

საქართველოს ტყეებში არსებული ნახშირბადის მარაგი და ნახშირბადის დიოქსიდის ემისია ტყის ნიადაგების ზედაპირიდან

გიზო გოგიჩაიშვილი - სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,,

გივი ჯაფარიძე - ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი, აკადემიკოსი,

ზვიად ტიგინაშვილი - სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი,

გიორგი ვაჩნაძე - ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი

საკვანძო სიტყვები: ტყე, ნახშირბადის მარაგი, ემისია, ჰუმუსი, ეკოსისტემა, ბიოცენოზი.

რეზიუმე

საქართველოს ტყეებში არსებული ფიტომასის ჯამური რაოდენობა 353,9 მტ-ს შეადგენს და მასში 168,5 მტ ნახშირბადია დეპონირებული. ნიადაგის ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) საერთო მარაგი საქართველოს ტყეებში 579,7 მტ-აა. მასში 335,7 მტ ნახშირბადია აკუმულირებული. ნახშირბადის ჯამური რაოდენობა საქართველოს ტყეების ეკოსისტემებში 503 789 ათას ტონას შეადგენს. ტყეების ეკოსისტემების ნიადაგებში საშუალოდ 1,5-5,0-ჯერ მეტი ნახშირბადია დეპონირებული, ვიდრე საქართველოს ტყეების ერთად აღებულ მიწისზედა და მიწისქვეშა ფიტომასაში. საქართველოს ტყეების ზონაში ნახშირბადის გამოყოფის საშუალო თვიური ინტენსივობა დღე-ღამეში 1,168-დან 2,082გ C/მ²-მდე მერყეობს. ნახშირბადის საშუალო წლიური ემისია საქართველოს ტყეების არეალში 3,9-დან 7,6 ტ/ჰა-მდე ვარირებს. საქართველოს ტყეების ნიადაგების ზედაპირიდან ნახშირბადის გამოყოფა ჯამურად წელიწადში 9,47 მტ-ს შეადგენს, აქედან წელიწადის ცივ პერიოდში (XI-III თვეებში) 2,58 მტ-ს, ხოლო თბილ პერიოდში (IV-X თვეებში) – 7, 37 მტ-ს.

შესავალი

უკანასკნელი ასწლეულის განმავლობაში საგრძნობლად გაიზარდა დედამიწის ატმოსფეროში ნახშირბადის დიოქსიდის (CO₂), მეთანის (CH₄), აზოტის ქვეჟანგის (N₂O) და სათბურის სხვა აირების გამოფრქვევა. აღნიშნულმა გამოიწვია ჰაერის ტემპერატურის გლობალური ზრდა, რასაც მოჰყვა ყინულის ინტენსიური დნობა ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროებში, მსოფლიო ოკეანის დონის აწევა და სხვა უარყოფითი პროცესები. სათბურ აირებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვნად ითვლება ნახშირბადის დიოქსიდი, რადგან იგი 60%-ით განსაზღვრავს სათბურის ეფექტის არსებობას [18]. ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია ინდუსტრიული რევოლუციის დროიდან დღევანდელობამდე 280 ppm- დან 366 ppm-მდე გაიზარდა [19]. ეს ზრდა გამოწვეულია მრეწველობის სწრაფი განვითარებით და წიაღისეული საწვავის (როგორც მყარის, ასევე თხევადის) მოპოვების, გადამუშავების და გამოყენების მრავალჯერადი ზრდით, ტყით დაკავებული ფართობების შემცირებით, ტყის ხანძრებით გამოწვეული CO₂-ის ემისიითა და ა. შ. კვლევებით დადგენილია [15, 16], რომ დედამიწის ატმოსფეროში ნახშირბადის რაოდენობა 760 Pg-ს (პეტაგრამს) შეადგენს, ბიოტიკურ რეზერვუარში - 560 გ-ს, ზღვებსა და ოკეანეებში - 38 400 გტ-ს, ხოლო ნიადაგის რეზერვუარში - 2 500 გტ-ს. მათ შორის ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებაში აკუმულირებულია 1 550 გტ C, ხოლო ნიადაგის არაორგანულ ნაერთებში - 950 გტ C. ყოველწლიურად ფოტოსინთეზური აქტივობის შედეგად ატმოსფეროდან ბიოტიკურ რეზერვუარში აკუმულირდება 120 გტ C. ბიოტიკური რეზერვუარიდან მცენარეთა რესპირაციის შედეგად ატმოსფეროში წლის განმავლობაში 60 გტ C გროვდება, ტყის მასივების გაკაფვის შედეგად კი - 1,6 გტ C. ნიადაგის რეზერვუარიდან ეროზიული პროცესების განვითარების შედეგად წელიწადში ატმოსფეროში იფრქვევა 0,8-1,2 გტ C, ხოლო ნიადაგის სუ-ნთქვის შედეგად 60 გტ C. ბიოტიკური რეზერვუარიდან ნიადაგის რეზერვუარში ყოველწლიურად 60 გტ C გადადის, ხოლო ნიადაგის რეზერვუარიდან ოკეანის რეზერვუარში 0,6 ± 0,2 გტ C. ატმოსფეროს რეზერვუარიდან ოკეანის რეზერვუარში ყოველწლიურად აკუმულირდება 92,3 გტ C, ხოლო ოკეანის რეზერვუარიდან 90 გტ C ატმოსფეროს უკან უბრუნდება. საწვავის წვის შედეგად ატმოსფეროს რეზერვუარში ყოველწლიურად 7 გტ C ხვდება [13, 19, 22].

ნახშირბადის წყაროების და მარაგის შესახებ არსებული გლობალური შეფასების დაზუსტება ეფუძნება კორექტული რეგიონული შეფასების მიწოდებას ნახშირბადის ნიადაგურ ემისიასა და

ნახშირბადის მარაგთან დაკავშირებით ეკოსისტემის სხვადასხვა ელემენტებში - მცენარეულობაში, ნიადაგებში და ა.შ.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოს ტყეებში ნახშირბადის მარაგის განსაზღვრა და მისი რესპირაცია ტყის ნიადაგების ზედაპირიდან. ზემოაღნიშნული მიზნის მისაღწევად დაისახა კვლევის შემდეგი ამოცანები: საქართველოს ტყეებში ფიტომასის მარაგის და მასში დეპონირებული ნახშირბადის განსაზღვრა; საქართველოს ტყეების ნიადაგებში ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) და ნახშირბადის მარაგის განსაზღვრა; საქართველოს ტყეების ეკოსისტემებში ნახშირბადის მარაგის განსაზღვრა; საქართველოს ტყეების ნიადაგების ზედაპირიდან ნახშირბადის გამოყოფის საშუალო თვიური ინტენსივობის გრამებში C/მ²/დღე-ღამეში განსაზღვრა; საქართველოს ტყეების ნიადაგების ზედაპირიდან ნახშირბადის საშუალო წლიური-ციკ (XI-III) და თბილ (IV-X) პერიოდებში, გამოყოფის განსაზღვრა.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები. ნახშირბადის მარაგის შეფასება წარმოებდა საქართველოს ტყეების ბიოცენოზებში, რომელიც ძირითადად მერქნიანებითაა წარმოდგენილი. ტყეების ბიომასაში ნახშირბადის მარაგს ვაფასებდით კონვერსიულ-მოცულობითი მეთოდით [5], რომელიც ეფუძნებოდა სახელმწიფო ტყის აღრიცხვის მონაცემებს. ფიტომასის მარაგის შეფასება წარმოებდა კონვერსიული კოეფიციენტების საფუძველზე, რომლებიც წარმოადგენდნენ ნარგავების ფიტომასის ცალკეული ფრაქციების ფარდობას (Ph, ტ/ჰა) მერქნიანების მარაგებთან (M, ტ/ჰა) [5]. ტყეებით დაფარული ტერიტორიებისათვის ფიტომასის მარაგის გამოთვლას ვაწარმოებდით ფორმულებით:

$$\Phi = M_i \cdot \sum_{j=1}^3 \Phi_{ji} + S_i \Phi_{ji} \quad (1)$$

$$C_i = M_i \cdot \sum_{j=1}^3 K_1 \cdot \Phi_{ji} + K_2 \cdot S_i \Phi_{ji} \quad (2)$$

სადაც Φ_i - მთლიანი ფიტომასის მარაგია, ტ/ჰა; i - ტყის ხე-მცენარეების ასაკობრივი ჯგუფია; j - კორომის ფრაქცია (კომპონენტი); M_i - მერქნიანების i -ის ასაკობრივი ჯგუფის მარაგია, მ²; S_i - ფართობი, დაკავებული i -ით ასაკობრივი ჯგუფით, ჰა; Φ_{ji} - ფიტომასა j -ის ფრაქციის, i - ასაკობრივი ჯგუფის (კონვერსიული კოეფიციენტები), ტ/ჰა;

$\sum_{j=1}^3 \Phi_{ji}$ - სამი ფრაქციის ფიტომასის ჯამი (ტოტის, წიწვის, ფესვის), ტ/ჰა;

C_i - ტყის შემქმნელი ძირითადი მერქნიანი მცენარეების ასაკობრივი ჯგუფის ნახშირბადის მარაგი;

K_1, K_2 - ფიტომასის გადამყვანი კოეფიციენტები ნახშირბადის მასის ერთეულებში: $K_1=0,5$ (მერქნისა და ფესვებისათვის); $K_2=0,45$ (წიწვებისა და ფოთლებისათვის).

ფიტომასის მარაგის გაანგარიშებას ტყეების ცალკეული ასაკობრივი ჯგუფებისათვის ვაწარმოებდით საქართველოს გარემოს და ბუნებრივი რესურსების დაცვის ტყის დეპარტამენტის [2] მიერ ტყის აღრიცხვის და სატყეო სააგენტოს [3] მიერ გამოქვეყნებულ მასალებზე დაყრდნობით. ამიერკავკასიის ტყის შემქმნელი ძირითადი სახეობების უთანრიგო მასობრივი ცხრილების გამოყენებით გამოთვლილი იქნა ცალკეული ფრაქციების (ტოტების, წიწვების, ფესვების) ფიტომასის მარაგი და მათი პროცენტული შემცველობა [11].

მიწისზედა ფიტომასის (AGB, ტ) მარაგს ვითვლიდით გამოსახულებით:

$$AGB = SB + GF \quad (3),$$

სადაც SB - მერქნის მარაგია, ტ; GF - ვარჯის ფიტომასა, ტ;

მერქნის მარაგს (SB,ტ) ვაფასებდით ფორმულით:

$$SB = GS \cdot BD \quad (4),$$

სადაც GS - მერქნის მარაგია, მ; BD - მერქნის საშუალო სიმკვრივე, ტ/მ³;

ვარჯის ფიტომასას (GF, ტ) იანგარიშებოდა ფორმულით :

$$GF = SB \cdot Kf \quad (5),$$

სადაც, Kf - უთანრიგო მასობრივი ცხრილებით მერქნის მარაგის ვარჯის ფიტომასაზე გადამყვანი კოეფიციენტია.

მიწისქვეშა ბიომასის მარაგს (BGB, ტ) ვაფასებდით გამოსახულებით:

$$BGB = AGB \cdot R \quad (6),$$

სადაც, AGB - მიწისზედა ფიტომასის მარაგია, ტ.

R - ფესვების მარაგის გამოსათვლელი კოეფიციენტია [2,8].

ნარგაობათა ცოცხალი ფიტომასის მთლიანი მარაგი LWB (ტ) მიწისზედა (AGB) და მიწისქვეშა (BGB) ფიტომასის ჯამია:

$$LWB = AGB + BGB \quad (7),$$

ნახშირბადის საერთო მარაგს ცოცხალ ფიტომასაში C total ვაფასებდით ფორმულით, რომელშიც გამოყენებული იყო ფიტომასის გადამყვანი კოეფიციენტები ნახშირბადის მასის ერთეულებში (0,5 - მერქნისთვის, SB და ფესვებისათვის, BGB; 0,45 - წიწვებისათვის და ფოთლებისათვის, GF):

$$C_{total} = (SB + BGB) \cdot 0,5 + GF \cdot 0,45 \quad (8),$$

ჰუმუსის (ორგანული ნივთიერების) მარაგს ნიადაგის გენეტიკურ ჰორიზონტებში ვანგარიშობდით საყოველთაოდ აღიარებული ფორმულით [9], მოცულობითი მასის და მასში ჰუმუსის პროცენტული შემცველობიდან გამომდინარე. ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებაში (ჰუმუსში) ნახშირბადის მარაგის განსასაზღვრელად ვიყენებდით კოეფიციენტს - 0,579 [9].

საქართველოს პირობებში ნიადაგის მოცულობითი მასის შეფასების მიზნით, ემპირიული გამოთვლების ფორმულების გამოყენების შესაძლებლობის დასადგენად ჩატარებული იქნა სპეციალური კვლევა და დადგინდა მჭიდრო კორელაციური კავშირი სხვადასხვა გენეტიკური ტიპის ნიადაგების ფაქტიური და მოცულობითი მასის გამოთვლილ მნიშვნელობებს შორის [12, 14, 23]. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ნიადაგების ზედა ფენების (30-35 სმ-ის სიღრმემდე) მოცულობით მასას (OMB გ/სმ³) ვადგენდით ბერნოკსის (თანავტორებთან ერთად) ნაშრომში მოცემული ფორმულის თანახმად [14] :

$$OMB = 1,52 - 0,0038 \cdot \Gamma (\%) - 0,050 \cdot OC - 0,045 \cdot pH + 0,0010 \cdot \Pi (\%) \quad (9),$$

სადაც Γ - ნიადაგში თიხის პროცენტული შემცველობა; Π - ნიადაგში ქვიშის პროცენტული შემცველობა; OC - ნახშირბადის პროცენტული შემცველობა; pH - წყლის გამონაწურში.

ნიადაგის ქვედა ფენებისათვის (30-35 სმ და უფრო ღრმად) მოცულობითი მასის გამოსათვლელად (OMH, გ/სმ³) ვიყენებდით ადამსის ფორმულას [12, 23]:

$$OMH = \frac{100}{(\% OB / 0,244) + (100 - \% OB) / 1,64} \quad (10),$$

სადაც, OB - ჰუმუსის შემცველობა, %; 1,64 - ნიადაგის მინერალური ნაწილის მოცულობითი მასა, გ/სმ³ [20].

ნიადაგის OM-ის გამოსათვლელად მონაცემთა ნაწილი საკუთარია, მეორე ნაწილი კი აღებულია ლიტერატურული წყაროებიდან [1, 4, 5].

ნახშირორჟანგის გამოყოფა ნიადაგის ზედაპირიდან ძლიერადაა დამოკიდებული ნიადაგის ზედა ფენის და ჰაერის ტემპერატურაზე, ასევე ნიადაგის ტენიანობის განმსაზღვრელ ნალექების რაოდენობაზე [17, 22, 25]. ნიადაგის ზედაპირიდან ნახშირბადის საშუალო თვიური ემისიის შესაფასებლად (R_s , გ C/მ²/დღე-ღამეში) ვიყენებდით რაიხის და შლეზინგერის მიერ შემოთავაზებული არაწრფივი რეგრესიის მოდელს [25]:

$$R_s = 1,250 \cdot e^{(0,05452 \cdot T_a)} \cdot [P / (4,259 + P)] \quad (11),$$

სადაც T_a - ჰაერის თვის საშუალო ტემპერატურა, °C; P - ნალექების თვის საშუალო რაოდენობა, სმ-ში.

ნახშირბადის ემისიის გამოსათვლელად გამოყენებული იყო ნალექების და ჰაერის ტემპერატურის მრავალწლიანი (უპირატესად უკანასკნელი 30 წლის განმავლობაში) მონაცემები საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს გარემოს ეროვნული სააგენტოს ჰიდრომეტეოროლოგიური დეპარტამენტის საფონდო მასალებიდან.

აღსანიშნავია, რომ ნახშირბადის საშუალო თვიურ ემისიას ვითვლიდით ტყეების სხვადასხვა ტიპებში დღე-ღამის განმავლობაში გ C/მ²-ზე, თვის განმავლობაში - ტონებში ჰექტარზე, რომელიც წელიწადზე გადასაანგარიშებლად მეგატონებში გადაგვყავდა (მტ/წელიწადში).

კვლევის შედეგები

საქართველოს ტერიტორიაზე ვერტიკალურად გავრცელებული ტყეების და ნიადაგების თავისებურებანი

საქართველო მთაგორიანი ქვეყანაა და აქ ტყეების გავრცელება ექვემდებარება ნიადაგურ-კლიმატურ ვერტიკალურ ზონალობას. ყველზე მაღალი ჰიფსომეტრიული მდებარეობა უკავიათ სუბალპურ ტყეებს, რომლებიც გავრცელებულია ალპურ მდელოებსა და მაღალ მთაში არსებულ მაღალტანიან ხეთა კორომებს შორის. ზემოაღნიშნული ტყეების გავრცელების არეალი შედარებით შეზღუდულია და საშუალოდ სიგანეში 200-400 მ-ს აღწევს. მისი ზედა საზღვარი განისაზღვრება კლიმატური პირობებით, მთის მასივის ფართობით და ზღვის დონიდან მისი სიმაღლით. რაც უფრო კონტინენტურია კლიმატი და მასიური მთები, მით უფრო მაღლა მდებარეობს სუბალპური ტყეების საზღვარი, რომელიც ზღვის დონიდან 1900-2700 მ-ზე გადის. ეს ტყეები გავრცელებულია როგორც კავკასიონის ქედზე, ასევე მცირე კავკასიონის (თრიალეთის ქედზე) ფერდობებზე. დასავლეთ საქართველოში, ზღვის კლიმატის ზეგავლენით სუბალპური ტყეების ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 1900-2150 მ-ის ფარგლებში, აღმოსავლეთ საქართველოში კი, კონტინენტური კლიმატის პირობებში, იგი მდებარეობს ზღვის დონიდან 2150-2700მ-ზე. სუბალპური ზონის კლიმატი ცივია, ხასიათდება გრილი და მოკლე ზაფხულით და მკაცრი და ხანგრძლივი ზამთრით. სუბალპური ტყე აერთიანებს წიფლის, ნეკერჩხლის, არყის, მუხის, ფიჭვის, კავკასიური როდოდენდრონის, ღვიის ფორმაციებს. ამ მერქნიანებში შემავალი სახეობების ნაწილი (მუხა, ფიჭვი, ნეკერჩხალი) მეჩხერტყიანობას ქმნიან, მეორე ნაწილი კი (წიფელი, არყი) - ხშირ ტანბრეცილ ტყეს. სუბალპური ტყეებისათვის დამახასიათებელია მაღალბალახიანობა, რომლებიც არ წარმოქმნიან კორდებს. სუბალპური ტყეების ქვეშ წარმოიქმნება შემდეგი ნიადაგები [4, 5]: მთა-ტყე-მდელოს ტიპური ნიადაგები (წარმოიქმნება არყისა და წიფლის ტანბრეცილი ან ნეკერჩხლის მეჩხერი ტყეების ქვეშ);

მთა-ტყე-მდელოს ტორფირებული ნიადაგები (წარმოიქმნება მიწაზე გართხმული ბუჩქნარის ქვეშ, მათთვის დამახასიათებელია ძლიერ ტორფირებული მკვდარი საფარით) და მთა-ტყე-მდელოს მუქი ნიადაგები (წარმოიქმნება ფიჭვნარი და მუხნარი მეჩხერი ტყეების ქვეშ აღმოსავლეთ საქართველოს მშრალ სამხრეთ ფერდობებზე).

საქართველოში ფიჭვნარის არეალი განთავსებულია დიდი კავკასიონის ქედის ცენტრალურ ნაწილში, ასევე სამხრეთ და აღმოსავლეთ საქართველოში, სადაც მშრალი და კონტინენტური კლიმატია. ეს არეალი ვრცელდება ზღვის დონიდან 1000-1200 მ-დან 2100-2200 მ-მდე. სოჭნარებს, როგორც წესი, ნაძვნარებთან ერთად განიხილავენ. ხშირად გამოყოფენ ნაძვნარ-სოჭნარის სარტყელის ტყეებს, რაც გამოწვეულია მათი თანაარსებობის მსგავსი ეკოლოგიური პირობებით. ისინი ვითარდებიან ზომიერი კლიმატის და მისთვის დამახასიათებელი მკაცრი ზამთრის პირობებში. სოჭნარის, ნაძვნარის, წიფლნარის, ფიჭვნარის და მუხნარის ქვეშ დასავლეთ და ნაკლებად აღმოსავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 1100-2000 მ-ის სიმაღლეზე, თიხნარ-ლორღიან ელუვიურ-დელუვიურ დანალექ უკარბონატო ქანებზე ძირითადად ფორმირდება ტყის ყომრალი მჟავე ნიადაგები ან ტყის ყომრალი ფსევდოფერი ნიადაგები [4, 5].

ტყის ფორმაციათა შორის საქართველოს ტერიტორიაზე დომინანტური მდგომარეობა (ფართობის მხრივ) უკავიათ წიფლის ტყეებს. დასავლეთ საქართველოს წიფლის ტყეების კლიმატური პირობები მკვეთრად განსხვავდება უფრო ნოტიო კლიმატით, აღმოსავლეთ საქართველოს წიფლის ტყეების კლიმატური პირობებისაგან. წიფლის ტყეების ქვეშ, როგორც აღმოსავლეთ ასევე დასავლეთ საქართველოში განვითარებულია ტყის ყომრალი სუსტად არამადარი ნიადაგები, დასავლეთ საქართველოში ტყის ყომრალ ნიადაგებთან ერთად ვითარდება, ყვითელ-ყომრალი ნიადაგები [4, 5]. აღმოსავლეთ საქართველოს მუხნარების, რცხინარების და წიფლნარების ქვეშ 700-1100 მ სიმაღლეზე ვითარდება ტყის ყომრალი არამადარი ნიადაგები. ასეთი ნიადაგები გვხვდება სხვა ტიპის ტყეების (სოჭნარების, ფიჭვნარების) ქვეშაც, ტყის სარტყლის საშუალო და ზედა (ძალიან იშვიათად) საფეხურებზე ფუძეებით მდიდარ ქანებზე.

წაბლის ტყეების ზონა ძირითადად გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 400-500 მ-იდან 1000-1100 მ სიმაღლეზე. ამ ტყეების ქვეშ (და ძალიან იშვიათად ფიჭვის ტყეების ქვეშ) ქვედა ტყის სარტყელში დანალექ, ასევე ამონაფრქვევ ქანებზე და მათ ქერქებზე ფორმირდება ყვითელმიწა-ყომრალი ნიადაგები.

მუხნარები საქართველოში ცალკეულ ზონას ქმნიან. ვ.ზ. გულისაშვილის [1] კვლევების თანახმად, ქართული მუხისგან ფორმირებული ტყე გამოიყოფა ცალკეული ქვეზონით აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის ფარგლებში კავკასიონის ქედის დასავლეთ კალთაზე და მცირე კავკასიონის ქედის ჩრდილოეთ კალთაზე. მუხნარების ქვეშ ფორმირდება ფუძეებით მდიდარი ტიპიური ტყის ყომრალი ნიადაგები.

სამხრეთ-სუბტროპიკული ტიპის არიდული მეჩხერტყიანობა ან ტყესტეპი წარმოადგენს გარდამავალ ზონას უტყეო ნახევარუდაბნოსა და ტყის ზონას შორის. არიდული მეჩხერი ტყე ეს ღია ნათელი ტყეა, რომელიც წარმოქმნილია ქსეროფიტული მერქნიანი მცენარეებით. ისინი არასოდეს არ ქმნიან შეკრული ტყის მასივს და ვითარდება ქსენოფილური ბალახოვანი საფარველის ფონზე. არიდული მეჩხერი ტყეების ნიადაგები - ღია რუხი-ყავისფერი ფერისაა, რუხი-ყავისფერი და ყავისფერი ნიადაგებია, რომლებიც აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში ზღვის დონიდან 500-700 მ სიმაღლეზეა. ამ ზონაში უმეტესწილად გავრცელებულ ხე-მცენარეთა ფორმაციებს შორის გვხვდება ფსტის და ღვიის არიდული მეჩხერი ტყეები.

ფიტომასის მარაგი საქართველოს ტყეებში

საქართველოს ტყეებში სხვადასხვა კლიმატურ-ნიადაგური პირობების, ასევე განსხვავებული მცენარეული ფორმაციების არსებობა, ხელს უწყობს მათში განსხვავებული რაოდენობის ფიტომასის პროდუცირებასა და დაგროვებას (ცხრილი1). საქართველოს ტყეების მერქნის მთლიანი რაოდენობა 266 მტ-ს შეადგენს (ტყის მთლიანი ბიომასის 75%). საქართველოს ტყეების ბიომასის მარაგი (ვარჯი+ფესვები) შეადგენს 87,7 მტ-ს (ტყის მთლიანი ბიომასის 25%)

საქართველოში ტყის შემქმნელ ძირითად სახეობას წიფლის ტყეები წარმოადგენენ. წიფლნარებს საქართველოს ტყეების საერთო ფართობის 51% უკავიათ, სადაც აკუმულირებულია მერქნის საერთო მარაგის 60,5%, და ამდენივე რაოდენობით ნახშირბადი - 59,4%. წიფლნარებში 1 ჰა-ზე გადაანგარიშებით ბიომასის მთლიანი რაოდენობა შეადგენს 159,9 ტ-ს, ხოლო მასში დეპონირებული ნახშირბადი - 97,7 ტონას ჰა-ზე. ამ მაჩვენებელით ნაძვნარი ჩამორჩება მხოლოდ სოჭნარს, რომელშიც ბიომასის მთლიანი რაოდენობა 1 ჰა-ზე 251,7 ტ-ს შეადგენს, ხოლო მასში დეპონირებული ნახშირბადი 126,4 ტ/ჰა-ზე.

მუხნარების, რომლებსაც 248 273 ჰა უკავიათ (11,7 % ტყეების საერთო ფართობიდან), ბიომასის მთლიანი მარაგი 26,7 მტ-ს შეადგენს და მათში დეპონირებულია 13,3 მტ ნახშირბადი, საქართველოს ტყეებში დეპონირებული ნახშირბადის მთლიანი რაოდენობის 7,5 %.

სოჭნარებში ტყის ბიომასის მთლიანი რაოდენობა 42,6 მტ-ს, ხოლო მათში დეპონირებული ნახშირბადის რაოდენობა 21,1 მტ-ს ანუ საქართველოს ტყეების მთლიანი ბიომასის 12%-ს შეადგენს. ზემოაღნიშნული ტყეები სხვა სახეობის ტყეებისაგან იმით გამოირჩევიან, რომ მათი მთლიანი ფიტომასის 12, 0 მტ, 53%-ზე მეტი (6,4 მტ) ფესვების ფიტომასაზე მოდის.

წაბლნარებს, საქართველოს ტყეების საერთო ფართობის 35% უკავიათ. მათში მერქნის მარაგი 7,8 მტ-ს შეადგენს, რომელშიც დეპონირებულია 3,9 მტ ნახშირბადი. ფიტომასის მარაგი ზემოაღნიშნულ ტყეებში 2,6 მტ-ს შეადგენს, ანუ ტყეების საერთო მარაგის 3,0%-ს.

გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ საქართველოს ტყეებში დეპონირებული ნახშირბადის ჯამური რაოდენობა 168 მლნ. ტ-ს შეადგენს, ამასთან დეპონირებული ნახშირბადის მაქსიმალური რაოდენობა წიფლის ტყეებზე მოდის, სადაც აკუმულირებულია 98 მლნ. ტ C. მუქწიწვოვან ტყეებში, რომლებსაც საქართველოს ტყეების საერთო ფართობის 12,6 % უკავიათ, დეპონირებულია 30 მლნ. ტ ნახშირბადი.

კვლევებით დადგინდა, რომ ბიომასის ძირითადი ნაწილი და მასში დეპონირებული ნახშირბადი საქართველოში თავმოყრილია წიფლნარებში, სოჭნარებში, მუხნარებში, ნაძვნარებსა და რცხილნარებში. რადგან სოჭნარებში და რცხილნარებში ბიომასა და შესაბამისად დეპონირებული ნახშირბადი ფართობის ერთეულზე ყველაზე დიდი ოდენობით გროვდება, ატმოსფერული ნახშირბადის მაქსიმალური სეკვეტრიზაციისათვის მიზანშეწონილია მაქსიმალურად გაიზარდოს აღნიშნული ტყეების ფართობები.

საქართველოს ტყეებში ფიტომასის (ზედა სტრიქონი) და მასში დეპონირებული ნახშირბადის
(ქვედა სტრიქონი) მარაგი

ტყის ეკოსისტემა	ხე-მცენარეებში მერქნის, ფიტომასის და დეპონირებული ნახშირბადის მარაგი (მტ)								საერთო ფართობი, ჰა	ტყის ბიომასის და ნახშირბადის ჯამური რაოდენობა	
	მერქნის მარაგი				ფიტომასის მარაგი					(მტ)	%
	შტამბში ო	ტოტებში ო	ჯამ ო	%	ვარჯში	ფესვებში	ჯამი	%			
მუხნარები	15,5	4,6	20,1	7,5	2,0	4,6	6,6	7,5	248 273	26,7	7,5
	7,8	2,3	10,1		0,9	2,3	3,2	9,1	11,7	13,3	7,5
ფიჭვნარ ები	6,8	1,9	8,7	3,3	0,6	1,7	2,3	2,6	91 886	11,0	3,1
	3,4	1,0	4,4		0,3	0,8	1,1	3,1	4,3	5,5	3,3
ნამცენარები	9,9	3,7	13,6	5,1	1,4	2,5	3,9	4,4	100 170	17,5	5,0
	5,0	1,8	6,8		0,6	1,2	1,8	5,1	4,7	8,6	5,1
სოჭნარები	22,7	7,9	30,6	11,5	5,6	6,4	12,0	13,7	168 589	42,6	12,0
	11,4	4,0	15,4		2,5	3,2	5,7	16,2	7,9	21,1	12,5
წიფლნარ ები	121,1	39,9	161,0	60,5	15,8	36,3	52,1	59,4	1 087 828	213,1	60,2
	60,6	20,0	80,6		7,1	10,9	18,0	51,1	51,3	98,6	58,5
რცხილნარ ები	12,9	3,5	16,4	6,2	1,7	3,9	5,6	6,4	192 445	22,0	6,2
	6,4	1,7	8,1		0,8	1,9	2,7	7,7	9,1	10,8	6,8
წაბლნარ ები	6,0	1,8	7,8	2,9	0,8	1,8	2,6	3,0	74 548	10,4	3,0
	3,0	0,9	3,9		0,4	0,9	1,3	3,7	3,5	5 ,2	3,1
მურყნარ ები	5,0	1,4	6,4	2,4	0,6	1,5	2,1	2,3	116 995	8,5	2,4
	2,5	0,7	3,2		0,3	0,8	1,1	3,1	5,5	4,3	2,6
ჯაგრცხი ლნა რები	1,2	0,3	1,5	0,6	0,2	0,4	0,6	0,7	42 335	2,1	0,6
	0,6	0,2	0,8		0,1	0,2	0,3	0,9	2,0	1,1	0,6
სულ	201,1	65,0	266,1	100	28,7	59,1	87,7	100	2 123 069	353,9	100
	100,7	32,6	133,3		13,0	22,2	35,2	100	100	168,5	100

ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის), ნახშირბადის (C) მარაგი საქართველოს ტყეების ნიადაგებში
(ტ/ჰა)

ნიადაგის ტიპი და ტყის სახესხვაობა	პროფილის სიმძლავრე სმ	ჰუმუსის მარაგი ტ/ჰა	ნიადაგში ნახშირბადის მარაგი ტ/ჰა
ტიპიური მთა - ტყე - მდელოს ნიადაგები, სუბალპური ტყე	1-45	323	187
გატორფიანებული მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგები, სუბალპური ტყე	9-60	445	258
ტიპიური ტყის ყომრალი ნიადაგები, ფიჭვნარი	3-35	183	106
ტიპიური ტყის ყომრალი ნიადაგები, სოჭნარი	0-85	219	127
ფსევდო გაეწერებული ტყის ყომრალი ნიადაგები, ნაძვნარი	0-100	243	141
ყვითელ - ყომრალი ნიადაგები, წიფლნარი	2-100	309	180
ტყის ყომრალი ნიადაგები, წიფლნარი	2-75	210	122
ყვითელ-ყომრალი ნიადაგები, წაბლნარი	2-100	597	346
ტყის ყომრალი ნიადაგები, მუხნარი	1-85	283	164
ტყის ყორალი ნიადაგები, მუხნარ-რცხილნარი	1-90	298	173
ღია რუხი - ყავისფერი ნიადაგები, არიდული მეჩხერი ტყეები	0-95	224	129
ჭალის ტყეების ნიადაგები	0-100	239	138

ტყის საერთო ფიტომასის მარაგის და მასში დეჰონირებული ნახშირბადის ფარდობა ნიადაგის ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) მარაგთან და მასში დეჰონირებულ ნახშირბადთან საქართველოს ტყეების ეკოსისტემებში

ტყის ეკოსისტემა	ტყის ფიტომასის მთლიანი მარაგი ტ/ჰა	ნახშირბადის მარაგის ტყის ფიტომასაში ტ/ჰა	ნიადაგის ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) მარაგი ტ/ჰა	ნახშირბადის მარაგის ნიადაგის ორგანული ნივთიერებაში (ჰუმუსში) ტ/ჰა	ნიადაგის ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) მარაგის ფარდობა ტყის მთლიანი ფიტომასის მარაგთან	ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებაში (ჰუმუსში) ნახშირბადის მარაგის ფარდობა ტყის საერთო ფიტომასაში არსებულ ნახშირბადის მთლიან მარაგთან
1	2	3	4	5	6	7
მუხნარები	107,80	53,40	283,38	164,07	2,63	3,07
ფიჭვნარები	119,12	59,29	183,28	106,12	1,54	1,79
ნაძვნარები	173,60	86,09	243,43	140,96	1,40	1,64
სოჭნარები	253,10	124,90	219,08	126,85	0,87	1,02
წიფლნარები	195,90	90,60	259,30	150,63	1,32	1,66
რცხილნარები	113,60	56,30	298,03	172,56	2,62	3,07
წაბლნარები	138,90	69,10	597,01	345,67	4,30	5,00
მურყნარები	72,10	35,81	323,22	187,15	4,48	5,23
ჯაგრცნარები	47,83	23,81	223,52	129,42	4,67	5,44
საშუალო	135,77	66,59	297,83	172,52	2,19	2,59

ნახშირბადის (C) მარაგი საქართველოს ტყეების ეკოსისტემებში

ტყის ეკოსისტემა	საერთო ფართობი, ჰა	ფიტომასის ჯამური რაოდენობა (Mt)	ნახშირბადის მარაგი ფიტომასაში (Mt)	ჰუმუსის მარაგი ნიადაგში (Mt)	ნახშირბადის მარაგი ნიადაგში (Mt)	ჰუმუსის და ფიტომასის ჯამური რაოდენობა ტყის ეკოსისტემაში		ნახშირბადის ჯამური რაოდენობა ტყის ეკოსისტემაში	
						(Mt)	%	(Mt)	%
მუხნარები	248 273	26,8	13,3	70,4	40,7	97,2	10,4	54,0	10,7
ფიჭვნარები	91 886	11,0	5,5	16,8	9,8	27,8	3,0	15,3	3,0
ნაძვნარები	100 170	17,4	8,6	24,4	14,1	41,8	4,5	22,7	4,5
სოჭნარები	168 589	42,7	21,1	36,9	21,4	79,6	8,5	42,5	8,4
წიფლნარები	1 087 828	213,1	98,6	282,1	163,3	495,2	53,1	261,9	52,0
რცხილნარები	192 445	21,9	10,8	57,4	33,2	79,3	8,5	44,0	8,7
წაბლნარები	74 548	10,4	5,2	44,5	25,8	54,9	5,9	31,0	6,2
ბურყნარები	116 995	8,4	4,2	37,8	21,9	46,2	4,9	26,1	5,2
ჯაგრცხილნარები	42 335	2,0	1,0	9,5	5,5	11,5	1,2	6,5	1,3
ჯამურად საქართველოს ტყეებში	2 123 069	353,7	168,3	579,8	335,7	933,5	100	504,0	100

თვის განმავლობაში საშუალოდ ნახშირბადის ემისიის ინტენსივობა საქართველოს ტყეების
ნიადაგის ზედაპირიდან (დღე-ღამეში გ C/მ²)

მეტეო სადგური	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშ.წ ლ.
არიდული მეჩხერი ტყის ზონა													
თბილისი, 403 მ	0,4 05	0,5 59	0,8 21	1,3 69	2,20 29	2,5 54	2,5 99	2,2 35	1,8 96	1,37 7	0,9 16	0,5 52	1,45 7
ვაზიანი, 622 მ	0,3 86	0,5 21	0,7 08	1,1 38	1,85 9	2,1 75	2,2 08	1,9 01	1,6 13	1,17 4	0,7 63	0,4 75	1,24 3
ქართული მუხის ტყის ზონა													
საგარეჯო, 802 მ	0,5 86	0,7 30	1,0 04	1,4 56	2,19 2	2,5 76	2,6 95	2,1 30	1,9 74	1,54 9	1,0 52	0,6 39	1,54 9
დუშეთი, 922 მ	0,5 22	0,6 11	0,8 17	1,3 08	1,97 3	2,2 65	2,2 29	2,0 71	1,7 78	1,31 8	0,8 67	0,5 80	1,36 2
სურამი, 743 მ	0,6 65	0,7 41	0,8 55	1,2 22	1,82 22	2,2 96	2,1 99	1,9 77	1,7 85	1,37 6	0,9 79	0,7 41	1,38 8
წაბლის ტყის ზონა													
ტყიბულა, 593 მ	1,1 99	1,1 96	1,3 98	1,7 74	2,32 2	2,8 30	3,2 18	3,1 79	2,6 84	2,17 6	1,6 64	1,3 44	2,08 2
ტყვარჩელი, 418 მ	1,1 69	1,2 14	1,4 42	1,7 42	2,30 9	2,8 67	3,3 02	3,2 03	2,5 68	1,99 5	1,4 82	1,2 17	2,04 3
დიდი ვანი, 520 მ	1,2 50	1,2 40	1,3 35	1,3 95	1,67 5	2,3 15	2,6 58	2,8 50	2,5 85	2,24 5	1,7 66	1,4 19	1,89 4
წიფლის ტყის ზონა													
სიონი, 1000 მ	0,5 02	0,5 99	0,7 74	1,1 83	1,78 2	2,0 53	2,1 30	1,9 76	1,6 35	1,17 9	0,7 94	0,5 19	1,25 6
თიანეთი, 1099 მ	0,4 92	0,5 80	0,7 90	1,2 38	1,87 5	2,1 81	2,2 77	2,0 83	1,7 13	1,22 34	0,8 30	0,5 26	1,31 7

გომბორი , 1085 მ	0,4 65	0,5 85	0,8 43	1,2 17	1,80 7	2,1 16	2,1 62	1,7 31	1,6 37	1,31 9	0,9 03	0,5 33	1,27 7
------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ცხრილი 5 (გაგრძელება)

მეტეო სადგური	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	საშ.წ ლ.
მუქწიწვიანი ტყის ზონა													
მესტია, 1441 მ	0,5 75	0,6 05	0,7 94	1,0 97	1,5 46	1,7 72	2,0 03	1,9 75	1,6 08	1,2 95	0,9 01	0,6 55	1,236
შოვი, 1507	0,6 36	0,6 86	0,8 28	1,0 82	1,5 64	1,8 29	1,9 93	2,0 00	1,6 42	1,3 16	0,9 85	0,7 47	1,276
ბაკურიან, 1665 მ	0,5 14	0,5 79	0,7 19	1,0 17	1,4 57	1,7 36	1,8 11	1,7 13	2,2 49	1,0 95	0,7 93	0,5 76	1,188
ფიჭვის ტყის ზონა													
ყაზბეგი, 1744 მ	0,3 65	0,4 36	0,6 39	1,0 19	1,4 72	1,6 88	1,8 60	1,8 54	1,4 00	1,0 18	0,6 48	0,4 48	1,071
ორმოცი, 1150 მ	0,66 5	0,7 41	0,8 55	1,2 22	1,8 23	2,2 96	2,1 99	1,9 73	1,7 85	1,3 76	0,9 79	0,7 41	1,388
სუბალპური ტყის ზონა													
გუდაურ ო, 2194 მ	0,5 89	0,6 41	0,8 20	1,1 01	1,5 00	1,7 92	2,4 95	1,9 21	1,5 04	1,2 14	0,8 86	0,6 94	1,263
გოდერძ ის უღ., 2025მ	0,5 95	0,6 98	0,7 84	1,0 67	1,3 35	1,6 06	1,8 41	1,4 79	1,4 88	1,2 09	1,1 38	0,7 79	1,168
ბახმარო, 1926 მ	0,7 82	0,7 95	0,8 86	0,9 62	1,2 89	1,6 47	1,7 97	1,8 89	1,6 78	1,4 46	1,1 01	0,8 77	1,262

საქართველოს ტყეების ნიადაგების ზედაპირიდან ნახშირბადის საშუალო წლიური ემისია, წელიწადის ცივ (XI-III) და თბილ (IV-X) პერიოდებში

მეტეო სადგურები	სიმაღლე ზღვის დონიდან მ	ნიადაგის ზედაპირიდან ნახშირბადის გამოყოფა დღის განმავლობაში ტ/ჰა		
		საშ. წლიური	წელიწადის ცივ პერიოდში (XI-III)	წელიწადის თბილ პერიოდში (IV-X)
არიდული მეჩხერი ტყის ზონა				
თბილისი	403	5,3	2,4	7,4
ვაზიანი	622	4,5	2,1	6,3
ქართული მუხის ტყის ზონა				
საგარეჯო	802	5,7	2,9	7,6
დუშეთი	922	5,0	2,5	6,8
წაბლნარების ზონა				
ტყიბული	593	7,6	5,0	9,5
ტყვარჩელი	418	7,5	4,8	9,4
დიდი ვანი	520	6,9	5,1	8,2
წიფლნარების ზონა				
სიონი	1000	4,6	2,3	6,2
თიანეთი	1099	4,8	2,4	6,6
გომბორი	1085	4,7	2,4	6,3
მუქწიწვოვანი ტყის ზონა				
მესტია	1441	4,5	2,6	5,9
შოვი	1507	4,7	2,8	6,0
ბაკურიანი	1665	4,4	2,3	5,8
ფიჭვნარების ზონა				
ყაზბეგი	1744	3,9	1,9	5,4
ორმოცი	1150	4,1	2,3	5,4
გუდაური	2194	4,6	2,7	6,0
გოდერძის უღელტეხილი	2025	4,3	2,9	5,3

ნახშირბადის მარაგი საქართველოს ტყეების ნიადაგებში

საქართველოს ტყეების ნიადაგებში ორგანული ნივთიერების მარაგი დამოკიდებულია ჰუმუსის შემცველობაზე, ნიადაგის პროფილის სისქეზე და მოცულობით მასაზე. ნიადაგის პროფილის სისქე დამოკიდებულია ნიადაგწარმომქმნელი ქანების სიმკვრივესა და მათი გამოფიტვის ხარისხზე. დადგინდა, რომ ორგანული ნივთიერების მარაგი ტყის ნიადაგებში მერყეობდა 183ტ/ჰა-დან (ტყის ტიპური ყომრალი ნიადაგები, ფიჭვის ტყეები) 597 ტ/ჰა-მდე (ყვითელ-ყომრალი ნიადაგები, წაბლნარები, ცხრილი 2), რაც სრულ თანხმობაშია ლიტერატურაში მოყვანილ მონაცემებთან [18, 24, 25]. საქართველოს ტყის ნიადაგებში აკუმულირებული ნახშირბადის რაოდენობა მერყეობს 106 ტ

C/ჰა-დან (ტყის ტიპიური ყომრალი ნიადაგები ფიჭვნარებში) 346 ტ C/ჰა-მდე (ტყის ტიპიური წაბლა ნიადაგები წიფლნარებში).

ყვითელმიწა-ეწერ ნიადაგებში (სუბტროპიკული ეწერი, სოფ. კინდლი) ორგანული ნივთიერების მარაგი 131,4 ტ/ჰა-დან 176,8 ტ/ჰა-მდე [18], ხოლო ნახშირბადის მარაგი 76-დან 102 ტ/ჰა-მდე მერყეობს. ყვითელმიწა ნიადაგებში ნახშირბადის მარაგი ყვითელმიწა ეწერ ნიადაგებთან შედარებით (სოფ. კელასური, სოფ. დიდწიფელა) იზრდება და იცვლება 106-დან 130 ტ/ჰა-მდე. წითელმიწა ნიადაგებზე ნიადაგწარმომქმნელი ქანებიდან გამომდინარე (ეფუზიური ქანების გამოფიტვის ქერქზე ჩაქვში, ზებრისებრი თიხაზე, ანასეულში) ნახშირბადის მარაგი შეადგენს 90-104 ტ/ჰა-ზე. ორგანული ნივთიერების და შესაბამისად ნახშირბადის შემცველობა იზრდება ლამიან-თიხიან ნიადაგებში (ფოთი-ჭალადიდი) და შეადგენს შესაბამისად 247 და 143 ტ/ჰა-ზე. ყავისფერ კარბონატულ ნიადაგში (სოფ. ოკამი) რომელიც ვენახებითაა ათვისებული, ნახშირბადის შემცველობა ზემოაღნიშნულ ნიადაგებთან შედარებით იზრდება 288 ტ/ჰა-მდე.

გამოთვლებმა გვიჩვენა, რომ ნახშირბადის მარაგი ტყის ეკოსისტემების ნიადაგებში საშუალოდ 1,5-5,0 -ჯერ მეტია, ვიდრე ერთად აღებულ ტყის მიწისზედა და მიწისქვეშა ფიტომასებში (ცხრილი 3). საქართველოს პირობებში, მხოლოდ სოჭნარების ნიადაგებში ნახშირბადი 13%-ით მეტად აკუმულირდება, ვიდრე მთლიან ფიტომასაშია დეპონირებული.

ფიტომასის და ნიადაგის ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) ჯამური რაოდენობა საქართველოს

ტყის ნიადაგებში 933 მტ-ზე მეტს შეადგენს (ცხრილი 3). ცხადია, რომ მათგან ნახევარზე მეტი წიფლნარების ეკოსისტემაზე მოდის 495 მტ, 120 მტ მუხნარების და მუქი ფერის წიწვოვნების (ნაძვი, სოჭი) ეკოსისტემებზე მოდის. საქართველოს ტყეების ეკოსისტემებში აკუმულირებული ნახშირბადის საერთო რაოდენობა შეადგენს 504 მტ-ს. აქედან წიფლნარებში აკუმულირებულია 262 მტ-ზე მეტი, მუქწიწვოვანი ტყეების ეკოსისტემებში - 65 მტ-ზე მეტი. ყველაზე ნაკლები ოდენობით ნახშირბადი დეპონირებულია ჯაგრცხილნარებში (ცხრილი 3).

საქართველოს ტყეების ნიადაგების ზედაპირიდან ნახშირბადის გამოყოფის ინტენსივობა

დადგენილია [6, 12, 17], რომ ნიადაგის ზედაპირიდან ნახშირბადის გამოყოფის ინტენსივობაზე ძირითადად ნიადაგის ტემპერატურა და ტენიანობა მოქმედებს, ასევე ჰაერის ტემპერატურაც. ნიადაგიდან ნახშირბადის გამოყოფის ინტენსივობა ნიადაგში ორგანული ნივთიერების დაშლის პროცესების ინტენსივობის მახასიათებელია. როტამსტედში (ინგლისი) ანეულის ნაკვეთიდან CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობაზე დაკვირვებამ აჩვენა, რომ ზამთარში იგი დღე-ღამეში შეადგენს 15კგ/ჰა-ს, ხოლო გაზაფხულზე - 60-დან 70 კგ/ჰა-მდე [17]. ვერხვნარებში CO₂-ის გამოყოფა დღე-ღამეში მერყეობს 6,3- დან 96,8 კგ/ჰა-მდე, ხოლო აშშ-ს ფოთლოვან ტყეებში იგი 13,9კგ/ჰა-ს ტოლია [27]. კვლევების ფარგლებში ჩატარებულმა გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ წაბლნარებში მთელი წლის განმავლობაში, ყველაზე ცივ თვეშიც (იანვარში)კი ნახშირბადის თვის საშუალო ემისია დღე-ღამეში 1, 17გ C/მ²-ზე დაბლა არ იწევდა (ცხრილი 5), წელიწადის ყველაზე თბილი თვეების (ივლისი-აგვისტო) განმავლობაში კი, იგი დღე-ღამეში 3 გ/მ²-ს აღემატებოდა. სუბალპური ზონის ეკოსისტემებში წელიწადის ცივ პერიოდში (ნოემბერი-მარტი) ნახშირბადის გამოყოფის ინტენსივობა დღე-ღამეში 0,59-დან 1, 14 გ C/მ²-მდე იცვლებოდა. წელიწადის თბილ პერიოდში (აპრილი-ოქტომბერი) ნახშირბადის გამოყოფის მაქსიმალური სიჩქარე, ისევე როგორც ზაფხულის თვეებშიც (ივლისი, აგვისტო) დღე-ღამეში 1,80-დან 2,50 გ C/მ²-მდე ვარირებდა. ქართული მუხის ტყეებისა და არიდული მეჩხერტყიანობის ზონებში აპრილიდან ოქტომბრის ჩათვლით ნიადაგებიდან ნახშირბადის გამოყოფის ინტენსივობა დღე-ღამეში 1,61-დან 2,70 გ C/მ²-მდე მერყეობდა.

გამოთვლებმა გვიჩვენა, რომ წელიწადის ცივ პერიოდში (XI-III თვეები) წაბლნარების ნიადაგები გამოყოფდნენ 4-5 ტ ნახშირბადს, წელიწადის თბილ პერიოდში (IV-X თვეები) კი 2-ჯერ მეტს - 8-9 ტ ნახშირბადს ჰექტარზე (ცხრილი 6). ნახშირბადის რესპირაციის მინიმალური რაოდენობა წელიწადის ცივ პერიოდში (XI-III თვეები) ფიჭვნარების ნიადაგის ზედაპირიდან, ასევე არიდული მეჩხერი ტყეების ზონიდან ჰექტარზე 2-3 ტ-ს შეადგენდა. როგორც წესი, საქართველოს პირობებში,

ტყეების ნიადაგების ზედაპირიდან გამოყოფილი ნახშირბადის რაოდენობა წელიწადის თბილ პერიოდში (IV-X თვეები), წელიწადის ცივ პერიოდთან (XI-III თვეები) შედარებით 2-ჯერ მეტია.

კვლევებით დადგინდა, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე სუბალპური ტყეების ზონაში წლის განმავლობაში საშუალოდ 0,5 მტ ნახშირბადი გამოიყოფა (ცხრილი 7). წელიწადის განმავლობაში ნახშირბადის მაქსიმალური რაოდენობა გამოიყოფა წიფლნარების ნიადაგების ზედაპირიდან - 4,71მტ, რაც მთელი ტყეების ნიადაგის ზედაპირის 49,8%-ს შეადგენს. წელიწადის განმავლობაში ყველაზე მცირე რაოდენობის ნახშირბადი გამოიყოფა არიდული მეჩხერი ტყეების ნიადაგების ზედაპირიდან - 0,19 მტ. საქართველოს ტყეების ნიადაგების ზედაპირიდან გამოყოფილი ნახშირბადის მთლიანი რაოდენობა 9,47 მტ-ს შეადგენს, წელიწადის ცივ პერიოდში (XI-III თვეები) გამოიყოფა 2,58 მტ, ხოლო წელიწადის თბილ პერიოდში (IV-X თვეები) – 7,37 მტ.

ცხრილი 7

საქართველოს ტყის ნიადაგების ზედაპირიდან ნახშირბადის ჯამური რესპირაცია (მ/ტ წელიწადში)

ტყეები და ნიადაგები	ნიადაგის ზედაპირიდან ნახშირბადის გამოყოფა					
	საშუალოდ წელიწადში		წელიწადის ცივ პერიოდში (XI-III)		წელიწადის თბილ პერიოდში (IV-X)	
	მტ/წელიწადში	%	მტ/წელიწადში	%	მტ/წელიწადში	%
არყის, წიფლის, მალამთიანი მუხის სუბალპური ტყეები, ტიპური მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგები	0,50	5,3	0,14	5,4	0,36	4,9
ფიჭვის ტყეები, ტიპური ტყის ყომრალი ნიადაგები	0,35	3,7	0,09	3,5	0,26	3,5
სოჭნარები და ნამეხნარები, ფსევდო გაეწერებული და ტყის ტიპური ყომრალი ნიადაგები	1,13	11,9	0,29	11,2	0,85	11,5
წიფლნარები, ტყის ყომრალი ნიადაგები	4,47	49,8	1,05	59,3	3,65	51,2
წაბლნარები, ყვითელ-ყომრალი ნიადაგები	0,52	5,5	0,04	1,55	0,37	5,0
მუხნარები, ტყის ყომრალი ნიადაგები	1,20	12,7	0,28	10,9	0,92	12,5
რცხილნარები, ტყის ყომრალი ნიადაგები	0,87	9,2	0,17	6,6	0,69	9,4
არიდული მეჩხერი ტყეები, ფსტები და ღვით, ღია რუხი-ყავისფერი ნიადაგები	0,19	2,0	0,04	1,6	0,15	2,0
სულ ტყეების ნიადაგების ზედაპირიდან	9,47	100	2,58	100	7,37	100

დასკვნები

საქართველოს ტყეებში მერქნის მთლიანი მარაგი შეადგენს 266,1 მტ-ს, ხოლო მასში დეპონირებული ნახშირბადი - 133,3 მტ-ს. საქართველოს ტყეებში ფიტომასის მთლიანი მარაგი (ღერო, ტოტები, ვარჯი (ფოთლები) შეადგენს 353,9 მტ-ს. მასში დეპონირებულია 168, 5 მტ ნახშირბადი.

საქართველოს ტყეების ნიადაგებში ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) მარაგი საშუალოდ შეადგენს 297 ტ/ჰა-ს და მასში 172 ტ/ჰა ნახშირბადია. ჰუმუსის მარაგის მაქსიმალური რაოდენობით გამოირჩევა წაბლნარების ყვითელ-ყორალი ნიადაგები - 309 ტ/ჰა, რომელშიც 180 ტ/ჰა ნახშირბადია.

საქართველოს პირობებში ნიადაგები ნახშირბადის დაგროვების ძირითადი რეზერვუარია. საქართველოს ტყის ეკოსისტემებში ფიტომასის და ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) ჯამური მარაგი შეადგენს 933 მტ-ს და მათში 504 მტ ნახშირბადია. საქართველოს ტყეების თითქმის ყველა ეკოსისტემის ნიადაგები, სოჭნარის ეკოსისტემების გარდა, 1,5-დან 5,44- ჯერ მეტ ორგანული ნივთიერებას შეიცავს და მათში აკუმულირებულია 1,4-დან 4,67-ჯერ მეტი ნახშირბადი.

საქართველოს ტყეების ეკოსისტემების ნიადაგების ზედაპირიდან ნახშირბადის გამოყოფის საშუალო წლიური ინტენსივობა დღე-ღამეში 1,17-დან 2,08 გ C/მ²-მდე ვარირებს. წარმოებული გამოთვლებით საქართველოს ტყის ზონაში ნახშირბადის გამოყოფის მაქსიმალური ინტენსივობა წლის განმავლობაში შეინიშნება აპრილიდან ოქტომბრის ჩათვლით და დღე-ღამეში შეადგენს 3,302 (წაბლნარების ზონა) გ C/მ²-ს.

ნახშირბადის გამოყოფის საშუალო წლიური რაოდენობა 1,20-დან 4, 71 მტ-მდე მერყეობს. წელიწადის თბილ პერიოდში (IV-X თვეები) 2-3-ჯერ მეტი ნახშირბადი გამოიყოფა, ვიდრე წელიწადის ცივ (XI -III თვეები) პერიოდში.

ნახშირბადის ჯამური გამოყოფა წლის განმავლობაში მთლიანად საქართველოს ტყეების ეკოსისტემების ნიადაგების ზედაპირიდან შეადგენს 9,47 მტ-ს, აქედან 2,58 მტ გამოიყოფა წელიწადის ცივ (XI -III თვეები) პერიოდში და 7,37 მტ-ზე მეტი წელიწადის თბილ (IV-X თვეები) პერიოდში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. გულისაშვილი ვ.გ. - საქართველოს ბუნება და ბუნებრივი ზონები, თბილისი, „საბჭოთა საქართველო“, 1977, გვ.196
2. საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს სატყეო დეპარტამენტის ყოველწლიური სტატისტიკური ბროშურა, სატყეო მეურნეობის დეპარტამენტი 2006, გვ.105
3. საქართველოს ბუნებრივი რესურსები და გარემოს დაცვა, თბილისი, სტატისტიკური კრებული, 2006, გვ. 17- 43.
4. ურუშაძე თ. ფ. - საქართველოს ტყის ნიადაგები, 1972, თბილისი, „საბჭოთა საქართველო“, გვ.101.
5. ურუშაძე თ. ფ. - საქართველოს მთის ტყის ნიადაგები, 1987, თბილისი, „მეცნიერება“, გვ. 242.
6. Гагошидзе И.А. – Безразрядные массовые таблицы для основных лесобразующих пород Закавказья. Тбилиси, изд. Сабчота Сакартвело, 1979, 321 с.
7. Гордина Н.П. - Пространственная структура и строение сосновых насаждений бассейна реки Сым. Красноярский Гос. Унив., 1985, ст. 128
8. Замалодчиков Д.Г., Уткин А.Н., Коровин Г.Н. – Определение запасов С по зависимости от возраста насаждений Конверсионно-объемным коэффициентам //Лесоведение, 1998, №3, с. 84-93.
9. Практикум по почвоведению (под ред. Проф. И.С. Кауричева). Москва, изд. Колос, 1980, 268с.
10. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. - Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах, Изд. Наука, Ленинград, 1968, 143 ст.
11. Уткин А.Н., Замалодчиков Д.Г., Я.И. Гульбе, Л.С. Ермолова – Определение запасов С по таксационным показателям древостоев: Метод поучастковой аллометрий//Лесоведение, 1998, №2, с. 38-54.
12. Batjes, N. H. - Total C and N in soils of the world. Eur. J. Soil Sci. 1996, 47, p.p. 151–163.

13. Adams W.A. - The Effect of Organic Matter on the Bulk True Densities of Some Uncultivated Podzolic Soils//Journal of Soil Science, 1973, 24.:10-
14. Bernoux, M., D. Arroyays, C. Cerri, B. Volkoff and C. Jolivet - Bulk Densities of Brazilian Amazon Soils Related to Other Soil Properties//Soil Sci. Soc. Am. J. 1998, 62.: 743-749.
15. Bohn, H.L. - Estimate of organic carbon in world soils// Soil Sci. Am. J. Vol. 1976, 40, 468-1970.
16. Bohn H.L. Estate of organic carbon in world soils: II.//Soil Sci. Soc. Am. J., 1982, Vol. 46, 1118-1119.
17. Buyanovsky G.A., G.H. Wagner and Gantzer C.J. – Soil Respiration in Winter heat Ecosystem //Soil Sci.Soc. Am. J. 1986, Vol. 50:338-344.
18. Guide-book for Congress tour “Transcaucasia”, Tour 4, 4a Georgia. Xth International Congress of Soil Science. 1974, Tbilisi, Metsniereba Publ. House, p.p. 12-136.
19. IPCC 2001 - Climate change 2001: the scientific basis. Intergovernment panel on climate change. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
20. Lal R. - Carbon sequestration. *Phil. Trans. R. Soc. B* 2008, **363**, 815-830
21. Mann L.K. – Changes in Soil Carbon After Cultivation//Soil Science, 142, 279-288.
22. Pacala, S. & Socolow, R. Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *Science* 2004, 305, p.p. 968–972.
23. Parkin T. B., T. Kaspar – Temperature Controls on Diurnal Carbon Dioxide Flux: Implications for Estimating Soil Carbon Loss//Soil Sci. Soc. Am. J. 2003, 67:1763-1772
24. Post W.M. and K.C. Kwon - Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential //Global Change Biology, 2000, 6.:317-328.
25. Raich J.W., C.S. Potter and D. Bhagawati – Interannual Variability in Global Soil Respiration, 1980-94//Global Change Biology, 2002, 8: 800-812.
26. Raich J.W. and W.H. Schlesinger – The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate//Tellus 44B, 1992, 2, 81-99.
27. Rastogi, M., Sh. Singh and H. Pathak - Emission of carbon dioxide from soil//In Current Science, 2002, Vol. 82, No. 5, 510-517.
28. Schimel, D.S. - Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. // Global Change Biology, 1995, 1, 7-91.

Stocks of Carbon in the Forests of Georgia and Respiration of Carbon Dioxide from the Surface of Forest Soils

Gizo Gogichaishvili - Doctor of Agricultural Sciences,

Givi Japaridze - Doctor of Economic Sciences, Academician of Georgian Academy of Agricultural Sciences,

Zviadi Tiginashvili - Academic Doctor of Agriculture,

Giorgi Vachnadze - Academic Doctor of Biological

Key words: forest, carbon stock, emission, humus, ecosystem, biocenosis

Abstract

The investigations found that in the forests of Georgia's timber reserves make 266,1 Mr, and the total stock of carbon in it - 133,3 Mr. Total stock of phytomass (trunks, branches, crown (leaves), roots) in the forests of Georgia is 353,9 Mr. They deposited over 168,5 Mr. of carbon.

In soils of Georgia's forest reserves of organic matter (humus) on average make 297 tons / ha, and they contain 172 tons / ha of carbon. The maximum number of allocated reserves of humus in the yellow-brown soils of chestnut forests are 309 tons / ha, which contains 180 tons / ha of carbon.

It turns out that in the conditions of Georgia, the soil is the major reservoir of carbon storage. In Georgia's forest ecosystems the total reserve amount of phytomass and organic matter (humus) amounted to 933 Mt, and they contain 504 Mt of carbon. The soils in almost all forest ecosystems of Georgia, except fir forest ecosystems, contain from 1,5 to 5,44 times more organic matter and from 1,4 to 4,67 times more carbon.

Average respiration of carbon from the surface of soil of forest ecosystems of Georgia ranges from 1.17 to 2.08 gC/m²/day. The average annual allocation of carbon dioxide varies between 14 and 27 tons per hectare. In the warm season (IV-X months) of the year 2-3 times more carbon dioxide stands out than in the cold seasons(XI - III months).

It was found that from the surface soils of all forest ecosystems of Georgia during the year more than 9,47 Mt of carbon dioxide is released, more than 2,58 Mt is released in the cold period (XI - III months), and more than 7,37 Mt – in the warm season (IV - X months).