

**მარცვლეული კულტურების ამღები კომბაინების მუშაობის
ეფექტურობის ამაღლების გზები ჩაწოლილი ყანის აღების დროს**

ნ. ჯავახიშვილი², გ. მოსაშვილი¹, კ. ბოძაშვილი¹, გ. ჯავახიშვილი²,

¹საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო, თბილისი,
საქართველო

²საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია, თბილისი, საქართველო,
E-mail: givi.gaas@gmail.com

ანოტაცია. ნაშრომში განხილულია მოსავლის აღების დროს მარცვლის დანაკარგების ძირითადი მიზეზები - როგორც ბიოლოგიური, ისე მექანიკური ფაქტორები. ასევე განსაზღვრულია თავთავიანი მარცვლეული კულტურების ჩაწოლის მიზეზები.

ყანის აღების დროს მექანიკური დანაკარგები ძირითად გამოწვეულია მარცვლის ამღები კომბაინების მუშა ორგანოების არაოპტიმალურ რეჟიმებზე მუშაობით. დადგენილია, რომ სამკალ აპარატზე მოსული მარცვლის დანაკარგები ძირითადად ხდება ექსცენტრიკული ტარაბუს არადამაკმაყოფილებელი მუშაობით. გამოკვლეულია, რომ ჩაწოლილი მარცვლეული კულტურების აღებისას მარცვლის დანაკარგების 50...60% ექსცენტრიკულ ტარაბუაზე მოდის.

სტატიაში განხილულია თანამედროვე კომბაინებზე („KLAAS“, „NEWHOLLAND“) დამონტაჟებული უნივერსალური ტარაბუს მუშაობის ტექნოლოგიური პროცესი, მოცემულია მისი კონსტრუქციული და კინემატიკური პარამეტრების დასაბუთება, იმ რაციონალური მუშაობის რეჟიმების შერჩევა, რომლებიც უზრუნველყოფენ მარცვლის მინიმალურ დანაკარგებს ტარაბუს სხვადასხვა პირობებში ფუნქციონირების დროს.

თეორიული კვლევის შედეგად განისაზღვრა უნივერსალური ტარაბუს ძირითადი კონსტრუქციული და სარეგულაციო პარამეტრების ზემოქმედება მისი მუშაობის აგროტექნიკურ მაჩვენებლებზე და მარცვლის დანაკარგებზე.

თეორიულად და ექსპერიმენტულად დადგინდა უნივერსალური ტარაბუს ძირითადი კონსტრუქციული და კინემატიკური პარამეტრების ოპტიმალური სიდიდეები. დასაბუთებულია, რომ ჩაწოლილი ყანის აღების დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს ჩაწოლის მიმართულება, ჩაწოლის ხარისხი, ჩაწოლილი პურეული ღეროების სიგრძე და ჭრის სიმაღლე.

ექსპერიმენტულად დადგენილია კომბაინის მოძრაობის მიმართულების კავშირი პურეული მასის ჩაწოლის მიმართულებასთან, რაც მკვეთრ გავლენას ახდენს მის ხარისხობრივ და აგროტექნიკურ მაჩვენებლებზე, მოსავლის დანაკარგებზე. ექსპერიმენტული კვლევის საფუძველზე დადგენილია კომბაინის მიერ ჩაწოლილი ყანის ალების დროს კინემატიკური რეჟიმის მაჩვენებლების ოპტიმალური სიდიდეები.

საკვანძო სიტყვები: კომბაინი, ტარაბუა, მარცვალი, დანაკარგები, პარამეტრები.

საქართველოში თავთავიანი მარცვლეული კულტურების მოვლა-მოყვანისათვის საუკეთესო ბუნებრივ-კლიმატური პირობებია. მარცვლეულის მეურნეობა ქვეყანაში ათზე მეტი დასახელების კულტურას ითვლის, რომელთა გაფართოებული წარმოება წარმატებით გადაწყვეტს ჩვენი ქვეყნის მოსახლეობის მოთხოვნილებას როგორც საკვებზე, ასევე მეცხოველეობისათვის აუცილებელ პროდუქტებზე. ბოლო 10 წლის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ თავთავიანი მარცვლეული კულტურების მოვლა-მოყვანისათვის აუცილებელი ფართობები შემცირებულია, ხოლო მარცვლეული კულტურების მოსავლიანობა გასული საუკუნის 80 -იან წლებთან შედარებით დაბალ დონეზე დარჩა. ყველა ეს ფაქტორი მიგვითითებს მარცვლეულის წარმოების გარკვეულ კრიზისზე ჩვენს ქვეყანაში.

მარცვლეულის წარმოების ზრდა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია მარცვლის დანაკარგების შემცირებაზე მოსავლის ალების დროს. პირდაპირი კომბაინირებით მოსავლის ალებისას კომბაინის მთელ სისტემაზე მოსული დანაკარგების 60...80% მოდის სამკალ ნაწილზე. ხშირად ისინი აღემატება აგროტექნიკით დასაშვებ ნორმებს და შეადგენს მოსავლის 2...3% სწორად მდგომი ყანის ალების დროს, ხოლო 10% – ჩაწოლილი ყანის შემთხვევაში. თავთავიანი მარცვლეული კულტურების ჩაწოლის მიზეზ მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში, ნალექების დიდი რაოდენობაა. პურეულის მასის ჩაწოლა აღინიშნება გვალვიან რაიონებშიც ძლიერი ქარის გამო (სურ. 1.).



სურ..1 ჩაწოლილი ყანა (საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი, 2019 წ.)

მოსავლის ალების დროს გვხვდება ბიოლოგიური, პირდაპირი და არაპირდაპირი დანაკარგები. ბიოლოგიური დანაკარგების მიზეზია: თავთავიანი კულტურების ჯიში, ბუნებრივ-კლიმატური პირობები, მოსავლის ალების ვადების დარღვევა, პურეული მასის ჩაწოლა. განსაკუთრებით რთული ასაღებია მაღალმოსავლიანი გრძელღეროიანი და დასარეველიანებული პურეულის ფართობები.

არაპირდაპირი ანუ ირიბი დანაკარგების მიზეზია მარცვლის მიკრო და მაკრო დაზიანებები.

პირდაპირი დანაკარგები - ეს არის კომბაინის სამკალ ნაწილზე, ამკრეფზე და სალექ აპარატზე მოსული დანაკარგები. ჩაწოლილი კულტურების აღება მარცვლის დიდ დანაკარგებთან და გარკვეულ სირთულესთანაა დაკავშირებული, მარტო კომბაინის მწარმოებლობა მცირდება 25...50% -ით. კომბაინის მთელ სისტემაზე, მოსავლის აღების დროს, მოქმედებს შემდეგი ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც ფუნქციონალურად შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგნაირად: $N(t)$, $X(t)$, $V(t)$, სადაც: $N(t)$ - განსაზღვრავს მინდვრის რელიეფს, $X(t)$ - პურეულის ანუ ყანის მდგომარეობას, $V(t)$ - აგრეგატის გადაადგილების სიჩქარეს.

კომბაინის მთელ სისტემაზე მოსული მარცვლის მთლიანი დანაკარგები ფუნქციონალურად შეიძლება გამოვსახოთ ფორმულით:

$$Z(t) = Z_1(t) + Z_2(t) + Z_3(t) + Z_4(t) + Z_5(t) \quad /1/$$

სადაც: $Z_1(t)$ - არის მარცვლის დანაკარგები თავისუფალი სახით, რაც გამოწვეულია ტარაბუას და მჭრელი აპარატის ზემოქმედებით ღეროებზე და თავთავებზე. ეს დანაკარგები გაცილებით იზრდება ჩაწოლილი ყანის აღების დროს.

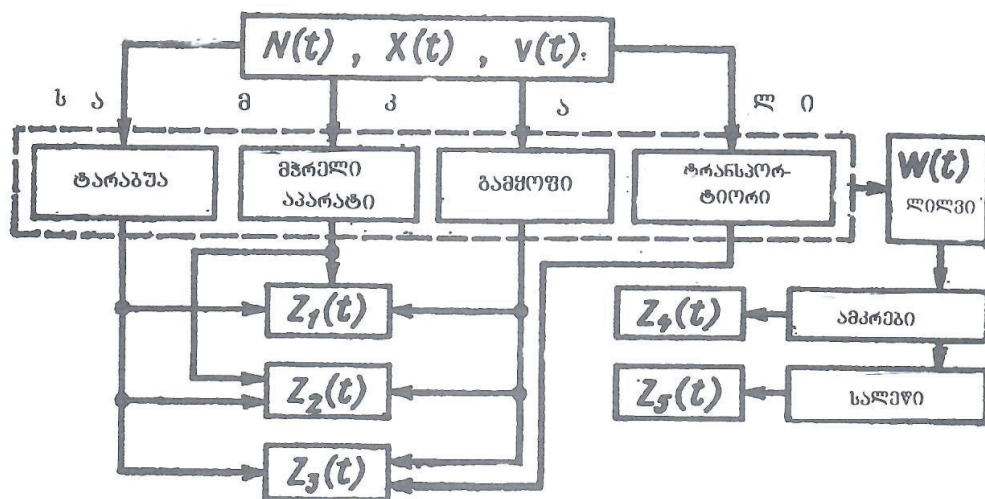
$Z_2(t)$ - მარცვლის დანაკარგები მოჭრილი თავთავების სახით, რომელიც გადაიყრება ტარაბუას თითების საშუალებით მჭრელი აპარატის წინ;

$Z_3(t)$ - მარცვლის დანაკარგები თავისუფალი სახით, რომელიც წარმოიშვება ტარაბუას თითების მიერ ღეროების მჭრელ აპარატთან მიწოდების დროს და განსაკუთრებით იზრდება მარცვლის ტენიანობის შემცირების დროს;

$Z_4(t)$ - ამკრეფზე მოსული მარცვლის დანაკარგები;

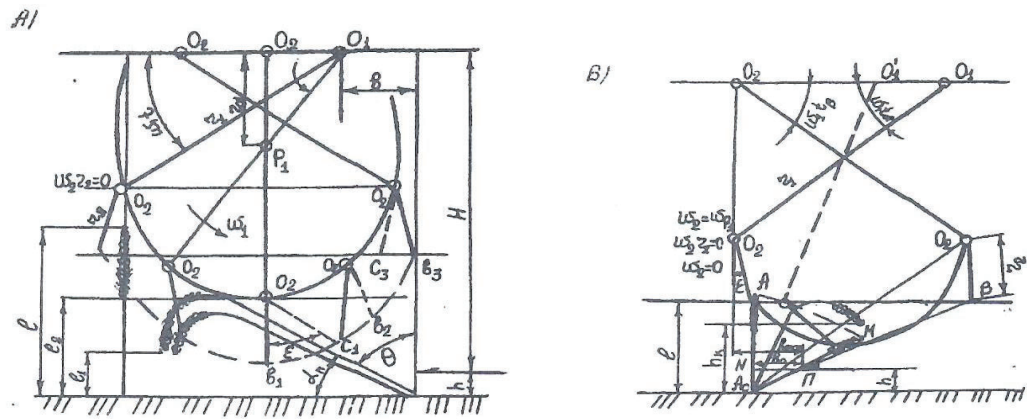
$Z_5(t)$ - სალექ აპარატზე მოსული მარცვლის დანაკარგები.

კომბაინის მთელ სისტემაზე მოსული მარცვლის დანაკარგების სქემა ნაჩვენებია სურ. 2 - ზე.



სურ. 2. კომბაინის მთელ სისტემაზე მოსული მარცვლის დანაკარგების სქემა

ღეროების ვერტიკალური ღერმიდან გადახრის θ კუთხით მარცვლეული კულტურების ყანა შეიძლება დაიყოს სუსტ ($\theta < 45^\circ$), საშუალო ($\theta > 45^\circ$) და ძლიერ ($\theta > 70^\circ$) ჩაწოლილად.



სურ. 3. ტარაბუას თითის მუშაობა ძლიერ ჩაწოლილი ყანის ალების დროს

ჩაწოლილი თავთავიანი კულტურების ალების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს ტარაბუას ღერძის წინ გამოტანას მჭრელი აპარატის მიმართ.

საწყის ეტაპზე განვიხილოთ ერთ გადახრილ ღეროზე მჭრელი აპარატის მოქმედება (სურ. 3 ბ). $A_0 A$ მონაკვეთზე ტარაბუას სხივის შემობრუნების დროს ტარაბუას თითი გადახრის ღეროს წვერს AM ტრაექტორიაზე. შემდეგი შემობრუნების დროს ტარაბუას თითი იწყებს ღეროების მიწოდებას მჭრელი აპარატისათვის, როდესაც უნდა მოხდეს ღეროს მოჭრა Π წერტილში h სიმაღლეზე. ამ დროს ტარაბუას მჭრელი აპარატიდან გამოტანის მაქსიმალური სიდიდე ტოლია:

$$b_{\max} = \frac{h}{\lambda_1} \sqrt{\lambda_1^2 - 1} - \frac{h}{\lambda_1} (\sqrt{\lambda_1^2 - 1} - \arccos \frac{1}{\lambda_1}) (1 - \frac{h}{\ell}) + r_2 \sin \varepsilon$$

/2/

- სადაც: ℓ - არის ღეროების სიგრძე;
 h - მომკილი მასის ნაწვერალის სიმაღლე;
 δ - ღრეჩო თითის წვერის და მჭრელ აპარატს შორის;
 ℓ_2 - მანძილი ნიადაგის ზედაპირიდან მოხრილი თავთავის ზედა წერტილამდე.
 $\omega_1 t$ - ტარაბუას სხივის შემობრუნების კუთხე;
 λ_1 - ტარაბუას კინემატიკური რეჟიმის მაჩვენებელი;
 r_1 - ტარაბუას რადიუსი;
 r_2 - თითის სიგრძე;
 θ - ღეროების გადახრის კუთხე ვერტიკალიდან;
 ℓ_1 - მანძილი ნიადაგის ზედაპირიდან მოხრილი თავთავის ქვედა წერტილამდე;

წერტილამდე;

ε - თითის დახრის კუთხე .

ტარაბუას ღერძის მჭრელი აპარატიდან გამოტანის ოპტიმალური

სიდიდის დასადგენად გამოვიყენოთ ტოლობა:

$$\alpha_n = 90^\circ - \theta$$

/3/

θ - კუთხის განსაზღვრისათვის ვიყენებთ უტოლობას:

$$(2/3 + h) \cos \theta \geq \ell_2 + \delta$$

/4/

საიდანაც:

$$\theta \geq \arccos \frac{\ell_2 + \delta}{2/3\ell + h} \quad / 5 /$$

სურ. 4 ა -დან:

$$tg\alpha = \frac{(H + h) - r_1 \sin \varpi_1 t}{r_1 \cos \varpi_1 t + b} \quad / 6 /$$

სადაც: b - არის მჭრელი აპარატიდან ტარაზუს ღერძის გამოტანის სიდიდე.

სადაც :

$$\sin \varpi_1 t = \frac{1}{\lambda_1} \quad \text{და} \quad \cos \varpi_1 t = \frac{1}{\lambda_1} \sqrt{\lambda_1^2 - 1}$$

ფორმულა /6/ მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$tg\alpha = \frac{(H + h) - tg\alpha_n \frac{r_1}{\lambda_1} \sqrt{\lambda_1^2 - 1}}{b} \quad / 7 /$$

/ 7 / ფორმულიდან:

$$b = \frac{(H + h) - r_1 \frac{1}{\lambda_1} - tg\alpha_n \frac{r_1}{\lambda_1} \sqrt{\lambda_1^2 - 1}}{tg\alpha_n} \quad / 8 /$$

თუ კომბაინი მოძრაობს ჩაწოლის განივი მიმართულებით /სურ. 4 ბ/ გამოტანის სიდიდე არის მცირე, მაგრამ არანაკლები, ვიდრე

$$b_1 = \cos(\pi - \omega_1 t_2) \quad / 9 /$$

თუ კომბაინი მოძრაობს ჩაწოლის მიმართულებით, გამოტანის სიდიდე არის მაქსიმალური

$$b_2 = r_1 \cos(\pi - \omega_1 t_2) + r_2 \cos \varepsilon + (L - 0,5H_1) \quad / 10 /$$

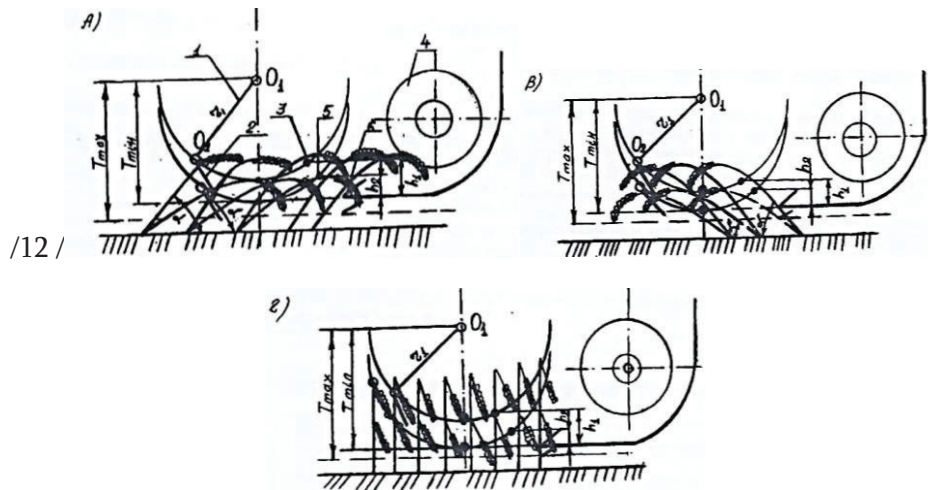
თუ კომბაინი მოძრაობს ჩაწოლის შემხვედრი მიმართულებით, მაშინ გამოტანის სიდიდე იქნება მინიმალური (სურ. ა)

$$b_3 = r_1 \cos(\pi - \omega_1 t_2) + r_2 \cos \varepsilon + H_1 \cos \beta \quad / 11 /$$

სადაც: β - არის კუთხე კომბაინის მოძრაობის მიმართულებასა და ჩაწოლის მიმართულებას შორის.

თუ პურეული მასა ძლიერ ჩაწოლილია, მაშინ ტარაზუს დაყენების H სიმაღლე მჭრელი აპარატიდან განისაზღვრება ფორმულით:

$$H = (2/3 \ell + h) \cos \theta + r_1 \frac{1}{\lambda_1} = (2/3 \ell + h) \sin \alpha_n + r_1 \frac{1}{\lambda_1} = (\ell_2 + \delta) + r_1 \frac{1}{\lambda_1}$$

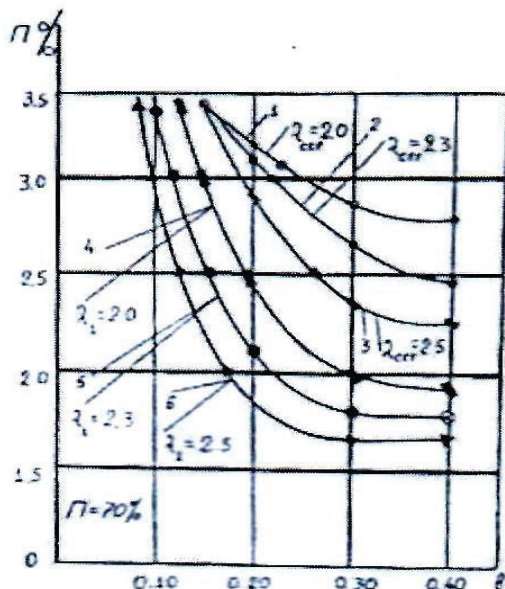


სურ. 4. კომბაინის მოძრაობის სქემები: A - ჩაწოლის საწინააღმდეგო მიმართულებით, B - ჩაწოლის მიმართულებით, Γ - ჩაწოლის განივი მიმართულებით.

მაგალითისათვის განვიხილოთ შემთხვევა, როცა პურეული მასა ძლიერ ჩაწოლილია $\ell_1 = 0,31$; $\ell_2 = 0,4$ მ; $\ell_3 = 1,3$ მ; $h = 0,1$ მ; $r_1 = 0,566$ მ; $\Phi_T = 35^\circ$, მინიმალური ღრეზო ტარაბუას თითისა და მჭრელ აპარატს შორის შეადგენს $\Delta\delta = 0,05$ მ. თითის სიგრძე $r_2 = 0,15$ მ, ტარაბუას კინემატიკური რეჟიმის მაჩვენებელი $\lambda_1 = 2,0$, მაშინ

$$H = (\ell_2 + \delta) + r_1 \frac{1}{\lambda_1} = (0,4 + 0,05) + 0,566 \frac{1}{2} = 0,688 \text{ მ} \quad / 13 /$$

თეორიული კვლევებით დადგინდა, რომ თათების დახრის კუთხე პურეულ მასაში შესვლის დროს უნდა იყოს $-20^\circ \leq e \leq +20^\circ$ ზღვრებში. თუ პურეული მასა ძლიერ ჩაწოლილია, თავთავების წამოწევის დროს $e \leq 84^\circ$, მოჭრილი მასიდან გამოსვლის დროს $e = 10...15^\circ$. ძლიერ ჩაწოლილი ყანის ალების დროს ტარაბუას ღერძის დაყენების სიმაღლე $H = 0,688$ მ. ტარაბუას მაქსიმალური გამოტანის სიდიდე $b_{\max} = 0,45$ მ.



სურ. 5. მარცვლის დანაკარგების დამოკიდებულება ტარაბუას გამოტანის სიდიდესა და კინემატიკური რეჟიმის მაჩვენებელზე.

თეორიული კვლევები შემოწმებული იქნა „CLAAS“ ტიპის თანამედროვე მარცვლეულის ამღებ კომბაინზე 2018 – 2019 წლებში საგარეჯოს მუნიციპალიტეტში.

როდესაც კომბაინი მოძრაობს ჩაწოლის მიმართულებით ყველაზე მთავარი სარეგულაციო პარამეტრი, რომელიც მოქმედებს მარცვლის დანაკარგებზე, არის ტარაბუას წინ გამოტანის სიდიდე მჭრელი აპარატის მიმართ. ძლიერ ჩაწოლილი ყანის ალებისას, როდესაც ჩაწოლის ხარისხი $\Pi = 70\%$, საუკეთესო აგროტექნიკური შედეგები როგორც სერიულ, ისე ექსპერიმენტულ ტარაბუაზე მიღებული იქნა, როდესაც ტარაბუა წინ იყო გამოტანილი $0,30...0,40$ მ-ით, ხოლო კინემატიკური რეჟიმის მაჩვენებელი ტოლი იყო $\lambda_1 = 2,5$. λ_1 -სა და გამოტანის სიდიდის შემცირებით შესაბამისად იზრდებოდა მარცვლის დანაკარგები (სურ.5).

დასკვნები.

ექსპერიმენტული კვლევის საფუძველზე დადგენილია, რომ ჩაწოლილი ყანის ადების დროს კინემატიკური მაჩვენებლის ოპტიმალური სიდიდე $\lambda_1 = 2,5$ კომბაინის 0,95 მ/წმ სიჩქარით გადაადგილებისა და ტარაბუას 2,37 მ/წმ წრიული სიჩქარის დროს. ტარაბუას ღერძის დაყენების სიმაღლე მჭრელი აპარატის მიმართ ტოლია 0,85 მ.

ტარაბუას მჭრელი აპარატის მიმართ გამოტანის სიდიდის განსაზღვრის დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს ჩაწოლის მიმართულება, ჩაწოლის ხარისხი, ჩაწოლილი პურეულის ღეროების სიგრძე და ჭრის სიმაღლე. გრძელღეროიანი ჩაწოლილი კულტურების მოსავლის ადების საუკეთესო ხარისხი მიღებული იყო ჩაწოლის განივად კომბაინის მოძრაობის დროს. როდესაც ტარაბუას ღერძი მჭრელი აპარატის მიმართ გამოტანილი იყო 0,08 მ, რამაც საშუალება მოგვცა მიგველო დაბალი ჭრის სიმაღლე და დამაკმაყოფილებელი პირობები მოჭრილი მასის ჩამოსაყრელად.

როდესაც კომბაინი მოძრაობდა ჩაწოლის შემხვედრი მიმართულებით ტარაბუას ღერძი დაწეული იყო აპარატის უკან 5...10 მმ-ით, რითაც მიღებული იყო ჭრის მინიმალური სიმაღლე და სამკალი აპარატის წინა ნაწილის მოჭრილი ღეროებისაგან გასუფთავების მაღალი ხარისხი. როდესაც მინდვრის რელიეფი და კონტური საშუალებას არ გვაძლევდა კომბაინს ემოძრავა ჩაწოლის განივად ან შემხვედრი მიმართულებით და კომბაინის მოძრაობა ჩაწოლის მიმართულებით იყო იძულებითი ხერხი, მარცვლის უმცირესი დანაკარგები 1,61% მიღებული იყო. როდესაც ტარაბუას ღერძი წინ გამოტანილი იყო 0,32 მ ჩაწოლილი ყანის ადების დროს საუკეთესო შედეგი მიღებული იყო ტარაბუას ღერძის 0,46 მ გამოტანის დროს და შეადგინა 3,83%.

ლიტერატურა.

1. „მარცვლეული კულტურების ადების მეთოდები და ტექნიკური საშუალებები“, რეკომენდაცია. ავტ.: ა.სეხნიაშვილი, ნ. ბადრიძე; საკავშირო სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის რეგიონალური განყოფილება, თბილისი, 1989 წ.
2. „უნივერსალური ტარაბუას ტექნოლოგიური პროცესის გამოკვლევა და ძირითადი პარამეტრების დასაბუთება. ნ. ჯავახიშვილი, დისერტაცია, თბილისი, 2005 წ.
3. Г.Г. Маслов, Е.И.Трубилин, В.В. Абаев – Совершенствование комбайновой уборки зерновых культур. Ж. Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2007г. №8.
4. Э.В. Жалнин, А.Н.Савченко – Технология уборки зерновых комбайновыми агрегатами. Россельхозиздат, 1985 г.
5. Н. Джавахишвили, Г. Джавахишвили – Пути сокращения потерь урожая при уборке зерновых колосовых культур. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია, „მოამბე“ სამეცნიერო შრომათა კრებული, #33, 2014 წ.

WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF GRAIN HARVESTERS DURING HARVESTING THE LAID-BACK CROPS

N. Javaxishvili¹, G.Mosashvili², K. Bodzashvili¹, G. Javaxishvili²,

¹Ministry of Environmental Protection and Agriculture of Georgia, Tbilisi, Georgia.

²Georgian Academy of Agricultural Sciences, Tbilisi, Georgia.

E-mail: givi.gaas@gmail.com

Summary

The article identifies the main causes of grain loss during harvesting - both biological and mechanical factors. Also identified the reasons for the lodging of grain crops.

Mechanical losses in harvesting are mainly associated with sub-optimal modes of operation of grain harvesters. It has been established that the loss of grain on the harvesting apparatus is mainly due to the unsatisfactory work of the eccentric motovil. It is investigated that 50 ... 60% of grain losses during harvesting of the lighter crops, accounted for eccentric motoville.

The article examines the technological process of universal motovil installed on modern combines ("KLAAS," "NEWHOLAND"), gives justification for its design and kinematic parameters, choicerational working regimes that ensure minimal grain loss when working under different conditions.

Theoretical studies have identified the impact of the basic structural and regulatory parameters of the universal motovil is on its agro-technical indicators and grain loss.

Theoretical and experimental studies have determined the optimal values of the basic design and kinematic parameters of the universal motovil,

Experimental studies have established links between the direction of movement of the combine and the direction of the weight removed, which strongly affects on the basis of experimental studies, the optimal values of the kinematic mode of work in the harvesting of the lighter crops have been determined.