სმ; □ თათით გაფხვიერებული ზოლის სიგანეა, სმ; Δ- გაფხვიერების სიღრმეა, სმ; X- ფრეზირების სიღრმეა, სმ.

ბა გვაქვს გამაფხვიერებელი თათის მოდების განის შემთხვევაში, სადაც  $\bar{b} = 19,9$  სმ, საშუალო კვადრატული გადახრა  $\sigma = \pm 0,61$  სმ და ვარიაციის კოეფიციენტი  $V = 3,06\%$ . შესაბამისად, იგივე მახასიათებლები შეადგენს: გაფხვიერების სიღრმი-სათვის 21,16 სმ,  $\pm 0,60$  სმ, 2,8% და ფრეზირების სიღრმისათვის 11,02 სმ,  $\pm 0,65$  სმ და 5,9%. როგორც მოყვანილი ციფრების და გრაფიკის (სურ.5) ანალიზი გვიჩვენებს, მახასიათებლების საჭირო მნიშვნელობებიდან გადახრა  $\pm 1 - 1,5$  სმ -ის ფარ-გლებშია, ვარიაციის კოეფიციენტების შედარებით მაღალი სიდიდე გამოწვეულია ფრეზის მოქმედებით, ეს მაჩვენებელი კიდევ უფრო მაღალი იქნებოდა, მაგრამ ჩამხ-შობის ფუნქციას ღრმად გამაფხვიერებელი თათი ასრულებს. იგი არა მარტო ღრმად აფხვიერებს ნიადაგს, არამედ სიღრმის მარეგულირებელსაც წარმოადგენს. სარეველების მოსპობის მხრივ ფრეზული დოლი სრულყოფილი მუშა ორგანოა. ექსპერიმენტის დროს მოჭრილი სარეველების რაოდენობამ შეადგინა 99,6%, ე. ი. შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ მოხდა სარეველების სრული განადგურება

ნიადაგის გაფხვიერების ანალიზის დროს მოწმდება ორი ზონა, ფრეზითა და კულტივატორის თათით გაფხვიერების ზონები. ფრეზით გაფხვიერების ზონა წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურის თესლისა და ფესვთა სისტემის განლაგების ზონას, ამიტომ საჭიროა ამ ზონაში წვრილკომპოვანი, სტრუქტურული ფენის შექმნა. სინჯების გრანულომეტრული ანალიზი გვიჩვენებს, რომ პროცენტულად ძირითადი მასის 65,3 %-ის ზომებია 10 - 1მმ<sup>2</sup>, ის ფრაქციები, რომლებიც გამოდის აგროტექნიკური მოთხოვნების ფარგლებიდან წარმოადგენილია 8,8% მსხვილი ფრაქცია და 10% მტვრისებრი ფრაქცია.

მეორე ზონა, პასიური მუშა ორგანოთი გაფხვიერებული, ემსახურება აერაციისა და წყლის რეჟიმების გაუმჯობესებას, იგი მსხვილკომპოვანი სტრუქტურით ხასიათდება: 50 - 25მმ<sup>2</sup> ფრაქცია შეადგენს 63%, დანარჩენი ფრაქციები კი შეადგენს 100 - 50 - 11,75%; 25 - 10 - 19% და 10 - 1 - 6,2%. ე.ი. ნიადაგის გრანულომეტრული შედგენილობა სავსებით აკმაყოფილებს ტექნოლოგიური პროცესის აგროტექნიკურ მოთხოვნებს. ამრიგად, ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატი აგროტექნიკური

მაჩვენებლების მიხედვით სტაბილურ სისტემას წარმოადგენს და ოპტიმალურ გარემოს ქმნის მცენარეთა აქტიური განვითარებისათვის.

ექსპერიმენტის დროს ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის ენერგეტიკული შეფასებისათვის სპეციალურ შუქმგრძნობიარე ქალალ-დზე ფიქსირდებოდა მოტობლოკის სავალ თვლებთან მიყვანილი და ფრეზის ამერი-სათვის საჭირო მგრები მომენტები. ოსცილოგრამების დამუშავება მოხდა მათემა-ტიკური სტატისტიკისა და ალბათობის თეორიის ძირითადი მცნებების მიხედვით.

გაანგარიშების შედეგად აგებული ჰისტოგრამები მიუთითებს, რომ პროცესი ემორჩილება ნორმალური განაწილების კანონს. მიღებული მგრები მომენტების, მათი საშუალო კვადრატული გადახრებისა და ვარიაციის კოეფიციენტების მნიშვნელობები მიუთითებს ცდის შედეგების მაღალ საიმედოობაზე და ამ მაჩვენებლების შემდგომი გაანგარიშებისათვის ვარგისიანობაზე. ცდის შედეგების მიხედვით გაანგარიშებულია ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებისათვის საჭირო ჯამური სიმძლავრე და პროცესის შესრულების რეალური სიჩქარეები. როგორც გაანგარიშების შედეგები გვიჩვენებს სიმძლავრის ჯამური ხარჯი არ აღემატება 2,5 კილოვატს, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ კომპლექსურ აგრეგატზე შეგვიძლია დავამონტაჟოთ გამომტესი აპარატიც. იმავე გაანგარიშების მიხედვით სიმძლავრის ცვლილების კანონზომიერება მიუთითებს, რომ მისი გამოყენება შესაძლებელია რეგრესული ანალიზის კრიტერიუმად ე.ი.  $N_i = y_i$ . მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტის დაგეგმვის მეთოდისა და უკვე განვსაზღვრეთ, რომ ოპტიმუმისაკენ მოძრაობისათვის ძირითადად საკმარისია წრფივი მოდელი, მარტივი სამფაქტორიანი ექსპერიმენტი-სათვის იგი მიიღებს სახეს:

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{13}X_1X_3 \quad (36)$$

აღნიშნული დაშვებებიდან გამომდინარე მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტის ოპტიმალური გეგმა მიიღებს სახეს:

ცდის №	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	აღნი-შვნა	შედეგი y <sub>i</sub> N <sub>i, კვბ</sub>
1	-	-	+	-	c	2,333
2	-	+	-	+	b	2,086
3	+	-	-	-	a	2,223
4	+	+	+	+	abc	2,465
5	-	-	-	+	(1)	2,107
6	-	+	+	-	bc	2,447
7	+	-	+	+	ac	2,461
8	+	+	-	-	ab	2,221

როგორც კოეფიციენტების მნიშვნელობები გვიჩვენებს პროცესის შესრულებისათვის საჭირო სიმძლავრე მაქსიმალურადაა დამოკიდებული აგრეგატის გადაადგილების სიჩქარეზე, შემდეგ ფრეზაზე და ყველაზე ნაკლებად გამაფხვიერებელ თათზე. აქედან გამომდინარე ურთიერთქმედების ეფექტი ვიანგარიშოთ ფრეზასა და სიჩქარეს შორის X<sub>1</sub>X<sub>3</sub> ე.ი.

$$b_4 = \frac{-2,233 + 2,086 - 2,223 + 2,465 + 2,107 - 2,447 + 2,461 - 2,221}{8} = -0,0006 \text{ კვბ}$$

ურთიერთქმედების ეფექტი იმდენად მცირეა, რომ იგი შეიძლება უგულებელვყოთ და რეგრესიის განტოლება იქნება:

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 = 2,293 + 0,022 X_1 + 0,024 X_2 + 0,134 X_3$$

ვიანგარიშით საშუალო კვადრატული გადახრა და საშუალო კვადრატული ცდომილება:

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{n-1} = \frac{0,636}{7} = 0,091; \quad S = \sqrt{0,091} = 0,3;$$

გაანგარიშების საიმედოებას ვამოწმებთ სტიუდენტის კრიტერიუმით t, ამრიგად, ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით დასტურდება, რომ თეორიული და კონსტრუქციული გაანგარიშებების მიხედვით შექმნილი ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატი სავსებით აკმაყოფილებს ტექნოლოგიური პროცესის აგროტექნიკურ და აგრეგატის ენერგეტიკულ მოთხოვნებს.

ვიკვლევთ მოდელს ვარგისიანობაზე, ე. ი. ვამოწმებთ მოდელის ადეკვატურობას. Mმოდელის ადეკვატურობის ჰიპოტეზა მოწმდება ფიშერის F კრიტერიუმით. გაანგარიშების მიხედვით F=0,055. სანდო ინტერვალი განისაზღვრება ფორ-მულით:  $\Delta bi = \pm t \cdot S_{[bi]} = \pm 2,37 \cdot 0,3 = \pm 0,71$  ე.ი. სანდო ინტერვალის ზედა ზღვარია 3,003 და ქვედა ზღვარია 1,5843 ამრიგად აგრეგატის მიერ შესრულებული სამუშაოსათვის საჭირო სიმძლავრე თავსდება სანდო ინტერვალის ზღვრებში.

**მექვსე თავში** აგრეგატის გამოყენების რენტაბელობის დადასტურების მიზნით ჩატარებულია შედარებითი ეკონომიკური გაანგარიშება ექსპერიმენტალურ კომბინირებულ აგრეგატსა და არსებული ტექნოლოგიით გათვალისწინებულ აგრეგატებს შორის.

განსხვავება ახალ და არსებულ ტექნოლოგიებში ძირითადად შეეხება სამუშაოთა პირველ ციკლს - ნიადაგის ძირითადი, თესვის წინა დამუშავებისა და თესვის ოპერაციების ციკლს. შედარებითი ეკონომიკური ეფექტის გამოთვლისათვის საკმარისია გავიანგარიშოთ დანახარჯები ამ ციკლის შესრულებაზე ორივე ტექნოლოგიისათვის და შევადაროთ ისინი, რისთვისაც ვადგენთ შესაბამის ტექნოლოგიურ რუქებს (ცხრილი 6):

ცხრილი 6

№	ტექნოლოგიური პროცესების დასახელება	აგრეგატის შედეგნილობა		მწარმოებლობა W		დანახარჯები ოპ. შესრულ. ლარი
		მოტობლოკი	მანქანა	საათ. ჰა/სთ	ცვლ. ჰა/ცვ	
ნიადაგის ძირითადი, თესვისწინა დამუშავების და თესვის არსებული ტექნოლოგია						
1.	ნიადაგის აოშვა	მბ-1	5ფ6რ7ეზა	0,15	1,05	34,2
2.	მინერალური სასუქის მოზნევა	მბ-1	ურიკა	0,17	1,12	25,34
3.	ნიადაგის ხვნა 20-22სმ სიღრმეზე	მბ-1	1 ტან. გუთანა	0,04	0,28	115,88
4.	ნიადაგის კულტივაცია 10-12 სმ სიღრმეზე	მბ-1	ფრეზა	0,06	0,42	50,68
5.	თესვა მოტკეპნით	მბ-1	სათესი	0,1	0,7	30,27
	სულ					256,37
I ციკლის ოპერაციები შემოთავაზებული ტექნოლოგიით						
1	სასუქის მოზნევა	«სუპერ»	ურიკა	0,17	1,12	25,34
2	ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავება, სასუქის ჩაკეთება, თესვა და მოტკეპნა	«სუპერ-610»	ექსპერ. კომბინ. მანქანა	0,05	0,35	65,4
	სულ					90,74

არსებული ტექნოლოგიით 1,25 ჰა პირველი ციკლის ოპერაციები ჯდება 256,37 ლარი, (ცხრილი 6) შემოთავაზებული ტექნიკით კი 90,74 ლარი, ე. ი. საბალანსო მოგება შეადგენს:

$$PP = 256,37 - 90,74 = 165,63 \text{ ლარს}$$

რაც ყოველ ჰექტარზე შეადგენს 132,5 ლარს.

ამრიგად ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის გამოყენება გამართლებულია არა მარტო აგროტექნიკური მოთხოვნების მიხედვით, არამედ ეკონომიკური თვალსაზრისითაც, იძლევა მნიშვნელოვან მოგებას.

### ს ა ე რ თ ო დ ა ს კ ვ ნ ე ბ ი

1. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის არსებული მაღალი ტექნოლოგიების უცვლელად გამოყენება მცირე ფერმერულ მეურნეობაში არარენტაბელური და ხშირად შეუძლებელიც კი არის;
2. მცირე ფერმერულ მეურნეობებში, საწარმოო ფართობების სიმცირის გამო, მიზანშეწონილია მაღალი მანქანური ტექნოლოგიებისა და ხელით შრომის შერეული გამოყენება;
3. მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების სპეციფიკა საშუალებას იძლევა მიმდინარე ტექნოლოგიიდან გამოვტოვოთ ხვნის ოპერაცია, ხოლო გრძელვადიან ტექნოლოგიაში გავითვალისწინოთ ხვნა 4-5 წელიწადში ერთხელ;
4. მცირე ფერმერულ წარმოებაში მიზანშეწონილია კომპლექსური ტექნოლოგიების და აგრეგატების გამოყენება. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ხორბლის, სიმინდ-ლობიოსა და კარტოფილის მოვლა-მოყვანისა და აღების მაღალი ტექნოლო-გიები ითვალისწინებენ კომპლექსური მანქანების მაქსიმალური გამოყენების ხარჯზე ნიადაგზე მექანიკური ზემოქმედების შემცირებას და მისი სტრუქტურის გაუმჯობესებას, მინიმალური დამუშავების სისტემის დანერგვას;
5. მცირე ფერმერულ მეურნეობაში ფართობის სიმცირისა და ნაკვეთის რთული კონფიგურაციის გამო რენტაბელურია 2 კნ წვევის კლასის ტრაქტორების, მოტობლოკებისა და მოტოკულტივატორების გამოყენება;
6. მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის მანქანათა კომპლექსის ოპტიმალური შერჩევა არსებული ოპტიმიზაციის მეთოდებით შეუძლებელია გამოსაყენებელი ტექნიკის ნომენკლატურისა და რაოდენობის შეზღუდულობისა და ერთი მეურნეობის ფარგლებში წვევის საშუალებების ნორმატიული დატვირთვის მიღწევის შეუძლებელობის გამო;
7. მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის მანქანათა კომპლექსის ოპტიმალური შემადგენლობის შერჩევა უნდა მოხდეს ბიზნეს-გეგმის საშუალებით, წარმოების რენტაბელობის კრიტერიუმით;
8. ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავების დროს მცირე ფერმერულ მეურნეობაში მიზანშეწონილია ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მოტობლოკური აგრეგატის გამოყენება;
9. რაციონალური მანქანური მაღალი ტექნოლოგიების შესრულების დროს უპირატესობა ენიჭება კომბინირებულ აგრეგატებს;



10. დარტყმის თეორიისა და რეოლოგიის ელემენტების გამოყენებით გამოყვანილია კომბინირებული ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატის გეომეტრიული, კინემატიკური, ძალური და ენერგეტიკული პარამეტრების საანგარიშო ფორმულები., რომლებიც ადასტურებენ ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატში აქტიური და პასიური მუშა ორგანოების გამოყენების უპირატესობას;
11. ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით:
  - ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის მუშაობის აგროტექნიკური მაჩვენებლები მაქსიმალურად აკმაყოფილებს პროცესის აგროტექნიკურ მოთხოვნებს;
  - მოტობლოკის მიერ განვითარებული სიმძლავრე საშუალებას იძლევა იგი დავაკომპლექტოთ სათესი აპარატით, რაც გააფართოვებს მის კომპლექ-ტურობას და გაზრდის ეკონომიურობას;
  - რეგრესული ანალიზის მიხედვით ტექნოლოგიური აგრეგატის მუშაობისათვის საჭირო სიმძლავრე მოთავსებულია სანდო ინტერვალის ფარგლებში;
12. შემოთავაზებული ტექნოლოგიების ეკონომიკური ეფექტი ბიზნეს-გეგმის მიხედვით შეადგენს 3603,6 ლარს, აქედან შედარებითი ეკონომიკური გაანგა-რიშების მიხედვით ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავებისათვის ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის გამოყენების წილია 132,5 ლარი/ჰა.

## სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შინაარსი ასახულია

### შემდეგ შრომებში

1. კარლო ტორიკაშვილი, გრიგოლ ჩიტაია, ნინო ბურდული, კობა ტორიკა-შვილი მოტობლოკიანი აგრეგატების საექსპლუატაციო დანახარჯების განსაზღვრა. // საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, №12, თბილისი, 2004, გვ. 260-265
2. Махароблидзе Р. М., Чаракашвили Г.Г., Ториқашвили К.К., Бенашвили М.О. Обоснование критической скорости фрезерования почв // Проблемы прикладной механики, №1(14), Тбилиси, 2004, с. 57-59.
3. Махароблидзе Р.М., Чаракашвили Г.Г., Ториқашвили К.К., Бенашвили М.О. Применение теории удара к рабочему процессу фрезерования почв // Проблемы прикладной механики, №4(13), Тбилиси, 2003, с. 61-64.
4. Махароблидзе Р.М., Ториқашвили К.К., Чаракашвили Г.Г. Обоснование рационального сочетания активных и пассивных рабочих органов в комбинированном почвообрабатывающем агрегате // Проблемы прикладной механики, №2(15), Тбилиси: 2004, с. 59-62
5. შხვაცაბაია ზ., ჩიტაია გ., ბურდული ნ., მოსაშვილი გ., ტორიკაშვილი კ. ფერმერული და კერძო გლეხური მეურნეობების რაციონალური დაგეგმვისა და ბიზნეს-გეგმის შედგენის მეთოდოლოგია. თბილისი: 2004. 60 გვ.

6. კ. ტორიკაშვილი, ნ. ბურდული, ასპ. კ. ტორიკაშვილი. ხელის კულტივატორ-გამომკვეები მცირეკონტურიან ნაკვეთებში სამუშაოდ. // საქსმმესკი, სამეც-ნიერო შრომათა კრებული 2003. გვ. 109 -114
7. ნ. ბურდული, კ. ტორიკაშვილი - სათოხნი კულტურების კულტივატორი მოტობლოკ «მბ-1»-ის ბაზაზე. // საქსმმესკი სამეცნიერო შრომათა კრებული 2004. გვ. 88 -92
8. გ. ჩიტაია, ნ. ბურდული, გ. მოსაშვილი, კ. ტორიკაშვილი - ფერმერული და კერძო გლეხური მეურნეობის რენტაბელური წარმოებისათვის აუცილ-ებელი ფართობის დადგენა. // საქსმმესკი სამეცნიერო შრომათა კრებული 2004. გვ. 135 - 145