

UDC 63152

SCOPUS CODE 1102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-34-44>

მარცვლეულის მოსავლის აღების დროს არსებული დანაკარგების გამომწვევი ფაქტორები და მათი შემცირების გზები

ომარ თედორაძე

პროფ. ვ. ერისთავის სახელობის გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის
დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160,
თბილისი, მ. კოსტავას 75

E-mail: omar.tedoradze@mepa.gov.ge

მალხაზ დოლიძე

პროფ. ვ. ერისთავის სახელობის გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის
დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160,
თბილისი, მ. კოსტავას 75

E-mail: m.dolidze@gtu.ge

თინათინ

დარსაველიძე

პროფ. ვ. ერისთავის სახელობის გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის
დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160,
თბილისი, მ. კოსტავას 75

E-mail: t.darsavelidze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ქ. როყვა, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტის ასოცირებული
პროფესორი

E-mail: q.rokva@gtu.ge

ხ. გოჭოშვილი, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტის
ასოცირებული პროფესორი

E-mail: Khvicha.Gochoshvili@mepa.gov.ge

ანოტაცია. სტატიაში განხილულია კომბაინის
მუშაობის დროს მარცვლეულის დანაკარგების გა-
მომწვევი ძირითადი ფაქტორები, დანაკარგების აღ-
რიცხვის, გაზომვის მეთოდები და აღების ოპერა-
ციების ჩატარების ხარისხის მონიტორინგის ზოგა-
დი პროცედურა.

საკვანძო სიტყვები: ბზე; გაყოფითი აღება; და-
ნაკარგები; თავთავი; კომბაინი; მარცვლეული; მო-
სავალი; მოსავლიანობა; პირდაპირი კომბაინირება;
სამუშაოს ხარისხი; ჩალა.

შესავალი

მარცვლეულის შესაძლო დანაკარგები იყოფა: ბიოლოგიურ ანუ ბუნებრივ და მექანიკურ დანაკარგებად, როგორც ბიოლოგიური, ისე მექანიკური დანაკარგები შეიძლება იყოს პირდაპირი და არაპირდაპირი.

პირდაპირი დანაკარგები მოიცავს მოსავლის რაოდენობრივ დანაკარგებს, ხოლო არაპირდაპირი დანაკარგები – ხარისხობრივ დანაკარგებს.

მარცვლეულის მოსავლის აღების ოპერაციების ხარისხის კონტროლის ზოგადი პროცედურა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

დანაკარგები სამკალში (მოჭრილი თავთავები, მინდორზე დაბნეული თავისუფალი მარცვალი).

დანაკარგები სალექ აპარატში (ჩალასა და ბუხეში გაყოლილი მარცვალი და ბუნკერში არსებული დაზიანებული მარცვალი).

„ბუნებრივი პირობები – ასაღები მარცვლეული მასა – მანქანა – ადამიანი“. სტატიაში წარმოდგენილია რეკომენდაციები ქვეყანაში მომუშავე ძირითადი კომბაინების KLAAS -DOMINATOR -140, DEUTZ – FAHR 6095, VECTOR-410, KZS-1218.კომბაინებზე მუშაობისთვის.

კვლევის დასაბუთება და აქტუალობა - საქართველო მცირემიწიანი ქვეყანაა, საქსტატის 2023 წლის მონაცემებით მისი სახნავ-სათესი ფართობები შეადგენს 787 ათას ჰექტარს, აქედან ძირითად მარცვლეულ კულტურებს (ხორბალი + ქერი) ეკავა 81,7 ათასი ჰექტარი, საშუალო საჰექტარო მოსავლიანობამ შეადგინა 2,4 ტ/ჰა. თუ წლების დინამიკას დავაკვირდებით, მარცვლეული კულტურების ფარ-

თობი თანდათან მცირდება. იმისათვის, რომ ქვეყანა სანახევროდ მაინც იყოს უზრუნველყოფილი საჭირო რაოდენობის მარცვლეულით უნდა ვაწარმოოთ მინიმუმ 500 ათასი ტონა, როგორც პრაქტიკა და ჩატარებული კვლევები [1] გვიჩვენებს, (მოსავლის აღების არასწორი ტექნოლოგიებისა და ტექნიკის გამოყენების გამო) აღებული მოსავლის საშუალო საჰექტარო დანაკარგი შეადგენს 3–4 %, მთლიანობაში 2450–3260 ტონას. რაც ძალზე დიდია მცირეფართობიანი ქვეყნისთვის.

აღნიშნულიდან გამომდინარე ისეთი კვლევის ჩატარება რომელიც ხელს შეუწყობს მარცვლეულის მოსავლის დანაკარგების შემცირებას, მეტად აქტუალური და მნიშვნელოვანია.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის შედეგები. დასაწყისისათვის შევისწავლეთ ასაღები კულტურის მაჩვენებლები. მარცვლის მოცულობითი წონა ან სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მარცვლეულის მასის ნებისმიერი მოცულობის წონა, გამოხატული შესაბამისი წონის ერთეულებით, ჩვეულებრივ მას ეწოდება მარცვლის "ბუნებრივი წონა". მარცვლის ბუნებრივი წონა გამოისახება 1 ლიტრი მარცვლის მასით გრამებით. საექსპორტოდ გაგზავნილი მარცვლეულის პარტიებისთვის დასაშვებია მარცვლის ჰექტოლიტრის ბუნებრივი წონის გამოსახვა კილოგრამებით.

„მარცვლის ბუნებრივი წონის განსაზღვრის მეთოდები“, ამ მეთოდების გამოყენებით გაზომვები ჩატარდა **სასწორისა და სასწორის გამოყენებით** Super Samson Salter კომპანიის ხელსაწყოთი (სურ. 1).



სურ. 1. Super Samson Salter კომპანიის ხორბლის ნატურის განმსაზღვრელი ხელსაწყო

ცხრილი

მაჩვენებლები /Index Humidity	შემოკლებით Re-ductio n	გრაფიკული აღნიშვნა	შედეგები	გაზომვის ერთეულები
საათი / hours	-		11 - 16	24 - სთ. რეჟიმი
ქარის სიჩქარე / Wind speed	SPd		0,7	მ/წმ
ჰაერის მაქსიმალური სიჩქარე	SPd	MAX	1,4	მ/წმ
ჰარის საშუალო აჩქარე	SPd	AVG	1	მ/წმ
ტემპერატურა (ჰაერი, წყალი, თოვლი,	dEG		24,7	გრადუსი °C
სველი თერმომეტრის ტემპერატურა–	bilb		18,9	გრადუსი °C
დელტა	dElt		6,3	გრადუსი °C
ტენიანობა	r.h.		54,6	%
წვეთის წერტილი	d.P.		15,5	გრადუსი CF
ბარომეტრული წნევა.	bAro		1001,4	პასკალი
სიმაღლე	Alt		160	მეტრი

გაზომვის შედეგი იყო 725 გ/ლ. GOST 16470-84 კლასიფიკაციის თანახმად „ქერის, შესყიდვაზე მოთხოვნების“ მიხედვით, ქერის მოსავალი შეიძლება დახასიათდეს, როგორც მაღალი ბუნებრივი [5] ნატურალური ქერის კატეგორია, მაღალი ნატურალური სუფთა 605 გ/ლ, საშუალო ბუნებრივი ქერი 545-დან 605-მდე ჩათვლით, დაბალი ხარისხის 545 და ქვემოთ, ასევე, GOST 28672-90 „ქერი, მოთხოვნები შესყიდვისა და მიწოდების“ მიხედვით [6, 7], ეს კულტურა შეიძლება კლასიფიცირდეს, როგორც ნორმალური მარცვლეული 1-ლი კლასისთვის, რომელიც განკუთვნილია სასაქონლო მიზნებისთვის (ხარისხი არანაკლებ 630 გ/ლ). მოსავლის აღებამდე გაიზომა ამინდისა და კლიმატის მაჩვენებლები.

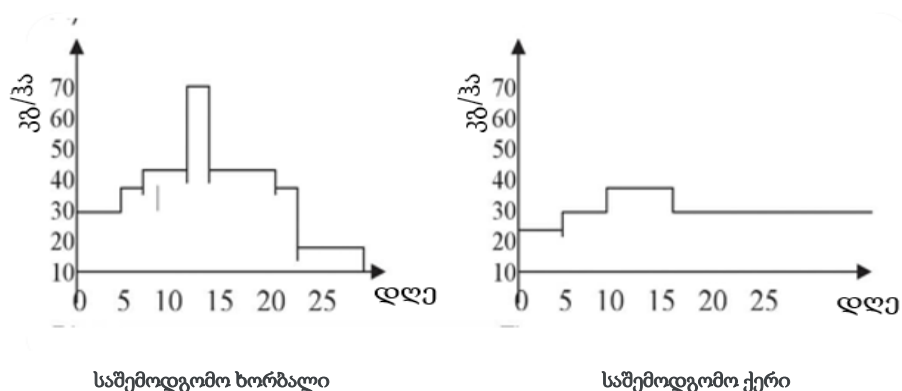
გაზომილი მაჩვენებლების შეფასება ხდებოდა ელექტრონულ-ციფრული, პორტატული მეტეოროლოგიური სადგურის მიერ (მოდელი 3500 DeltaT, Kestrel, USA) ეს ელექტრონული პორტატული ამინდის სადგური - Kestrel 3500DT სპეციალიზებულია ისეთი ფაქტორების ეფექტური მონიტორინგის გაზომვისა და ფაქტობრივი მნიშვნელობების დასადგენად, როგორიცაა ქარის მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო სიჩქარე, ასევე ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა. მოწყობილობა უზრუნველყოფს გაზომვის მაღალ სიზუსტეს და ოპერაციულ საიმედოობას. Kestrel 3500DT-ს აქვს ფუნქცია DT ინდექსის გამოსათვლელად, რაც არის ფაქტობრივი სხვაობა სველი და მშრალი თერმომეტრის ჩვენებებს შორის D ხარისხში, ასევე ზომავს ჰაერის ტემპერატურას (როცა ადამიანი გრძნობს) ქარის

სიჩქარის გათვალისწინებით, ასევე მას აქვს ნამის დაცემის წერტილის განსაზღვრის ფუნქცია, ელექტრონული საათი და ანემომეტრი. ეს ხელსაწყო შეიძლება სასარგებლო იყოს ადამიანის საქმიანობის მრავალ სფეროში – მშენებლობა, სპორტი, სამხედრო საქმე, სოფლის მეურნეობა და სხვ.

კომპანიით მოსავლის აღების პროცესის დაწყების წინ პროცესზე მოქმედი გარემო ფაქტორების გაზომვის შედეგები (დედოფლისწყარო, 25/06/2024წ. შირაქი, ფერმერ ზ. თეთვამის ნაკვეთები) მოყვანილია ცხრილში

აქ მოყვანილი ინდიკატორები შეიძლება შეფასდეს, როგორც ხელსაყრელი პირობები მარცვლეული კულტურების მოსავლის აღებისათვის.

ამავე ფართობებზე განსაკუთრებული ყურადღებით შევისწავლეთ მარცვლის ბუნებრივი დღიური დანაკარგები მოსავლის აღების დაწყებიდან დამთავრებამდე, რომლის შედეგები წარმოდგენილია მე-2 სურ-ზე, როგორც გრაფიკიდან ჩანს, საშემოდგომო ხორბლის შემთხვევაში პირველი 10 დღე დანაკარგები საფეხურებრივად იზრდება, შემდეგ კი – ნახტომისებურად მცირე 5-დღიან პერიოდში, შემდეგ დანაკარგები ჩერდება 10 დღის განმავლობაში 20 დღემდე, შესაბამისად შემდეგ პერიოდში დანაკარგებიც მცირდება ანუ მოსავლის აღებაც მთავრდება, ხოლო საშემოდგომო ქერის შემთხვევაში დანაკარგები იზრდება აღების დაწყებიდან 5 დღის შემდეგ და გრძელდება 15 დღემდე, შემდეგ რჩება ერთ დონეზე.



სურ. 2. მარცვლის ყოველდღიური ბუნებრივი დანაკარგების დინამიკა

კომბაინის მუშაობის დროს შესაძლო დანაკარგების განსაზღვრის მეთოდოლოგია.

კომბაინის მუშაობის დროს მარცვლის დანაკარგების განსაზღვრის მრავალი მეთოდი ცნობილი [1, 2]. ასევე ცნობილია დანაკარგების დადგენის მეთოდის პატენტი No2453101 [5]. ჩვენს კვლევაში გამოვიყენეთ ვიზუალურად ყველაზე ნათელი მეთოდი, რომელიც გულისხმობს 1 მ² ფართობის მქონე ჩარჩოს გამოყენებას. კომბაინის გავლის შემდეგ მის ზედაპირზე არსებული მარცვლების და გამოუღეწავი თავთავების რაოდენობის დათვლას,

მიღებული შედეგი მუშავდება შემდეგი ფორმულის მიხედვით [2]

$$Q_{\text{დაწ}} = \frac{A \cdot B \cdot 1000 \cdot 10}{C \cdot D \cdot E}$$

სადაც A არის მარცვლების რაოდენობა 1 მ²-ზე; B – სალენი დოლის სიგანე, მ; C – სამკალის სიგანე, მ; D – მარცვლების რაოდენობა კგ-ობით; E – მოსავლიანობა, კგ/ჰა.

მიღებული შედეგი გამოისახება პროცენტულად.

მოსავლის დანაკარგების ზომა დამოკიდებულია ამინდისა და კლიმატის პირობებზე, ასევე მოსავლის აღების ხანგრძლივობაზე, მანქანების მუშაობისთვის მზადყოფნაზე და მანქანების ოპერატორების პროფესიონალიზმზე.



სურ. 3. მარცვლის დანაკარგების შემოწმება კვადრატის გამოყენებით

კომბაინების დანაკარგები იყოფა ორ ტიპად:

1. კომბაინის გავლის შემდგომ მინდორზე არსებული – მარცვლი და გამოულეწავი თავთავები;
2. გალენის შემდეგ – ჩალაში არსებული თავისუფალი მარცვალი და გამოულეწავი თავთავები [8].

კომბაინის სამკალ ნაწილში დანაკარგები შეიძლება იყოს: მარცვლეულის (თავთავზე კომბაინის სამუშაო ორგანოების მოქმედების შედეგად) და ასევე მოჭრილი და მოუჭრელი თავთავების სახით.

კომბაინის სამკალს აქვს სამუშაო ორგანოების ტექნოლოგიური კორექტირების ფართო სპექტრი (მცურავი კონვეიერი, მჭრელი მოწყობილობა, ტარაბუა, გამყოფები, შნეკი), მათი შეთანხმებული მუშაობით და მათ შორის სრული ჰერმეტიულობა უზრუნველყოფს მარცვლეული კულტურების მოსავლის ნაკლები დანაკარგებით და მაღალხარისხივად აღებას.

მთელ ფართობზე დაკარგული მარცვლის საშუალო აბსოლუტური რაოდენობა (კგ/ჰა ან პროცენტულად) განისაზღვრება დაკარგული მარცვლის მასისა და აღებული მოსავლის ფარდობით [9]. მეურნე-

ობის პირობებში ჩალასა და ბზეში დამტვრეული მარცვლის და თავისუფალი მარცვლის დანაკარგების დასადგენად გამოიყენება ორგანოლექტიკური მეთოდი.

დამტვრეული მარცვლის სახით დანაკარგების რაოდენობის განსაზღვრის ორგანოლექტიკური მეთოდი ეფუძნება საწყისი მაჩვენებლების მიხედვით გამოულეწავ მასაში მარცვლის და თავთავების რიცხვის რაოდენობის და მათი გადაყვანის სხვადასხვა მეთოდს მოსავლის პროცენტულად დანაკარგის რაოდენობად,

თუ ფაქტობრივი დანაკარგები გარკვეულ დონეს აღემატება, კომბაინი ჩერდება, ხდება ზარალის გამომწვევი მიზეზების იდენტიფიცირება და, შესაბამისად, სამუშაო ორგანოების რეგულირება. კონტროლის დროს ფოკუსირება ხდება სამკლის, დახრილი კამერის სალენი აპარატის, შნეკებთან ელევატორის და ცხაურების სალენი აპარატის კორპუსთან შეუღლების ადგილების ჰერმეტიულობაზე [10].

კომბაინის მუშაობისას დანაკარგების პარამეტრები რეგლამენტირებულია შემდეგ ზღვრებში:

დანაკარგების	დანაკარგები % - ობით
დანაკარგები სამკალში როცა სწორად მდგომი ყანაა (ჩაწოლის ღეროების რაოდენობა 20 %- მდე) არაუმეტესი	- 0,5%
დანაკარგები სამკალში როცა ყანა ჩაწოლილია (ჩაწოლის ღეროების რაოდენობა 20 % - მდე) არაუმეტესი	- 1,5 %
დანაკარგები სალენი აპარატში , არაუმეტესი	- 1,5 %
ამრიგად საერთო დანაკარგები არ უნდა აღემატებოდეს :	
სწორად მდგომი ყანის აღებისას	- 2 %
ჩაწოლილი ყანის აღებისას	- 3 %

გამოცდის შედეგები:

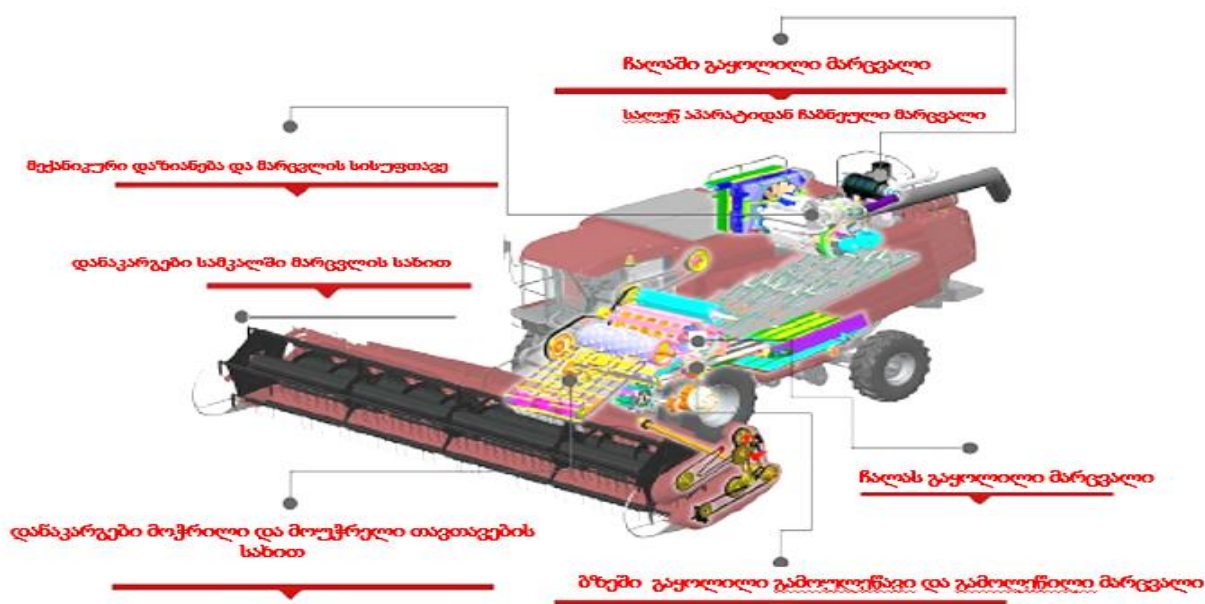
N	კომბაინის მარკა	სამკალი	სამკალის მოდელის განი მ.	ღეროების მოჭრის სიმაღლე სმ.	დანაკარგები %	დანაკარგების სახე
1	KLAAS – DOMINATOR,	Power Stream 600	6	25	2,3	მარცვლის სახით
2	DEUTZ – FAHR 6095	Power Stream 600	6	20	1,7	მარცვლის სახით
3	VECTOR-410	Power Stream 600	6	25	3,3	თავთავების სახით
4	K3C-1218	Etz-Fahr	7	22	2,7	მარცვლი

ცდების მიმდინარეობაზე დაკვირვება აჩვენებს, რომ კომბაინების მუშაობაზე ყველაზე დიდ გავლენას ახდენს ოპერატორის ინდივიდუალური თვისებები და მისი პროფესიონალიზმი, რაც აყალიბებს სამუშაო კონცეფციას: „**ბუნებრივი პირობები – ასაღები მარცვლოვანი მასა – მანქანა – ოპერატორი (ინდივიდი)**“. გარდა ამისა, მხედველობაში უნდა მივიღოთ მანქანების ექსპლუატაციაში ყოფნის ვადა, ჩვენს შემთხვევაში ყველა სატესტო კომბაინი იყო ერთნაირი საექსპლუატაციო ვადის.

ჩატარებული ცდების შედეგების საფუძველზე დადგინდა, რომ **კომბაინებში მარცვლეულის დანაკარგების ძირითადი ადგილებია** სამკალი ნაწილი და სალეწი აპარატი.

თვით სამკალში დანაკარგების წყაროა მჭრელი აპარატი, გამყოფები და ტარაბუა, ხოლო სალეწი აპარატში – სალეწი დოლი, ჩალის საბერტყი, მარცვ-

ლეულის საწმენდი მოწყობილობა, შნეკების და ელევატორების შემოწმებისა და რეგულირების ფანჯრები, სამუშაო ნაწილების ურთიერთდაკავშირების ადგილებში არსებული ღრეჩოები. მაგალითისათვის (მე-4 სურ-ზე) მოყვანილია სქემა KZS-1218 კომბაინზე [4] მარცვლეულის ძირითადი დანაკარგის ადგილები და დანაკარგის სახეების სქემა. გაყოფითი აღების დროს ყანის ღვარეულად მომკისას დანაკარგის ძირითად სახეობად ითვლება მოჭრილი თავთავები (82.0%), შემდეგ დაცვენილი მარცვლები (11.9%), ტარაბუას თამასების თავთავებზე დარტყმის შედეგად ჩაცვენილი მარცვლები (საშუალოდ 6.1%). ღვარეულის აკრეფის დროს ყოველთვის მნიშვნელოვან ნაწილს იკავებს დანაკარგები მინდორზე დარჩენილი თავთავების სახით (73%), ვიდრე დანაკარგები თავისუფალი მარცვლის სახით (27%).



სურ. 4. დანაკარგის სახეები და ძირითადი ორგანოები KZS-1218 კომბაინზე

პირდაპირი და გაყოფითი მეთოდით აღებისას მარცვლეულის დანაკარგის ძირითადი წყაროა კომბაინის სამკალი ნაწილი (35-65%) და სალექი აპარატი (65-35%). თითქმის შეუძლებელია გავმიჯნოთ სამკალის და სალექი აპარატის მუშაობის ხარისხზე კონტროლი, სალექ აპარატში დანაკარგების ძირითადი ნაწილი არის ჩალასა და ბზეში, თავისუფალი ჩალაში ძირითადად ჭარბობს თავისუფალი მარცვლის დანაკარგები (გარდა საგაზაფხულო ხორბლისა [6], სადაც თავისუფალი მარცვლეულის დანაკარგები უფრო მეტია, ვიდრე ბზეში), საერთო ჯამში მარცვლის დანაკარგები, როგორც წესი ჩალაში უფრო დიდია, ვიდრე ბზეში.

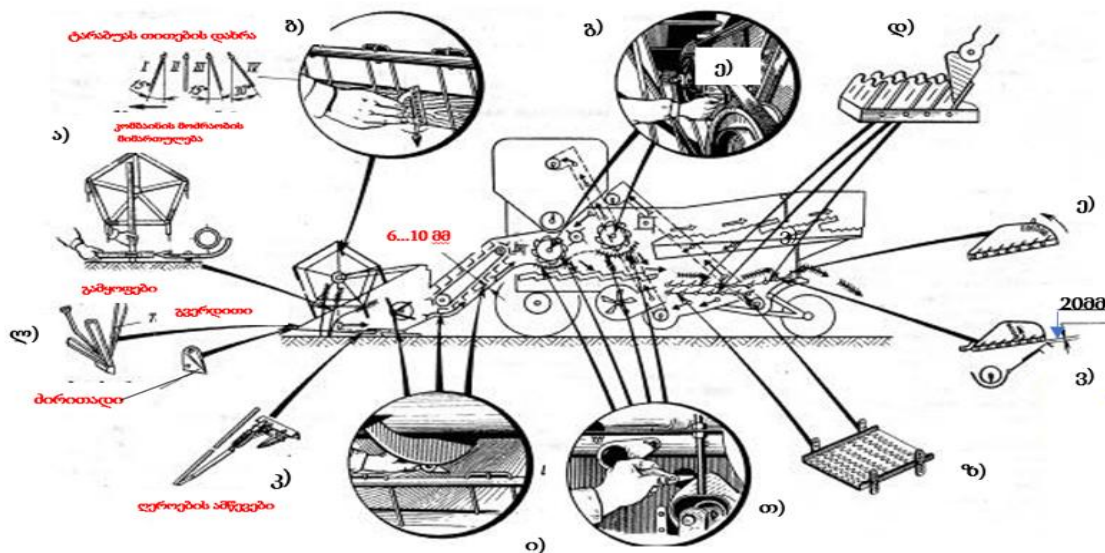
ასაღები კულტურა (სახეობა, ჯიში და სხვა მაჩვენებლები) გავლენას ახდენს ხარჯების თანაფარდობაზე. ოპტიმალურ სამუშაო პირობებში და ოპტიმალური ტექნოლოგიური პროცესის ოპტიმალურად შესრულების დროს, ქერის მოსავლის აღებისას

თავისუფალი მარცვლის დანაკარგი შეადგენს სალექ აპარატში აბსოლუტურად ყველა დანაკარგის დაახლოებით 70%-ს, ხოლო საგაზაფხულო ხორბლის მოსავლის აღებისას – დაახლოებით 30%-ს. ხორბლის გალექვისას ჩალაში თავისუფალი მარცვლის დანაკარგების წილი, მერყეობს 34,4 – 60,0%-მდე, ხოლო ჩალაში გამოულეწავი თავთავების რაოდენობა 4,2 – 39,0%-მდე.

მარცვლეული კულტურების მოსავლის აღების ოპერაციების შესრულების ხარისხზე კონტროლის ზოგადი წესები შეიძლება წარმოდგენილი იყოს შემდეგნაირად – სამკალი (მოჭრილი თავთავები, მინდორში გაბნეული თავისუფალი მარცვალი) – სალექი აპარატი (ჩალა, ბზე, მარცვალი ბუნკერში). ამ შემთხვევაში ჩალაში ჯერ მოწმდება თავისუფალი მარცვლის დანაკარგი, შემდეგ კი გამოულეწავი თავთავები; ბზეში ჯერ დგინდება თავისუფალი მარცვლის დანაკარგები, შემდეგ გამოულეწავი თავ-

თავები და ბოლოს კომბაინის ბუნკერში კონტროლდება მარცვლის სისუფთავე და მექანიკური დაზიანება. კვლევის შედეგების მიხედვით შემუშავებულია კომბაინის რეგულირების სქემა (სურ. 5).

როგორც ცდებმა აჩვენა, უპირველეს ყოვლისა, ბევრი რამ არის დამოკიდებული კომბაინის ოპერატორის კვალიფიკაციაზე [7]. თუმცა დანაკარგების სრულად თავიდან აცილება შეუძლებელია.



სურ. 5. მოსავლის აღების წინ კომბაინის რეგულირების სქემა

დასკვნა

კვლევის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ, უპირველეს ყოვლისა, კომბაინების მუშაობაზე ყველაზე მეტ გავლენა ახდენს კომბაინის ოპერატორის ინდივიდუალური თვისებები, მისი პროფესიული უნარები, ანუ სამუშაო სისტემა:

შესწავლილ კომბაინებზე RSM-161, ACROS-585, VECTOR-410, KZS-1218 მუშაობისას:

- ნებისმიერი ცვლის დასაწყისში, შეამოწმეთ (სურ. 5) ჰერმეტიკობა (დრეჟო) სამკალს და დახრილ კამერას შორის. შედით კომბაინის ქვეშ და შეამოწმეთ მერხვე დაფებს შორის ღრეხოები;

- ექსპლუატაციის დროს შეამოწმეთ კომბაინის უკან რა ხარისხის ბზე რჩება;
- ერთი ნაკვეთიდან მეორეზე გადასვლისას კვლავ შეამოწმეთ დანაკარგები;
- ვენტილატორის სიჩქარის კორექტირება და საწმენდი ცხავეების შერჩევა უნდა მოხდეს ასაღები კულტურის მარცვლის აეროდინამიკური თვისებების, დასარევიანების, ტენიანობის და ამინდის პირობების მიხედვით. აქვე უნდა იქნეს გათვალისწინებული ასაღები ნაკვეთის დახრილობა (ფერდობზე მუშაობას ახლავს არცთუ ისე მცირე დამატებითი დანაკარგები);

- სამუშაოების დაწყებამდე აუცილებელია ყოველდღიურად შევამოწმოთ კომბაინი ტექნიკურად ასევე მისი საწმენდი ცხავეები, გაწმენდოთ და დავარეგულოთ წარმოდგენილი სქემის მიხედვით (სურ. 5);
- ბევრი რამ არის დამოკიდებული კომბაინის სიჩქარეზე. ტარაბუას სიჩქარე უნდა შეესაბამებოდეს კომბაინის სიჩქარეს, განსაკუთრებით მოსავლის დავიანებით აღების დროს, როდესაც მარცვალ უკვე თავთავიდან ადვილად ცვივა.

ლიტერატურა

1. Tedoradze, O., & Darsavelidze, T. (2022). Theoretical and experimental study of the causes of losses during harvesting of grain crops. *Georgian Academy of Agricultural Sciences - Proceedings of the International Scientific Conference, Scientific Journal "Moambe"*, (45), 45–50.
2. Yusupov, P. N., Shorokhov, A. N., Zelenin, I. O., Aliev, A. A., Sadov, L. A., & Butenko, [Initials missing]. (2015). On the question of grain losses in grain harvesters. [620075, Russia, Yekaterinburg, K. Libknecht St., 42].
3. KZS-1218 Operating Instructions. (2019). *Appendix D: Methodology for determining grain losses behind a combine during harvesting of grain crops* (pp. 5–35).
4. Iovlev, G. A., Zorkov, V. S., & Goldina, I. I. (2017). Economic efficiency of modernizing grain harvesters when harvesting cereal crops. *Economy of Agricultural and Processing Enterprises*, (9), 34–37.
5. Bakhterev, [Initials missing], Iovlev, G. A., Nesgovorov, A. G., & [Additional authors if any]. (2017). Improving the process of threshing grain crops. *Theory and Practice of World Science*, (10), 51–60.
6. Yan, Q., Yang, F., Dong, F., & others. (2018). Yield loss compensation effect and water use efficiency of winter wheat under double-blank row mulching and limited irrigation in northern China. *Field Crops Research*, 216, 63–74. [https://doi.org/\[Insert DOI if available\]](https://doi.org/[Insert DOI if available])

UDC 63152

SCOPUS CODE 1102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-34-44>

Factors Causing losses During Grain Harvesting and Ways to Reduce Them

Omar Tedoradze	Professor V.Eristavi, Department of Environmental Engineering and Ecology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str. E-mail: omar.tedoradze@mepa.gov.ge
Malkaz Dolidze	Professor V.Eristavi, Department of Environmental Engineering and Ecology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str. E-mail: m.dolidze@gtu.ge
Tinat Darsavelidze	Professor V.Eristavi, Department of Environmental Engineering and Ecology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str. E-mail: m.dolidze@gtu.ge

Reviewers:

Q. Rokva, ssociate professor, faculty of Agricultural Sciences and Chemical Technologies, GTU
E-mail: q.rokva@gtu.ge

Kh. Gochoshvil Associate professor, faculty of Agricultural Sciences and Chemical Technologies, GTU
E-mail: Khvicha.Gochoshvili@mepa.gov.ge

Abstract. The article discusses the main factors causing grain losses during the operation of the combine, methods for recording and measuring losses, and the general procedure for monitoring the quality of harvesting operations.

Accordingly, the loss of free grain in the straw is checked first, followed by the number of unbroken heads in the threshing machine. Additionally, the loss of free grain in the threshing floor is determined first, followed by the number of heads in the field. The quality of broken grain and mechanical damage are monitored in the combine bunker. The results of the study show that the performance of combines is most influenced by the individual characteristics of the combine operator and their professional skills, i.e., the work system.

"Natural conditions – acceptable grain mass – machine – person." Based on the conducted research, the following recommendations and regulation rules have been developed to reduce losses for the main combines operating in the country: KLAAS DOMINATOR 140, DEUTZ-FAHR 6095, VECTOR 410, and KZS-1218.

Keywords: Chaff; Combine; Direct combining losses; Grain;Harvest; Quality of work; Spikelet;Split harvesting; Straw; Yield.

განხილვის თარიღი 28.04.2025

შემოსვლის თარიღი 19.05.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.12.2025