

ბარემოს მდგომარეობის შეფასების ასპექტები მერქნული საწვავის გამოყენების მიმართ

თ.კანდელაკი

განხილულია საწვავად გამოსაყენებელი ტყის მდგრადი მეთოდებით, ჭრითა და ბიომასის მოპოვებით გამოწვეული სპეციფიკური ეფექტები. აღნიშნულია, რომ მსოფლიოს გამოცდილებით მთლიანობაში ამ ქმედებების დადგენილი წესით ჩატარების ზეგავლენა ტყის ეკოსისტემაზე გაცილებით უფრო მცირეა იმ მნიშვნელოვან ცვლილებებთან შედარებით, რომელთაც იწვევს, მაგალითად ტყის ინტენსიური (პირწმინდა) ჭრები. კონკრეტულად შეფასებულია ისეთი მნიშვნელოვანი გარემოსდაცვითი საკითხები, როგორიცაა: პროდუქტიულობის შემცირება და გრძელვადიანი წარმოების დანაკარგების რისკი, ნიადაგის ბიოლოგია, ორგანული ნივთიერებების ეფექტის გათვალისწინებით; ზეგავლენა ნიადაგის ტემპერატურაზე და ტენიანობაზე; ფლორასა და ფაუნაზე; თესლის გადარჩენასა და აღრეულა განვითარებაზე; ატმოსფეროს (ჰაერის) ემისია; ნაცრის დაბუშვება; მერქნული საწვავის დამზადებით, გადამუშავების შენახვისა და ტრანსპორტირების ღონისძიებების შედეგები და სხვა მნიშვნელოვანი გარემოსდაცვითი ასპექტები, როგორიცაა: ტუტის წარმოქმნა, ნახშირორჟანგის პრობლემები, ჰაერის დაბინძურება ხე-ტყის დამზადებისა ტრანსპორტირების შედეგად; ნავთობის, ქიმიკატებისა და სხვა ნივთიერებების გაჟონვა, ხანძრის საშიშროება და სხვა საფრთხე და ა.შ. სტატიაში ძირითადად გამოყენებულია საქართველოში, სკანდინავიის ქვეყნებსა და კანადაში ჩატარებული კვლევის შედეგები.

საკვანძო სიტყვები: მერქნული ბიომასა, მერქნული საწვავი, ხე-ტყის დამზადება, გარემოს დაცვა.

1. მერქნული ბიომასის მოპოვების ზეგავლენა

ზოგადი მიმოხილვა. საწვავად გამოსაყენებლად ტყის მდგრადი მეთოდებით ჭრითა და ბიომასის მოპოვებით გამოწვეული სპეციფიკური ეფექტების განხილვამდე საჭიროა აღინიშნოს, რომ ამ ქმედებების ზეგავლენა ტყის ეკოსისტემაზე გაცილებით მცირეა იმ მნიშვნელოვან ცვლილებებთან შედარებით, რომელთაც იწვევს, მაგალითად ინტენსიური ჭრები.

ტექსტში გამოიყენება ტერმინები „ხის მასის სრული გამოყენება“ ან „მთლიანად ხის დამზადება“. ეს ტერმინები ცალკეული მითითებული შემთხვევების გარდა, გულისხმობს ბიომასის ზედა ნაწილის დამზადებას (ლერო, წვერო, ტოტები, წიწვები ან ფოთლები). ბიომასის ეს ნაწილი შეიძლება მოპოვებულ იქნას სხვადასხვა გზით.

პროდუქტიულობის შემცირება და გრძელვადიანი წარმოების დანაკარგების რისკი. ხე-ტყის დამზადება ყოველთვის მოქმედებს ტყის ეკოსისტემის პროდუქტიულობაზე. თუ ხე-ტყის დამზადებისას იხმარება მხოლოდ ხის ღერო, ეს არ იწვევს პროდუქტიულობის დიდად შემცირებას, რადგან ნიადაგის გამანაყოფიერებელი ნივთიერებების უმეტესობა იმყოფება წიწვებში, ფოთლებში, წვეროებში და წვრილ ღეროებში.

ხის ბიომასის მთლიანი მოცილება მნიშვნელოვნად ზრდის ტყის ეკოსისტემების კვლავწარმოების უარყოფითი ეფექტების რისკს.

შედეგები:

- მხოლოდ მერქნის ღეროს დამზადებასთან შედარებით მთლიანი ბიომასის დამზადება 1.5 – 5-ჯერ მეტ საკვებს აცლის ნიადაგს;
- ნიადაგის საკვები ნივთიერებების მთლიანი მოცულობის ფონზე დანაკარგები მცირეა;
- მხოლოდ მერქნის ღეროს დამზადების შემდეგ, ბუნებრივად შესაძლებელია Mg-სა და K-ს დანაკარგების აღდგენა, მაგრამ არა Ca-ისა, გარდა კარბონატული ნიადაგების შემთხვევისა;
- მთლიანი ხის მასის დამზადება უფრო უარყოფითად მოქმედებს Ca-ის ბალანსზე. მრავალ ადგილას პრობლემატურია ასევე Mg-სა და K-ის არსებობა. მჟავიანობის ანტროპოგენური გაზრდა უფრო ართულებს სიტუაციას. გამონაკლისი კვლავ კარბონატული ნიადაგები იქნება;
- სასუქის ან დამწვარი ხე-ტყის ნაცრის შეტანა საკვები ნივთიერებების დანაკარგების ნაწილობრივ კომპენსაციას მოახდენს.

ნიადაგის ბიოლოგია, ორგანული ნივთიერებების ეფექტის გათვალისწინებით.

კორომების საკვები ნივთიერებების ცირკულირება შეიძლება შემცირდეს ფოთოლცვენისა და წიწვების ცვენის შემცირების შედეგად მთლიანად ხის მასის დამზადების დროს. ამის მიზეზი მდგომარეობს იმაში, რომ ამ დროს ხდება ენერგიით სავსე საკვები ნივთიერებების მოშორება, რაც ამცირებს საკვები ელემენტების დაგროვებას ნიადაგში და მინერალიზაციის სიჩქარეს. თუ ეს პროცესი მოიცავს დიდ პერიოდს, ვთქვათ, ცირკულაციის დიდ ნაწილს, მაშინ მდგომარეობა შემამოფოთებელია. რისკი ყველაზე დიდია მაშინ, როდესაც ხდება ხეების განმეორებითი ჭრა დაბალი სიხშირის ფართობებზე.

თუ შევადარებთ ხეების მასის სრულად დამზადებას, მაგალითად, მთელი ხის მოჭრას წინაკომერციული ან კომერციული გამოხმირვისას, სასუქის დაგროვებას ევროპის ტყეების მაგალითზე, სადაც მათი ოდენობა განისაზღვრება 0,7-5 ტ/ჰა ოდენობით. ბიომასის „დამატებითი“ რაოდენობა, რომლის გატანა ხდება წვრილი ტოტების სისტემატური მოცილების გზით ცირკულაციის პერიოდში იცვლება ინტერვალში 20-55 ტ/ჰა. ამგვარად, საწვავად გამოყენებული მოშორებული ბიომასის ეკვივალენტურია სასუქის ნივთიერების ის რაოდენობა, რომელიც გროვდება 20-30 წლის განმავლობაში. გარდა ჩამოცვენის გზით ზედაპირზე წარმოშობილი სასუქისა, ანალოგიური რაოდენობის სასუქი წარმოიშობა მოჭრილი ხეების ფესვებისაგანაც.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ნახშირბადის შემცველობის ცვლილება ნეშომპალაში მცირეა, მაგრამ ამას ადგილი არ აქვს მინერალურ ნიადაგში.

ტერიტორიიდან ორგანული ნივთიერებების მოშორების უფრო ექსტრემალურ გზას წარმოადგენს „streunutzung“ ან სასუქის დაგროვება, რომელიც ადრე გამოიყენებოდა ცენტრალურ ევროპაში. ამ მეთოდს სერიოზული უარყოფითი გავლენა გააჩნია ნიადაგის კვლავწარმოებაზე. ამის დასადასტურებლად შეიძლება სხვადასხვა არგუმენტის მოყვანა, რომელთაგან ზოგიერთი ხაზს უსვამს.

Ca-სა და P-ის ოდენობის შემცირებას, ხოლო სხვები აღნიშნავენ ნეშომპალის ფენის გაღარიბებას და, ამასთან ერთად, აზოტის მინერალიზაციის შემცირებას.

ამ დროს ადგილი აქვს ზეგავლენას სხვადასხვა ბიოლოგიურ პროცესის მიმდინარეობაზეც, როგორიცაა: ორგანული ნივთიერებების დაშლა, გაზური გაცვლები ნიადაგში, მინერალიზაციისა და საკვები ნივთიერებების წარმოქმნა. შვედი მეცნიერების ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ აზოტის მინერალიზაცია იზრდება ხე-ტყის ჭრის ნარჩენების არსებობის შემთხვევაში. კანადაში ჩატარებულმა ლაბორატორიულმა

გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ მთლიანად ხის მასის დამზადება ამცირებს ნეშომპალაში ამონიზაციას. არაერთი ცვლილება არ იქნება აღმოჩენილი მინერალურ ნიადაგში. N , P, K და Mg -ის მინერალიზაციის „სასუქის ჩანთებში“ შემცირდა მთავარი სარგებლობის ჭრის შემთხვევაში, როდესაც მოხდა ჭრის ნარჩენების გატანა.

სხვა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ მთლიანად ხის მასის დამზადების დროს ბაქტერიათა მთლიანი პოპულაცია და ბიომასის მთლიანი ოდენობის დაშლა ორგანიზმებში მცირდება.

შედეგები:

- წვეროების გადანაჭრების და წვრილი ტოტების სისტემატური გატანა ყოველი ჭრის შემდეგ, ციკლის განმავლობაში გატანილი ორგანული ნივთიერებების ოდენობა ტოლი იქნება სასუქის რაოდენობისა, რომელიც გროვდება 10-20 წლის მანძილზე. ამას უნდა დაემატოს ფესვებიდან წარმოქმნილი სასუქის ოდენობა;

- მოსაზრება იმის შესახებ, რომ მთლიანად ხის მასის დამზადება იწვევს ნიადაგის ორგანული ნივთიერების რაოდენობის შემცირებას, არ არის დადასტურებული;

- გაცილებით მნიშვნელოვანია შენარჩუნებული იქნას პროდუქტიულობა და, შესაბამისად, ხელი შეეწყოს სასუქის მნიშვნელოვან დაგროვებას, ვიდრე თავიდან იქნას აცილებული წვეროებისა და ტოტების გატანა;

- იმის რისკი, რომ შემცირდეს სასუქის წარმოშობა და ნიადაგში მოხდეს ნეშომპალის ოდენობის ხანგრძლივად შემცირება, გაცილებით შესაძრევია ღარიბ ნიადაგებზე;

- ნიადაგში საკვები ელემენტების (N, P, K, Mg) მინერალიზაციას სასუქსა და ნეშომპალაში და ასევე აზოტის წარმოქმნას ხელს უწყობს ხე-ტყის დამზადებისას წარმოქმნილი ნარჩენები, ე.ი. მათი შემცირება ხდება მთლიანად ხის მასის დამზადებისას, მიღებული ბიომასის სრულად ათვისებისას.

- გამოკვლევათა შედეგებით მცირე რაოდენობა მიუთითებს მიკროორგანიზმების პოპულაციის შემცირებას.

ნიადაგის ტემპერატურისა და ტენიანობის ზეგავლენა. ხის მასის სრული გამოყენება ნიადაგის ტემპერატურისა და ტენიანობაზე უარყოფით გავლენას ახდენს მოკლე პერიოდის განმავლობაში. გამოკვლევები ადასტურებენ, რომ ხე-ტყის დამზადებისას წარმოშობილი ნარჩენები გარკვეულად მოქმედებენ ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის ფლუქტუაციაზე. ტემპერატურის მაქსიმუმი და მინიმუმი ნაკლებად ექსტრემალურია, ვიდრე დაუცველ ადგილებში, ე.ი. ისეთ ადგილებში, სადაც ხდება ტოტების მთლიანად გატანა.

შედეგები:

- მთლიანად ხის მასის დამზადება იწვევს ნიადაგის ტემპერატურის ფლუქტუაციის ზრდას მცირე პერიოდის მანძილზე;

- ჭრის ნარჩენების გამოტანა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის ტენიანობაზე.

ტუტის წარმოქმნა. ხის ღეროს ჭრა მნიშვნელოვნად ამცირებს წყლისა და საკვების შეწოვას კორომის მიერ. ეს იწვევს საკვების კონცენტრაციის ზრდას ნიადაგის წყალში. მთავარი სარგებლობის ჭრას აგრეთვე შეუძლია დააჩქაროს სასუქისა და ნეშომპალის მინერალიზაცია, მაგალითად, ნიადაგის ტემპერატურის გაზრდის გზით, რაც აგრეთვე გამოიწვევს კონცენტრაციის ზრდას ნიადაგის წყალში.

რიგ შემთხვევაში ხე-ტყის დამზადების ნარჩენების გავლენა ტუტის წარმოქმნაზე აღწერილია სხვადასხვა სტატიაში. ყველა მათგანი მიუთითებს მცირე განსხვავებაზე მთავარი სარგებლობის ჭრების სისტემებს შორის, მიუხედავად იმისა, ხდება თუ არა წვეროების გადანაჭრების, ტოტებისა და სხვა ნაწილების ტყეკაფზე დატოვება. მიკრობული უმოდრაობა, რაც გამოწვეულია C/N მაღალი ფარდობის ნივთიერებათა სიუხვით, როგორც ჩანს მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომელიც განსაზღვრავს იმას, რა მოხდის ტუტეს მთავარი სარგებლობის ჭრისას. მცირე პერიოდის მანძილზე შეიძლება არ იგრძნობოდეს განსხვავება ტუტის წარმოქმნის თვალსაზრისით ჭრის იმ არეებს შორის, სადაც მოხდა ნარჩენების დატოვება და მათი გატანა. შორეული პერსპექტივის თვალსაზრისით, როდესაც მცირდება C/N ფარდობა სასუქში, ის ადგილები, სადაც მოხდა ჭრის ნარჩენების დატოვება წარმოშობს მეტი რაოდენობის საკვებს, აზოტის ჩათვლით, და თუ შემდგომში არ მოხდება მათი შეწოვა არსებული მცენარეული საფარის მიერ, მოხდება მათი მინერალიზაცია.

ტუტის წარმოქმნა ხეების გამონახმის დროს ალბათ შედარებით უმნიშვნელოა. ფესვები და დარჩენილი ხეები შეიწოვენ წარმოქმნილ საკვებს.

შედეგები:

- მთლიანად ხის მასის დამზადება უმნიშვნელო გავლენას ახდენს სასუქის ტუტედ გარდაქმნაზე;
- ღეროების ნარჩენებიდან წარმოქმნილი საკვების ტუტედ გარდაქმნა შეიძლება ყურადსაღები იყოს.

ფლორისა და ფაუნის ზეგავლენა. მთლიანად ხის მასის დამზადების გავლენა ბალახოვან მცენარეებზე და ხავსზე კარგადაა ცნობილი. მისი მაღალი ინტენსივობის შედეგად ხდება გარემოს კრიტიკული შეცვლა. ასევე, საჭიროა აღინიშნოს ზოგიერთი დამატებითი ეფექტები, რომელთაც ადგილი აქვთ მთლიანად ხის მასის დამზადებისას. მოკლედ, შეიძლება ითქვას, რომ ამ მცენარეების მთლიანად მოსპობის რისკი, როგორც მთავარი სარგებლობის, ასევე მთლიანად ხის ბიომასის დამზადების დროს, მცირეა. ცხადია, რომ ცოტა რამაა ცნობილი იმის შესახებ, თუ რა გავლენას მოახდენს ჭრის ეს სისტემა მოცემულ არეში გავრცელებულ მცენარეებზე.

მცენარეთა ზოგიერთი სახეობისათვის უკეთესია ხე-ტყის დამზადებისას წარმოშობილი ნარჩენების მოშორება მთავარი სარგებლობის ჭრის დროს. მათ რიცხვს უპირველესად მიეკუთვნება მოცვი და ზოგიერთი ბალახოვანი მცენარე. საპირისპირო გავლენას აქვს ადგილი სხვა მცენარეების, მაგალითად, ჟოლოს. ეფექტი ყველაზე უფრო ძლიერია ზოგიერთი ხავსისა და სოკოს, რადგან ზოგიერთი გადაბერებული ხე, მორი და წვეროს გადანაჭერი რჩება ტყით დაფარულ ფართობზე. ამიტომ ბიომრავალფეროვნებაზე გავლენა არ არის სერიოზული. როგორც ზემოთ აღინიშნა, ზოგიერთი მცენარისათვის ეს ხელსაყრელიც კი არის.

ცოცხალი ორგანიზმები, რომელთა განვითარება დამოკიდებულია ხმელ ხის ღეროებზე, ალბათ ყველაზე უარყოფითად განიცდიან ხის ბიომასის დამზადებას. წვეროების გადანაჭრებისა და ტოტების გატანა შეამცირებს ქვედა ფენის ოდენობას (ანუ გამხმარ ხეებს), რომელიც საჭიროა ამ სახეობებისათვის. გამოკვლევების შედეგად ამ შემთხვევაშიც ვერ აღმოაჩინეს განსხვავება ჭრის სხვადასხვა სახეს შორის. ამის შესაძლო ახსნა შეიძლება მდგომარეობდეს იმაში, რომ თანამედროვე ტექნოლოგია გამხმარი ხეების ძალიან მცირე ნაწილს ტოვებს ამ ორგანიზმებისათვის. სხვა მნიშვნელოვან ფაქტორს შეიძლება წარმოადგენდეს ის, რომ ამ ორგანიზმების უმეტესობა დამოკიდებულია გამხმარი ტყის დიდი ფართობის არსებობაზე და ამის გამო არ არსებობს განსხვავება პირწმინდა და ამორჩევით

ჭრებს შორის. მთლიანად ხის მასის დამზადება განსხვავდება მთავარი სარგებლობის ჭრისაგან იმით, რომ იზრდება მცირე ზომის ხე-ტყის, წვეროებისა და ტოტების გატანა.

შედეგები:

- ბიომასის დიდი რაოდენობით გამოტანის ზეგავლენა მცენარეთა ჩვეულებრივ სახეობებზე შედარებით კარგადაა ცნობილი მაშინ, როდესაც იშვიათ სახეობებზე ან იმ სახეობებზე ზეგავლენა, როლებიც განლაგებულია მოცემულ სპეციფიკურ ადგილზე, მოითხოვს შესწავლას;
- სახეობათა უმრავლესობისათვის კრიტიკულია ხე-ტყის დამზადება, მთლიანი მასის დამზადებით გამოწვეული შედეგები შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი;
- მიკოზიის შემთხვევაში მთლიანად ხის მასის დამზადება დაკავშირებულია უარყოფითი შედეგების კიდევ უფრო გაძლიერებასთან;
- მთავარი სარგებლობის ჭრები ან მთლიანად ხის მასის დამზადება არ უნდა ჩატარდეს იმ რაოდენობით, სადაც ცნობილია ან მოსალოდნელია უარყოფითი ეფექტები მცენარეთა და ცხოველთა იშვიათ სახეობებზე.

ზეგავლენა თესლის გადარჩენასა და ადრეულ განვითარებაზე. არსებობს გამოკვლევები იმის შესახებ, თუ რა ზეგავლენას ახდენს მთლიანად ხის მასის დამზადება რეგენერაციის შენარჩუნებაზე და მის ადრეულ განვითარებაზე.

შვედეთის მეცნიერების მონაცემები შოტლანდიური ფიჭვისა და ნორვეგიული ნაძვის გარკვეული ვარიაციების შემთხვევაში მიუთითებენ გადარჩენის თვალსაზრისით, ოდნავ უკეთეს შედეგზე ახდენს მთლიანად ხის მასის დამზადების განხორციელებისას.

პრაქტიკული თვალსაზრისით, მოსამზადებელი და ტყის ხელოვნურად გაშენების სამუშაოები იოლდება, მთლიანად ბიომასის დამზადების შემთხვევაში ეს დადებით გავლენას უნდა ახდენდეს რეგენერაციაზე. თუმცა ამ ეფექტების დაკვირვება რთულია საცდელ ნაკვეთზე, სადაც ნარგავების დარგვა ხდება დიდი გულისყურით, რათა შეიქმნას იმის გარანტია, რომ შესაძლო შედეგები იყოს ყოველმხრივ მისაღები, მათ შორის ბიომასის დაგროვების მხრივ.

შედეგები:

- მერქნული მასის სრულად გამოტანის ზეგავლენა რეგენერაციისა და ბუნებრივ განახლებაზე უმნიშვნელოა;
- საცდელი ნაკვეთები, სადაც განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ნიადაგის მომზადებასა და მცენარეების დარგვას, არ არის თვალსაჩინო მცენარეთა გადარჩენაზე დასაკვირვებლად.

ტყის წარმადობა ახდენს მთლიანად ხის მასის დამზადება ზოგიერთი ეფექტი ალბათ თავს იჩენს მხოლოდ განმეორებითი ჭრისა და დიდი ხნის გასვლის შემდეგ. დღესდღეობით ამ მიმართულებით არსებული ყველა კვლევები შედარებით ახალია. ამოტომ საჭიროა დიდი ყურადღების გამოჩენა, როდესაც ხდება მთლიანი ან სხვადასხვა განახლების პროცესის შედეგების ექსტრაპოლაცია. ეს, აგრეთვე ეხება იმ გამოკვლევებს, რომლის დროსაც ადგილი ჰქონდა მთლიანად ხის მასის განმეორებით დამზადებას.

ქვემოთ განიხილება სკანდინავიის მეცნიერების (შვედეთის, ფინეთისა და ნორვეგიის) გამოკვლევების შედეგები. ამ ქვეყნების გარეთ ჩატარებული მცირე ოდენობით ცდები

მთლიანად ხის მასის დამზადების წარმადობაზე ზეგავლენის შესასწავლად და კვლების გარემო ძალზე განსხვავებულია საქართველოს პირობებისაგან.

სკანდინავიის სპეციალისტთა შედეგები მდგომარეობს შემდეგში:

- ნაძვისა და ფიჭვის ღარგვიდან პირველი რამდენიმე წლის განმავლობაში რეაქცია სხვადასხვაა. ნაძვზე ზეგავლენას თითქოს ადგილი არა აქვს მაშინ, როდესაც ფიჭვს ხშირად ახასიათებს უარყოფითი რეაქცია;
- ზრდის ტემპის დაცემა მთლიანად ხის მასის დამზადების შემდეგ, როგორც ჩანს, დროებითია. ზრდის ტემპის დაცემის ხანგრძლივობა ცვალებადობს ნიადაგის ხარისხის მიხედვით, 10 – წლიდან ნოყიერ ნიადაგზე 25 – წლამდე მწირ ნიადაგების შემთხვევაში;
- ძალიან ღარიბ ნიადაგებზე არსებობს საშიშროება ზრდის უნარის მუდმივად დაკარგვისა, ე.ი. მცირდება ნიადაგის ხარისხი. ეს რისკი ყველაზე დიდია წიწვოვანი ტყეების შემთხვევაში;
- საზოგადოდ, წარმადობის ცვლილებები მინიმალურია. განმეორებით პირვინდა ჭრებზე ჩატარებული ცალკეული ცდები, ჩვეულებრივ, არ მიუთითებენ რაიმე დრამატულ ეფექტზე;
- არ ჰქონია ადგილი განმეორებითი მთლიანად ხის მასის დამზადების ეფექტების ნამდვილად გრძელვადიან ექსპერიმენტულ შესწავლას.

მთლიანად ხის მასის დამზადების ზეგავლენის შეჯამება. ნეშომპალისა და საკვების შემცველობა ნიადაგში. მორებისა და სხვა მერქნული ნარჩენების ტყიდან გატანა იწვევს ორგანული ნივთიერებებისა და საკვების შემცირებას. ორგანული ნივთიერებების უწყვეტად გატანა, თუ არ მოხდა მათი ხელოვნურად შევსება, გამოიწვევს ნიადაგის ზედმეტად გაღარიბებას, რაც, თავის მხრივ, შეამცირებს მცენარეების ზრდის უნარს. ამიტომ უკიდურესად მნიშვნელოვანია, რომ ყურადღება მიექცეს ნიადაგის ხარისხს, მასში ნეშომპალისა და საკვების შემცველობას. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, როდესაც ადგილი აქვს საწვავად გამოყენებადი ნედლეულის მოპოვებას, რადგან, როგორც წესი, ეს არ შემოიფარგლება ხეების ღეროსა და მსხვილი ტოტების მოპოვებით. არამედ, ამ დროს ხდება წვრილი ტოტების, წიწვებისა და ფოთლების მოპოვება. ხეების ეს ნაწილი მნიშვნელოვან წვლილს იძლევა ხეების საკვების წარმოქმნაში. მაგალითად, წიწვოვან ტყეებში ტოტები და წიწვები შეიცავენ იმ საკვების მთლიანი მოცულობის 50-70%-ს, რომლის მიღებაც შეიძლება მოცემული ხის მიწისზედა ნაწილიდან. ჩვეულებრივ, წიწვოვანი ხეები იზრდება ყველაზე ღარიბ ნიადაგებზე.

იმისათვის, რომ თავიდან იქნას აცილებული ნიადაგის გაღარიბება, უნდა იქნას გამოყენებული სპეციალური აკრძალვები და წესები ტყიდან ბიომასის გატანის თაობაზე. ეს შეიძლება იყოს მარეგულირებელი იურიდიული ბაზა ან ცალკეული ნორმატივი (ტყის მესაკუთრის ინტერესებში უნდა შედიოდეს ნიადაგის გაღარიბების თავიდან აცილება). ასევე, ხე-ტყის დამზადების მეთოდების შერჩევა და დაპროექტება იძლევა საშუალებას, რომ მორთვევამდე მოხდეს წიწვებისა და ფოთლების ჩამოცვენა.

როგორც წესი, ნოყიერი ნიადაგებისთვის არ არსებობს რისკი მაშინაც კი, თუ მოხდება ფოთლებისა და წიწვების გატანა ხის ღეროსთან ერთად მაშინ, როდესაც მწირ ნიადაგებზე თავიდან უნდა იქნას აცილებული ასეთი ქმედებანი.

სპეციალური მითითებები (რეკომენდაციები) უნდა მოქმედებდეს მგრძნობიარე ადგილების მისათითებლად და განსაზღვრავდნენ ბიომასის (ტოტები და წვეროები) დასაშვებ (რეკომენდირებულ) პროცენტულ ოდენობას, რომელიც შეიძლება გატანილ იქნას ტყიდან პროდუქტიულობის და ნიადაგის გაღარიბების რისკის გარეშე.

2. ატმოსფეროს (ჰაერის) ემისია

წიაღისეული საწვავის წვა, როგორიცაა: ნავთობი, ქვანახშირი ან ბუნებრივი გაზი, ასევე ბიოსაწვავის წვა მიზეზია სხვადასხვა გამონაბოლქვისა ჰაერში.

წვის შედეგად გამოყოფილი სხვადასხვა გამონაბოლქვის რაოდენობა და ნარევი ძირითადად დამოკიდებულია:

- მოწყობილობის ტიპზე, დიზაინსა და მდგომარეობაზე;
- გამოყენებული საწვავის ხარისხსა და ტიპზე;
- საწარმოს საექსპლუატაციო ეფექტურობაზე;

წვის პროდუქტების გამონაბოლქვი მოქმედებს გარემოზე – როგორც ლოკალურად, რეგიონულად, ასევე გლობალურ დონეზე და შეიძლება ზიანი მიაყენოს ადამიანის ჯანმრთელობას, ბუნებას, ცხოველთა სამყაროს, შენობებსა და ა.შ. დღესდღეობით მსოფლიოში საზოგადოდ ესმით, რომ გამონაბოლქვის ოდენობა უნდა შემცირდეს, არსებობს ბევრი საერთაშორისო შეთანხმებანი, რომლებიც კრძალავენ ამ პროცესს.

უკანასკნელი 10-20 წლის განმავლობაში მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში განხორციელებული ენერგეტიკული პოლიტიკა, ძირითადად იზრებოდა გარემოს დაცვითი ენერგეტიკული პოლიტიკისაკენ. ხდებოდა ხელშეწყობა ბიოსაწვავის უფრო დიდი რაოდენობით გამოყენებისა (ეკონომიკური მოსაზრებების გამოც) და გადაიდგა ნაბიჯები გამონაბოლქვის შესამცირებლად. მრავალ საერთაშორისო შეთანხმებას მოეწერა ხელი, რომელიც ემსახურებოდა ენერგეტიკული სექტორის გამონაბოლქვის შემცირებას.

მთავრობისა და უფლებამოსილი პირების საშუალებას გამონაბოლქვის შემცირებაში წარმოადგენს ისეთი საკანონმდებლო და ეკონომიკური საშუალებანი, როგორიცაა გადასახადები, სუბსიდიები. მთავრობას ამის გაკეთება აგრეთვე შეუძლია შესაბამისი კვლევების დაფინანსებითა და მოსახლეობის სათანადო ინფორმირების გზით.

ნახშირორჟანგის პრობლემა. სათბურის ეფექტების გაზების კონცენტრაციის ზრდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიზეზი არის ნახშირორჟანგი (CO_2), რომელიც გამოიყოფა სხვადასხვა სახის საწვავის წვის შედეგად, რაც ნაჩვენებია ცხრ.1-ში.

CO_2 -ის გამონაბოლქვი სხვადასხვა საწვავის წვის დროს

ცხრილი 1

საწვავი	CO_2 -ის გამონაბოლქვი წვის დროს, გ/მჟ
ნახშირი	91
ბუნებრივი გაზი	56
ნავთობი	76
ტორფი	97-107
მერქნული საწვავი	96

წვის დროს მერქნული საწვავი აგრეთვე გამოყოფს CO_2 -ს, მაგრამ გამოყოფილი CO_2 ჩართული იქნება ნივთიერებათა ნორმალურ ციკლში და ასიმილირებული იქნება ახალ ბიომასასთან. წვის დროს მერქნული საწვავის წილი CO_2 -ის გამოყოფაში ძალიან დაბალია და საბოლოო ჯამში უმნიშვნელო. წლის განმავლობაში ნულოვანი მაჩვენებლები გვაქვს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ბიომასის შემცირება ტოლია წლიური შემატების.

ხეებისა და ტყის ახალი ფართობების ზრდა ხე-ტყის დამზადების გარეშე გამოიწვევს CO₂ -ის მთლიან შთანთქმას მაშინ, როდესაც ბიომასის მოცულობა იზრდება. მთლიანი ხეების მერქნის დამზადება და წვეროებისა და ტოტების წვა არ მოქმედებს CO₂ -ის გამოყოფის მთლიან მოცულობაზე ისე, როგორც მხოლოდ ხის ღეროს დამზადება. ხის ღეროს ჩვეულებრივი დამზადების დროს ნარჩენები რჩება ადგილზე და დალპება, რის შედეგადაც 10-დან 30 წლამდე პერიოდში გამოიყოფა CO₂ , მაგრამ ნარჩენების დაწვა CO₂ -ის მომენტალურ გამოყოფას გამოიწვევს.

შედეგები:

- მერქნული საწვავის წვის შედეგად გამოყოფილი CO₂ -ის წილი ძალიან დაბალია და გრძელვადიან პერიოდში უმნიშვნელო;
- კორომებისა და ტყის ახალი ფართობების შექმნა ხე-ტყის დამზადების გარეშე გამოიწვევს CO₂ -ის მთლიან შთანთქმას მაშინ, როდესაც ბიომასის მოცულობა იზრდება;
- მთლიანი ბიომასის დამზადება და წვეროებისა და ტოტების წვა არ მოქმედებს CO₂ -ის გამოყოფის მთლიან მოცულობაზე ისე, როგორც მხოლოდ ხის ღეროს დამზადება.

3. ნაცრის დამუშავება

როდესაც ხე-ტყის დამზადების ნარჩენები და მორები დამზადებულია და გატანილია ტყიდან, ხდება მათში არსებული მინერალების გატანაც. გარდა ამისა, მჟავე წვიმა, რომელიც მოდის ტყეებში, ზემოქმედებას ახდენს მინერალურ ნივთიერებებზე. ევროპის ტყეების დიდი ფართობები, საქართველოს ტყეების ჩათვლით, ამჟამად ღვანას ნიადაგის მჟავიანობის ზრდის მზარდი პრობლემების წინაშე. ხე-ტყის დამზადებამ და ატმოსფერულმა ნალექებმა შეიძლება გამოიწვიოს მინერალებისა და გამანოყიერებელი ნივთიერებების ნაკლებობა. საჭიროა ნიადაგში მინერალური ბალანსის შენარჩუნება, რაც ხელს შეუწყობს ტყის ფართობებზე ბიომასის მიღებას.

ხე-ტყის მასალასა და მერქნულ საწვავში არსებული მინერალების ძირითად ნაწილს შეიცავს ნაცარი. მინერალური ნივთიერებების ნაწილის კომპენსირება შესაძლებელია, თუ ბიოსაწვავის წვის შემდეგ მიღებულ ნაცარს დავაბრუნებთ უკან ტყეებში. ნაცარი, კირთან კომბინაციაში, შეიძლება გამოყენებული იქნას ნიადაგის პროდუქტიულობის აღსადგენად.

საქართველოში ამჟამად ბიოლოგიური საწვავის გამოყენება შეზღუდულია, ისევე, როგორც წარმოებული ნაცრის ოდენობა. მაგრამ საჭიროა სხვა ქვეყნებში არსებული პრაქტიკის შესწავლა, რომ შემდგომში შევძლოთ ამ ცოდნის გამოყენება.

4. მერქნული საწვავის დამზადების, გადამუშავების, შენახვისა და ტრანსპორტირების ღონისძიებების შედეგები

მერქნული საწვავისა და ხის სხვა სახის ბიომასის წარმოების, გადამუშავების, შენახვისა და ტრანსპორტირების ოპერაციები ზეგავლენას ახდენენ გარემოზე – ნიადაგზე, დარჩენილ ხეებზე, ჰაერზე და ა.შ. ამ ზეგავლენის დონე და მნიშვნელოვნობა დამოკიდებულია არსებულ პირობებზე და გარემოს სენსიტიურობაზე. მაგრამ, ამავე დროს, დამოკიდებულია მუშაობის მეთოდებზე და გამოყენებულ მანქანა-დანადგარებზე.

ქვემოთ განხილულია სხვადასხვა ფაქტორი და შედეგი, რომლებიც დაკავშირებულია საწვავად გამოყენებული ხის ბიომასის დამატებით დამზადებასთან, დამუშავებასთან და სხვა სამუშაოებთან.

ჰაერის დაბინძურება ხე-ტყის დამზადებისა და ტრანსპორტირების შედეგად. ჰაერის დაბინძურება გამოწვეულია მანქანების შიდა წვის ძრავებით, რომლებიც გამოიყენება ხე-ტყის დამზადების დროს, ისევე, როგორც დაღვრილი ნავთობი, ერთნაირი მასშტაბისაა ხის სხვადასხვა სახეობის დამზადების შემთხვევაში, როდესაც გვაქვს ნაფოტის წარმოების ოპერაციები.

საწვავად გამოსაყენებელი მერქნული საწვავისა და ნედლი მასალის ტრანსპორტირება, შენახვა და შესაძლო შემდგომში დამუშავება (ნაფოტებად დაჭრა, დაქუცმაცება და ა.შ.), აგრეთვე იწვევს ემისიას ატმოსფეროში. სატვირთო მანქანების, ხის საჭრელებისა და სხვა მანქანების ძრავებში საწვავი ნავთობისა და ბენზინის წვის პროცესში გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, აზოტის ზეჟანგი და გოგირდი. გამონაბოლქვის მთლიანი ოდენობა დამოკიდებულია ბევრ შემდეგ ფაქტორებზე:

- ტრანსპორტირების მოცულობაზე;
- დასამუშავებელი და დასამზადებელი მასალის მთლიან მოცულობაზე;
- მერქნული საწვავის ტიპსა და ხარისხზე;
- წვის ეფექტურობაზე;
- წვის დროს გამოყოფილი აირების გაწმენდის ეფექტურობაზე.

ცხრ.2-ში შეჯამებულია საწვავის (დიზელის, ბენზინის) გამოყენება მკვრივ მ³-ზე. „სისტემაში“ იგულისხმება ხე-ტყის დამზადების სხვადასხვა მეთოდი.

მერქნული საწვავის გამოყენება სხვადასხვა ოპერაციაში, ლ/მკვრივ მ³-ზე

ცხრილი 2

ოპერაცია	საშუაშე მერქანი	ხის ღეროს სხვადასხვა ნაწილი	წვეროს გადანაჭრები და ტოტები
ხის ჭრა	0,75	0,75	-
ტრანსპორტირება	1,25	1,4	1,6
ნაფოტების დამზადება	-	2,8	2,8
სატვირთო მანქანებით გადატანა 30კმ-ზე	0,9	0,9	0,9
ნაფოტების დამზადება გათბობის სადგურში	2 ¹⁾		
ძრავის საწვავის ლ/მკვრივ მ ³ -ზე	2,9-4,9	5,85	5,3

– არ არის მართებული ელექტროენერგიის გამოყენების დროს.

ნიადაგის ეროზია. მერქნული საწვავის დამზადება ტრადიციული საშუაშე მორების სახით არ იწვევს ნიადაგის დამატებით ეროზიას, გარდა ამისა, რაც გამოწვეულია სამრეწველო მიზნებისათვის მორების ჩვეულებრივი დამზადებით.

ხეების ნაწილების, განსაკუთრებით წვეროების გადანაჭრებისა და ტოტების დამზადებამ, შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგის დამატებითი გაღარიბება, თუ ისინი გამოიყენება არა გზის აუცილებელი გამაგრებისათვის, არამედ მერქნული საწვავის დასამზადებლად.

მეორეს მხრივ, წვეროების გადანაჭრებისა და ტოტების დამზადებას ადგილზე ჭარბტენიან ნიადაგებში, სადაც წვეროები და ტოტები საჭიროა მიწაზე დასაყრელად, უნდა მოვერიდოთ, რადგან ეს ძალიან გაზრდის ტრანსპორტირების ხარჯებს.

მთლიანი ღეროების ან ღეროს ნაწილების დამზადება უნდა წარმოებდეს, როდესაც ნიადაგი საკმაოდ მყარია, რომ მოგვცეს ტერიტორიაზე ხე-ტყის გადატანის საშუალება, რის შედეგადაც ეს მასალა გამოაკლდება დამზადებული ხე-ტყის მოცულობას.

ნავთობის, ქიმიკატებისა და სხვა ნივთიერებების გაჟონვა. სხვადასხვა სახის ნივთიერების გაჟონვა ნიადაგში და წყალში ხე-ტყის დამზადების, ტრანსპორტირების, შენახვისა და შემდგომი დამუშავების დროს ძირითადად ხდება ორი სახით:

- ნავთობისა და საწვავის გაჟონვა მანქანებიდან;

- სხვადასხვა სახის ნივთიერების გაჟონვა, რომელთა გამოყოფა ხდება ნედლი ხის მასალიდან მისი შენახვის დროს.

მანქანიდან ნავთობისა და საწვავის გაჟონვა ნიადაგსა და წყალში ზოგადად მცირე ოდენობით ხდება და არ ქმნის პრობლემებს გარემოსთვის, თუმცა ბუნებრივია, რომ ამას უნდა ვერიდოთ. მაგრამ, თუ კონკრეტულ ადგილზე ნიადაგში გაჟონვა დიდი მოცულობითაა ხშირად ხდება, შეიძლება დაბინძურდეს გრუნტის წყლები.

მანქანებიდან ნავთობისა და საწვავის გაჟონვა დიდი ოდენობით შეიძლება გამოწვეული იყოს ცუდი ტექნიკური მომსახურებით (მაგალითად, ჰიდრაულიკური მილების დაზიანება), ან ოპერატორის მიერ ნავთობისა და საწვავთან მუშაობის დაშვებული შეცდომებით.

ტექნიკური მომსახურების პერსონალის, ოპერატორების, უფროსი მუშებისა და სხვა გათვითცნობიერების გზით გარემოზე ზეგავლენისა და შესაძლო ზიანის მიყენების საკითხებში, რომელიც შეიძლება გამოიწვიოს ნავთობისა და საწვავის გაჟონვამ, შესაძლებელია მნიშვნელოვნად შევამციროთ პრობლემები დამატებითი ხარჯებისა და ინვესტიციების გარეშე.

სხვადასხვა სახის ნივთიერების გაჟონვამ ნიადაგში და ჭარბტენიან ადგილებში ხე-ტყის შენახვის დროს შეიძლება შექმნას ადგილობრივი პრობლემა, თუ შენახვა ხდება დიდი ოდენობით და ხანგრძლივი პერიოდის მანძილზე, კონცენტრირებულად ერთსა და იმავე ადგილას.

მანქანების მოძრაობის ინტენსივობა, საგზაო ავარიები, გზების დაზიანება.

მანქანების მოძრაობის ინტენსივობა გაიზრდება მერქნული საწვავის გამოყენების ზრდასთან ერთად. ნედლი მასალა, რომელიც მზადდება საშეშე მერქნის სახით, აგრეთვე მერქნული საწვავი, რომელიც არ მუშავდება გრანულებად ან ბრიკეტებად, ჩვეულებრივ დიდი მოცულობისაა და, შესაბამისად, ტრანსპორტირების სამუშაოები მნიშვნელოვნად იზრდება ნავთობისა და ნახშირის გადაზიდვასთან შედარებით.

მანქანების მოძრაობის ინტენსივობის ზრდასთან ერთად, იზრდება საგზაო შემთხვევების რისკი, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს პრობლემები მჭიდროდ დასახლებულ ადგილებში.

გზების ამორტიზაცია და დაზიანება მატულობს. განსაკუთრებით ეს ეხება ტყის გზებს გაზაფხულზე. გზების ტექნიკური მომსახურების ხარჯების ზრდა გაზრდის ხარჯებს სახელმწიფო ბიუჯეტიდან.

ხმაური და მტვერი. მერქნული საწვავის ტრანსპორტირებამ, დამუშავებამ და სხვა სამუშაოებმა შეიძლება გამოიწვიოს ხმაურისა და მტვერის დონის ზრდა, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს პრობლემები, თუ ახლოს განლაგებულია სახლები ან სხვა შენობები, განსაკუთრებით მჭიდროდ დასახლებულ ადგილებში. მუშებს, რომლებმაც მუშაობა უწევთ ხმაურის პირობებში, უნდა ჰქონდეთ ყურსაფარი.

რაიონული გათბობის ყველა სადგურში ხის ნაფოტებად დაქუცმაცებამ შეიძლება წარმოიშვას პრობლემები გარემოს დაცვის თვალსაზრისით. უნდა მოვერიდოთ მერქნული საწვავის დაქუცმაცებას შენობის გარეთ, სკოლების, საავადმყოფოებისა და საცხოვრებელი უბნების მახლობლად.

ხანძრის საშიშროება და სხვა საფრთხე. ხე-ტყის დამზადების ნარჩენები და სხვა ნედლი ხის მასა, რომელიც გასაშრობად დატოვებულია ტყეკაფზე ან გზის პირას, თავისთავად ზრდის ხანძრის საშიშროებას. ასევე, თუ ხანძარი გაჩნდა, აღნიშნული მასალა ხელს უწყობს მის სწრაფ გავრცელებას. ხანძრის საშიშროების თვალსაზრისით, არ არის პრინციპული განსხვავება მერქნული მასალის საწვავად გამოსაყენებლად, შენახვასა და ჩვეულებრივად ჭრების შემდეგ ხე-ტყის დამზადების ნარჩენების ტყის ფართობზე დატოვებას შორის.

ბიომასის გადატანა ტყიდან, მისი საწვავად გამოსაყენებლად, ამცირებს ხანძრების გაჩენის რისკს. ხის ნაფოტების შენახვა ხანგრძლივი დროის მანძილზე, დიდი გროვების სახით, დაკავშირებულია ხანძრის გაჩენის რისკთან, რადგან აღნიშნულ მასალას გააჩნია მომენტალური აალების თვისება.

მოცულობის დაკარგვა და ჯანმრთელობის პრობლემები მერქნული საწვავის შენახვის დროს. მერქნული საწვავის წარმოება და მოხმარება ყოველთვის არ შეესაბამება ერთმანეთს, არამედ ცვალებადობს სხვადასხვა, მეტნაკლებად არაპროგნოზირებადი მოდელის მიხედვით. საჭიროა ვიცოდეთ ნედლი ხის მასალის ან მერქნული საწვავის შენახვა გრძელდება, თუ ის მოკლე პერიოდის განმავლობაში წარმოებს.

შენახვის პერიოდში მასალაზე მოქმედებს ქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესები, რომლებიც ამცირებენ მასში ნივთიერებების შემცველობას. თუ რამდენად და რა სიჩქარით ხდება ეს შემცირება დამოკიდებულია შენახული მასალის სახეობაზე, მთლიანად მოცულობაზე და შენახვის მეთოდზე, დროზე, ტენიანობის თავდაპირველ შემცველობაზე, ამინდზე და სხვა, შემცველი ნივთიერებების შემცირება იწვევს, შესაბამისად, იმ ენერგიის შემცირებასაც, რომელსაც შეიცავს მასალა. თუმცა, იმის მიხედვით, თუ რა პირობებთან გვაქვს საქმე, შენახვის წესი აგრეთვე იწვევს მასალის გამოშრობას და ტენიანობის შემცირებას, რის შედეგადაც მასალაში შემცველი ენერგია იზრდება და ნაწილობრივ აკომპენსირებს ნივთიერებათა დანაკარგს.

ამ პროცესში ჩართულია სხვადასხვა სოკო, რომელთა სპორებმა შეიძლება დააავადონ ხეები. ეს უეჭველია, გარკვეულ საფრთხეს უქმნის ადამიანთა ჯანმრთელობას საწვავიდან მიღებული მტკრის გამო.

ხე-ტყის დამზადების, გადამუშავებისა და ტრანსპორტირების შედეგები. მერქნული საწვავის დამზადება ზოგადად არ ხდება განსხვავებულ მავნე ზეგავლენას გარემოზე, გარდა იმ მავნე ზეგავლენისა, რასაც იწვევს სამრეწველო მიზნებისათვის ხე-ტყის ჩვეულებრივი დამზადება, გადამუშავება და მოვლა. ყველაზე მნიშვნელოვანია, რაც უკვე ითქვა მეორე თავში და ხე-ტყის ჩვეულებრივი დამზადების და ტრანსპორტირების გარდა, არის:

- ნიადაგზე მანქანების მოძრაობის ზრდა და ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გაუარესება;
- გზებზე მანქანების მოძრაობის ზრდა და გზების შესაძლო დაზიანება;
- ხმაურისა და მტკრის შესაძლო პრობლემები გადამამუშავებელ ან გათბობის სადგურებთან;
- ხანძრის რისკის ზრდა შენახვის ადგილებში;
- ჯანმრთელობისათვის შესაძლო რისკი მტკრის, სოკოებისა და სხვა მსგავსი მიზეზების გამო.

სოციალურ-ეკონომიკური ასპექტები. ეკონომიურმა და ენერგეტიკულმა პრობლემებმა, რომლებიც რამდენიმე წლის წინ ჩამოყალიბდა საქართველოში, გამოიწვია სოციალურ-ეკონომიკური სიძნეელები. ერთ-ერთი ასეთი გამოვლენა არის ზოგადად სათბობ-

ენერგეტიკული რესურსების სიძვირე. ამგვარი ვითარების შედეგები სავალალოა, როგორც ქალაქის, ასევე სოფლის მოსახლეობისათვის. კერძო პირები, როგორც ქალაქებში, ასევე სოფლებში, თვითონ, საკუთარი ინიციატივით ცდილობენ პრობლემების მოგვარებას. დიდ ქალაქებში ყველაზე მნიშვნელოვან ინტერესს იწვევს ელექტროენერგიისა და გაზის მიწოდება და პრობლემების გადაწყვეტა ხდება ძირითადად ისეთი სახის სარეზერვო სისტემების გამოყენებით, როგორიცაა პატარა გენერატორები, აკუმულატორები, ნავთი ან ქალაქში გაზის კერძო მიწოდება. ალბათ, ყველაზე ძნელი გადასაწყვეტი პრობლემაა სათბობი რესურსების მიწოდება. სოფლად ელექტროენერგიისა და გაზის სისტემების მუშაობა ადრეც არასაიმედო იყო და ხალხი უფრო მიჩვეულია ძველი ყაიდის სისტემების გამოყენებას, როგორიცაა: საშეშე მერქანი, ნავთქურები და სხვა. ამავე დროს, სოფლებში ოჯახები არ არიან ეკონომიურად ისეთი უზრუნველყოფილნი, რომ შეიძინონ და გამოიყენონ თანამედროვე და სრულყოფილი გათბობის სისტემები. ამ თვალსაზრისით ხელმისაწვდომი მერქნული საწვავი დიდ როლს ასრულებს სოფლის მოსახლეობის კეთილდღეობაში.

ლიტერატურა

1. მერქნული საწვავის მენეჯმენტი და მიწოდება სოფლად ეფექტური ენერგოუზრუნველყოფისათვის. თბილისი. სტოკჰოლმი: TACIS პროექტი EGE/95/02, თ. კანდელაკის და ტ. ლინდბერგის ხელმძღვანელობით. 1999. 208 გვ.
2. Wood fuel energy potential of Georgia and its efficient consumption, USAID/Georgia, ECI's project: ECI-GA-20, 2010, 174 pages. Under supervision and authorship of Professor Teimuraz Kandelaki. (In Georgian)

თეიმურაზ კანდელაკი, ეკონ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი

სატყუო დეპარტამენტის უფროსი

ტელ.: (995 32) 23 02 85; მობ.: 995 99 56 15 33

E-mail: kandelaki2002@yahoo.co.uk