

ფოთლის ფენოტიპური ვარიაციები გუნაზრის პოპულაციებში

დალი ქამადაძე

ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის
სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და
ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომელი

ელ-ფოსტა: Kamadadze.d@bsu.edu.ge

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0032-7658>

აბსტრაქტი. ყვავილის მრავალფეროვნებასთან ერთად ფოთლის ფენოტიპურ მრავალფეროვნება განსაკუთრებულად ლამაზი და მიმზიდველია. ქლოროფილის სინთეზი და ფუნქციონირება, რომელიც ფოტოსინთეზისთვის უმნიშვნელოვანესია, დიდწილად განსაზღვრავს ფოთლების მეფერილობას, სხვადასხვა კონცენტრაციით, რაც მწვანე ფერს სხვადასხვა ელფერს ანიჭებს. კომპლექსური გენების ურთიერთქმედება არეგულირებს ქლოროფილის სინთეზს, ხოლო ამ გზების დარღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს ქლოროფილის ანომალური წარმოება, რაც გავლენას ახდენს ფოთლების პიგმენტაციაზე.

ნაშრომში წარმოდგენილია აჭარის შავი ზღვის სანაპიროზე ჩატარებული კვლევის შედეგები სადაც აღწერილია, იაპონური კამელიის ჯიშები, ისინი გამოირჩევიან ფოთლების ფენოტიპური ვარიაციებით, რომელიც ვლინდება მწვანე, თეთრი და მწვანე-თეთრი ფერების ნაზავით. მისი ფორმის, ზომის და აგებულების ნებისმიერი გარდაქმნა შეგუებით ხასიათისაა, ის გამოწვეულია ეკოლოგიური ფაქტორების ცვალებადობით ან ორგანიზმში მიმდინარე ასაკობრივი ცვლილებებით. ფოთლის ფენოტიპური ცვალებადობა დამოკიდებულია შინაგან და გარეგან ფაქტორთა ერთობლიობაზე, მცენარის ხნოვანებაზე, ტოტის მდებარეობაზე, ექსპოზიციასა და კრონის ნაწილზე, ფოთლის ასაკზე, გარემო პირობებზე, გენეტიკურ და სხვა ფაქტორებზე.

საკვანძო სიტყვები: კამელია; ცვალებადობა; პიგმენტები; მუტაცია.

შესავალი. კამელია დეკორატიული თვალსაზრისით წარმოადგენს ჩაისებრთა ოჯახის ყველაზე მნიშვნელოვან და კომერციულ გვარს (*Camellia* L.). ამ გვარის კლასიფიკაციის ძირითადი საფუძველია ყვავილის აგებულება, თუმცა ფოთლის ანატომიურ მორფოლოგიური აგებულებაც ერთ-ერთ მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სახეობების იდენტიფიკაციასა და კლასიფიკაციაში. აღნიშნულის გათვალისწინებითა და გამოყენებით რიგი მეცნიერების მიერ იდენტიფიცირებული იქნა კამელიის 93 სახეობა. მათ მიერ დადგენილი იქნა, ასევე ამ ნიშნის მიხედვით კამელიის ჯიშებში არსებული გენეტიკური მრავალფეროვნება (Sealy და სხვა 1958; Mugnai და სხვა 2008; Wu და სხვა 2013).

მკვლევარები დიდ ყურადღებას უთმობენ იაპონური კამელიის ფოთლის ფირფიტის შესწავლას, ამდენად მას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ცვალებადობის კანონზომიერების შესწავლისას (Lu და სხვა 2008). მისი ფორმის, ზომის და აგებულების ნებისმიერი გარდაქმნა შეგუებითი ხასიათისაა, ის გამოწვეულია ეკოლოგიური ფაქტორების ცვალებადობით ან ორგანიზმში მიმდინარე ასაკობრივი ცვლილებებით. ფოთლის მორფოლოგიის ცვალებადობა დამოკიდებულია შინაგან და გარეგან ფაქტორთა ერთობლიობაზე, მცენარის ხნოვანებაზე, ტოტის მდებარეობაზე, ექსპოზიციასა და კრონის ნაწილზე. ფოთლის სიდიდე და ფერი დამოკიდებულია ფოთლის ასაკზე, გარემო პირობებზე და სხვა ფაქტორებზე. დიდი მნიშვნელობა აქვს ასევე ფოთლის ნერვაციას, რადგანაც იგი ჯიშისათვის დამახასიათებელი ნიშანია, თუმცა იგი ჯიშის ფარგლებშიც ნაწილობრივ ცვალებადია (Zhongcnen... 2012:126).

იაპონურ კამელიაში ცხადია განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ყვავილის მრავალფეროვნება (განსაკუთრებით შეფერილობის მიხედვით), თუმცა როგორც მარადმწვანე დეკორატიული მცენარე ყურადღებას იმსახურებს ფოთლის პიგმენტაციის მხრივაც. ამ მიმართებით განსაკუთრებით აღსანიშნავია ჯიში Eleqans-ი. ყვავილის მრავალფეროვნებასთან ერთად ფოთლის პიგმენტაციის მრავალფეროვნება განსაკუთრებულად ღამაში და მიმზიდველია. იაპონურ კამელიის მიმართ ჭრელ-ფოთლიანობის ხელოვნურად გამოწვევის შესახებ ინფორმაცია არ მოიპოვება, თუმცა მაიონიზებული გამოსხივების (განსაკუთრებით γ-სხივების) ან ქიმიური მუტაგენების გამოყენებით აღნიშნული ცვლილებების ინდუცირება დიდ პრობლემას არ წარმოადგენს. ჩაის მცენარეში ქიმიური და ფიზიკური მუტაგენების ზემოქმედებით მიღებულია ჩაის პლასტი დური ქიმერების დიდი მრავალფეროვნება (ბარათაშვილი, 2009:2).

ნაჩვენებია, რომ თუ დედა მცენარეს აქვს მწვანე ფოთოლი, ხოლო მამა მცენარეს ჭრელი მაშინ F1-თაობაში ვლელულობთ მწვანე ფოთლებიან მცენარეს. რეციპროკული შეჯვარების დროს, როცა დედას აქვს ჭრელი ფოთოლი ხოლო მამას მწვანე, F1-თაობაში მიიღება, როგორც მწვანე, ჭრელი, ასევე თეთრფოთლიანი მცენარეები. ესე იგი ეს ნიშანი მემკვიდრეობს მხოლოდ დედის ხაზით. ნაჩვენებია, რომ ჭრელი ფოთოლი შედგება სამი ტიპის უჯრედისაგან: უჯრედი მწვანე პლასტიდებით, უჯრედი მწვანე და თეთრი პლასტიდებით და უჯრედი თეთრი პლასტიდებით (უკანასკნელი ქლოროფილის სინთეზის უნარს მოკლებულია).

მიტოზური დაყოფის შემდეგ განსაზღვრული ტიპის უჯრედის გამოჩენა, დამოკიდებულია იმაზე თუ, როგორ მოხდა უჯრედის ძვიდის წარმოქმნა. პლასტიდების უუნარობა განახორციელოს ქროლოფილის სინთეზი, განპირობებულია მათი დნმ-ას დარღვევებით (მუტაციებით). რიგ შემთხვევაში მუტაგენურ ფაქტორად შეიძლება მოგვევლინოს ბირთვული გენის ჰომოზიგოტური მდგომარეობა. მაგალითად სიმინდში ასეთ ფაქტორს წარმოადგენს ij გენის ჰომოზიგოტურ მდგომარეობა (გენოტიპი ijij). სხვადასხვა მონაცემების მიხედვით სპონტანური მუტაციების სიხშირე პლასტიდებში ვალეზადობს 0,02-0,5%-მდე.

მეთოდები. კვლევის ობიექტს წარმოადგენს იაპონური კამელიის ჯიშები, სადაც შესწავლილი იქნა სხვადასხვა ჰაბიტატის ინდივიდები, რომლებიც განსხვავდებიან სიმაღლით ზღვის დონიდან, სინათლის პირობებითა და ნიადაგურ-კლიმატური მახასიათებლებით. თითოეული ჯიშიდან აღებული იქნა 5–10 სრულად განვითარებული, ჯანმრთელი ფოთოლი ერთნაირი ფენოლოგიური ფაზიდან (ვეგეტაციის აქტიური პერიოდი), რათა შემცირებულიყო ონტოგენური ვარიაცია (Sultan და სხვა 2000; Valladares და სხვა.2007; Poorter და სხვა 2009).

იაპონური კამელიის ჯიშების იდენტიფიკაცია განხორციელდა კამელიების საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით (Trujillo და სხვა 2002; ბარათაშვილ და სხვა 2019).

ყოველ საკვლევ ლოკაციაზე დაფიქსირდა სიმაღლე ზღვის დონიდან, სიმაღლის ინტენსივობა, ჰაერის ტემპერატურა, შედარებით ტენიანობა და ნიადაგის ტენიანობა. აღნიშნული პარამეტრები გამოყენებული იქნა ფოთლის ფენოტიპურ ნიშნებზე გარემო გრადიენტების გაკვლევის შესაფასებლად (Körner, C 2007).

მსჯელობა. იაპონური კამელიის ჯიშებში საკმაოდ იშვიათია ფოთლის შეფერილობის პლასტიდური ცვლილებები. ამ მხრივ გამონაკლისს წარმოადგენს ჯიშები Pelagia (სურ. 1) და Eleqans-ი (სურ. 2). მათ საკმაოდ ხშირად უვითარდებათ ფოთლები განსხვავებული პლასტიდური კომბინაციით, როგორც სურათზე ჩანს ფოთლის პიგმენტაცია საკმაოდ მრავალფეროვანია და თეთრი, ყვითელი და სხვა ტიპის შეფერილობის შეხამება ყვავილის შეფერილობასთან ერთად კარგ მოზაიკას ქმნის.

საერთაშორისო კლასიფიკაციის მიხედვით ქროლოფილური დეფიციტი კამელიის ფოთლებზე შეიძლება გავავართიანოთ შემდეგ ჯგუფებში:

I. ჯგუფი - ერთ ფერის ტოტები:

1. Albina - თეთრი ფერის.
2. Xantha - ყვითელი ფერის.
3. Viridis - ტოტები ფოთლის ყვითელ-მწვანე შეფერილობის მკრთალ მწვანე შეფერილობაში გადასვლით.

II ჯგუფი - სხვადასხვა შეფერილობის ტოტები:

1. Maculata- ტოტები ქროლოფილის ნაკლებობით ფოთლის ცენტრში ან კიდეებზე.
2. Costata - ტოტები ქროლოფილის ნაკლებობით ფოთლის ძარღვებს შორის.
3. Mixochimera - ტოტები ქლოროფილის უწყესრიგო დეფიციტით ფოთლის ფირფიტის მთელ ფართობზე.

III ჯგუფი - ტოტები ფოთლის ცვალებადი შეფერილობით:

1. Albescens - ტოტები ფოთლის მწვანე შეფერილობის თეთრ და ყვითელ ფერამდე თანდათანობით გადასვლით.
2. Liutescens - ტოტები ფოთლის მწვანე შეფერილობის ყვითელ-მწვანე შეფერილობაში გადასვლით.
3. Viriscens – ტოტები გაფერმკრთალებული ფოთლებით, რომლებიც თანდათან ნობით ღებულობენ ნორმალურ მწვანე შეფერილობას.



სურ. 1 ფოთლის პიგმენტაციის სხვადასხვა ტიპის ცვლილება იაპონური კამელიის ჯიშ Pelagia -ში.



სურ. 2 ფოთლის პიგმენტაციის სხვადასხვა ტიპის ცვლილება იაპონური კამელიის ჯიშ Elegans-ში

როგორც ქლოროფილური ისე სხვა სახის ქიმერობის თვისება მომდევნო გენერაციულ თაობაში არ გადაეცემა. განსაკუთრებით საყურადღებოა იაპონური კამელიის ვეგეტატიურ თაობაში პლასტიდური მემკვიდრეობის შესწავლა.

ბათუმის ბოტანიკურ ბაღსა და აჭარის ზღვის სანაპირო ზოლში გავრცელებული იაპონური კამელიის ჯიშებში ფოთლის პიგმენტაციის ცვალებადობა - თეთრი, ყვითელი და სხვა შეფერილობის სახით საკმაოდ იშვიათ შემთხვევას წარმოადგენს. აღნიშნული შემთხვევა ჩვენს მიერ გამოვლენილი იქნა იაპონური კამელიის ორ ჯიშში: *Pelaqia* -სა და *Eleqans*-ში. პირველ შემთხვევაში ფოთლის პიგმენტაცია უფრო ნაკლებად მრავალფეროვანია და V1 და V2 თაობებში მათი შენარჩუნების პროცენტი შედარებით დაბალია. ასე მაგალითად, ჯიშ *Pelaqia*-ში სხვადასხვა ტიპის ქლოროფილური ცვლილებებით მცენარეთა ვეგეტატიური გამრავლების შემთხვევაში V1 თაობაში ინარჩუნებს ცვლილებებს მცენარეთა 14,2±2,6%, ხოლო V2 თაობაში - 10,4±2,4%. ჯიშ *Eleqans*-ში აღნიშნული ტიპის ცვლილებები შეინარჩუნა მცენარეთა 24,6±3,2% V1-ში და 19,1±3,1% V2 თაობაში (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

**პლასტიდური ცვლილებების მემკვიდრეობა იაპონური
კამელიის V1 და V2 თაობებში**

ჯიშის დასახელება	ვეგეტატიური თაობა	განვითარებულ მცენარეთა რაოდენობა		შეინარჩუნა ცვლილებები %					
				სულ		მათ შორის			
		რიცხვი	%	რიცხვი	%	რიცხვი	ერთი ტიპის	რიცხვი	ორი და მეტი ტიპის
Pelaqia	V ₁	171	85,5±2,5	24	14,0±2,6	15	8,8±2,2	9	5,3±1,7
Pelaqia	V ₂	164	82,0±2,7	17	10,4±2,4	10	6,1±1,9	7	4,3±1,9
Eleqans	V ₁	183	91,5±2,0	45	24,6±3,2	22	12±2,4	23	12,6±2,5
Eleqans	V ₂	178	89±2,3	34	19,1±3,1	20	11,2±2,4	14	7,9±2,0

შენიშვნა: თითოეულ ვარიანტში დაკალმებულია 200-200 კალამი

როგორც კვლევის შედეგები ცხადყოფენ ქლოროფილური ცვლილებების ინდუცირება ბუნებრივ პირობებში იაპონური კამელიის გენოტიპური თავისებურებაა და იგი მკვეთრად გამოხატულია ჯიშ *Eleqans*-ში.

დასკვნა. ქლოროფილური ქიმერები იაპონურ კამელიაში საკმაოდ იშვიათ შემთხვევას წარმოადგენს და იგი მკვეთრად გამოხატულია მხოლოდ ორ ჯიშში - *Pelaqia* -სა და *Eleqans*-ში. პირველი ჯიშის შემთხვევაში V1 თაობაში მემკვიდრეობს პლასტიდურ ცვლილებათა 14,2±2,6%, ხოლო V2 თაობაში-10,4±2,4%, მეორე ჯიშის შემთხვევაში აღნიშნული მაჩვენებელი უფრო მაღალია და შეადგენს შესაბამისად 24,6±3,2% და 19,1±3,1%-ს;

აჭარის ბუნებრივ პოპულაციებში *Camellia japonica*-ს ჯიშები ავლენს ფოთლის ფენოტიპური ნიშნების მკვეთრ ვარიაციას, რომელიც დაკავშირებულია გარემო პირობების ჰეტეროგენულობასთან. მიღებული შედეგები ადასტურებს სახეობის მაღალ ადაპტაციურ პოტენციალს და ხაზს უსვამს

კოლხური ტყეების მრავალფეროვანი ჰაბიტატების კონსერვაციის მნიშვნელობას. ფოთლის ფენო-ტიპური ნიშნები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ეფექტურ ინდიკატორებად პოპულაციების ეკოლოგიური მდგომარეობისა და კლიმატის ცვლილებაზე რეაგირების მონიტორინგში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- Sealy 1958 Sealy J. R., A revision of the genus *Camellia*. London, 239 p.
- Mugnai S., Pandolfi C., Azzarello E., Masi E., Mancuso S. *Camellia japonica* L. genotypes identified by an artificial neural network based on phyllometric and fractal parameters. *Plant systematics and evolution* 270: pp. 95–108.
- Wu Jiang., Billur Barshan Özaktas., Nitin Mantri., Zhengming Tao., Hongfei Lu. Classification of *Camellia* species from 3 sections using leaf anatomical data with back propagation neural networks and support vector machines. *Turk J Bot* 37: ,pp. 1093-1103
- Lu Hf., Jiang B., Shen Zg., Shen Jb., Peng Qf et al. Comparative leaf anatomy, FTIR discrimination and biogeographical analysis of *Camellia* section *Tuberculata* (Theaceae) with a discussion of its taxonomic treatments. *Plant Systematics and Evolution* 274: pp. 223–235.
- Zhongcnen X., Xiaoxue Q., xiao W., Zongyou C., Hui T., and Shengfeng C. Nutrient Composition in leaves of cultivated and wild *Camellia nitidissima*. *Pak. J.Bot.* 44(2):, 635-638.
- ბარათაშვილი დ. მუტაციური ცვალებადობის თავისებურებანი ჩაის მცენარეში. ბათუმი, გვ. 244.
- Sultan, S. E. (2000). Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends in Plant Science*, 5(12), 537–542.
- Valladares, F., Gianoli, E., & Gómez, J. M. (2007). Ecological limits to plant phenotypic plasticity. *New Phytologist*, 176(4), 749–763.
- Poorter, H., et al. (2009). Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA). *New Phytologist*, 182(3), 565–588.
- Trujillo D. J., Trujillo S. M. et.al *Camellia* Nomenclature, Southern California *Camellia* Society. 190 p.
- ბარათაშვილი დ. ქამადაძე დ. იაპონური კამელიის ატლასი. ბსუ. 2019, გვ. 88.
- Körner, C. (2007). The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(11), 569–574.