

**ქართული ხორბლის ევოლუციის რადიობიოლოგიური ასპექტები**

**მიხეილ გოგებაშვილი<sup>1</sup> ნაზი ივანიშვილი<sup>1</sup>, მირიან ჩოხელი<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ი.ბერიტაშვილის ექსპერიმენტული ბიომედიცინის ცენტრის რადიაციული უსაფრთხოების პრობლემათა ლაბორატორია, თბილისი, საქართველო

<sup>2</sup>გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, თბილისი, საქართველო

E-mail: [gogebashvili@gmail.com](mailto:gogebashvili@gmail.com)

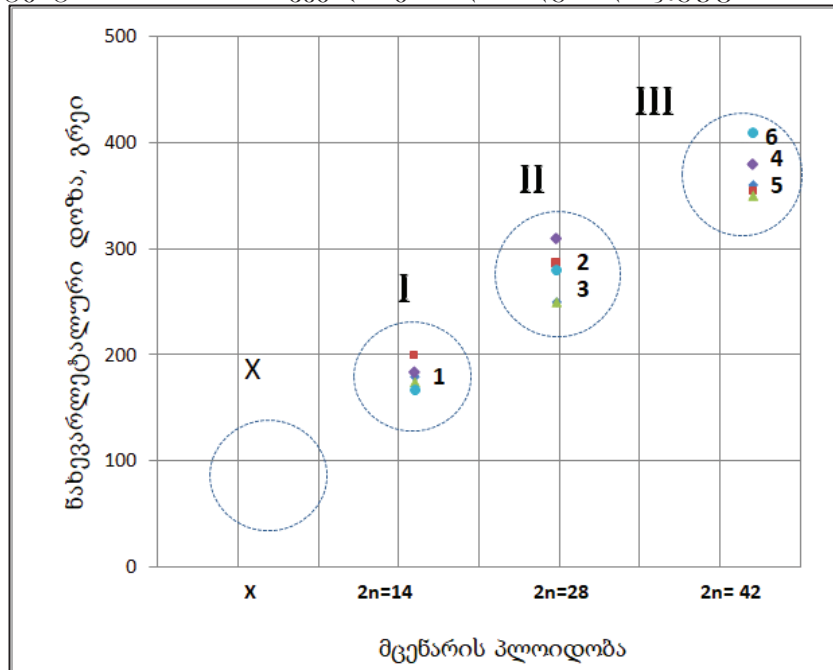
**ანოტაცია.** საქართველოსთვის ხორბალს, ისევე როგორც ვაზს, გარდა სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულებისა, უდიდესი ისტორიული და კულტურული მნიშვნელობა აქვს. სწორედ ამითაა განპირობებული ის დიდი ინტერესი, რომელსაც ხორბლის წარმოშობისა და გავრცელების საკითხებთან მიმართებაში განხორციელებული სამეცნიერო კვლევები იწვევენ. მოლეკულურ-გენეტიკური, ბიოქიმიური, ბოტანიკური, ციტოლოგიური, იმუნოლოგიური, გეოგრაფიული, არქეოლოგიური და სხვა მეთოდების გამოყენების საფუძველზე, ხორბლის სხვადასხვა სახეობათა მრავალწლიანი გამოკვლევების შედეგად, ჩამოყალიბდა ჰიპოთეზა გვარ *Triticum*-ის ევოლუციის შესაძლო მიმდინარეობის შესახებ. ჯერ კიდევ მე-18 საუკუნის ბოლოს უკვე გაჩნდა პირველი ჰიპოთეზები, რომლებიც მიუთითებდნენ ველურად მზარდი და კულტურული მცენარეების ლოკალიზაციაში პარალელიზმის არსებობაზე [1]. ჰიპოთეზათა სიმრავლემ გამოიწვია ურთიერთსაპირისპირო შედეგების გამოვლენა. კულტურულ მცენარეთა წარმოშობის ცენტრების შესახებ ჰიპოთეზების ფორმირებაში მნიშვნელოვანი წვლილი მიუძღვის ვავილოვს [2,3,4,5,6]. მის მიერ პირველად იქნა ნაჩვენები, რომ კულტურულ მცენარეებს გააჩნიათ არა მარტო განაწილების შემოფარგლული საზღვრები, არამედ კონკრეტული არეალიც.

საექსპერიმენტო მასალებსა და თეორიულ დასკვნებზე დაყრდნობით, ვავილოვმა ერთმნიშვნელოვნად აჩვენა, რომ კულტურულ მცენარეთა წარმოშობის ცენტრები განლაგებულია დედამიწის ოპტიმალური კლიმატური პირობების ზონებში და, რაც განსაკუთრებით საყურადღებოა, ეს “ცენტრები” ძირითადად მდებარეობენ მთის ეკოსისტემებში. უამრავი მონაცემები არსებობს იმ ვარაუდის სასარგებლოდ, რომ კულტურულ მცენარეთა მოყვანის პირველი კერები მიესადაგება სწორედ მთის ეკოსისტემებს და აქედან ვრცელდება მიმდებარე ბარის ზონებში [7]. ბუნებრივი პირობების მიხედვით, აღნიშნული ზონები განსხვავდებოდნენ ტემპერატურის, ნიადაგის ტენიანობის, რელიეფის მრავალფეროვნებით, რაც ხელსაყრელ პირობებს ქმნიდა სახეობათა გეოგრაფიული იზოლაციისთვის. ამასთანავე, თუ გავითვალისწინებთ ევოლუციურად ჩამოყალიბებული ფორმების სახესხვაობებს, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ გენეტიკურად მრავალფეროვანი ცენტრები რაღაც დამატებითი ბუნებრივი პირობებით უნდა ხასიათდებოდეს, რომელთა ზემოქმედებით შესაძლებელი გახდებოდა ინტენსიური მუტაციური პროცესების გამოწვევა. მთიან რეგიონებში ასეთ სარწმუნო პირობად შეიძლება მივიჩნიოთ მაღალი რადიაციული ფონი.

როგორც ცნობილია, ბუნებრივი რადიაციული ფონი განისაზღვრება მთის საბადოების, ნიადაგისა და წყლის, აგრეთვე კოსმოსური გამოსხივებებით. რადიაციული ფონის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია მთის ქანებისა და ნიადაგის ბუნებრივი რადიოაქტიურობა, რომელიც ძირითადად წარმოდგენილია რადიოაქტიური კალიუმით, ურანით, თორიუმითა და მათი დაშლის პროდუქტებით. არანაკლებ საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ თანამედროვე რადიაციული ფონისაგან განსხვავებით, წარსულ ევოლოგიურ ეპოქებში რადიაციული ზემოქმედება მნიშვნელოვან დონეს აღწევდა [8]. ქართული ხორბლის ევოლუცია იძლევა რა შესაძლებლობას გენეტიკური მასალის საკმაოდ ფართო სპექტრის მიღებისა [9], ამ მიმართულებით წარმართული კვლევის შედეგები შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც მოდელი მთიანი რეგიონების შედარებით ჩაკეტილი ზონების ევოლუციური პროცესების ახსნისათვის.

ზემოაღნიშნულის საფუძველზე, ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მაიონიზებული რადიაციის შესაძლო გავლენის შესწავლა ენდემური ქართული ხორბლის ევოლუციური პროცესების მსვლელობაზე, აგრეთვე საქართველოს

კონკრეტულ მთიან რეგიონებში ფილოგენეტიკური პროცესების ფორმირებაზე რადიაციული ზემოქმედების კვლევისათვის გამოყენებული იქნა სხვადასხვა გენომური მანვენებლების მქონე ხორბლის მცენარეები: *Triticum monococcum*.L, *Triticum timopheevii* (Zhuk) Zhuk, *Triticum dicoccum* Schrank ex Schübler, *Triticum macha* Dekapr. & Menabde, *Triticum zhukovskyi* Menabde & Ericzjan, и *Triticum aestivum*. რადიაციული ზემოქმედების მოდელირების სახით გამოვიყენეთ გამა-გამოსხივება, რომელიც საკვლევი მცენარეების გენოტიპების რადიორეზისტენტობის დონის დადგენის საშუალებას იძლევა. როგორც პირველი სურათიდან ჩანს, ხორბლის შერჩეული ჯიშები რადიორეზისტენტობის დონით კონტრასტულად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან. ამის გამო ძნელი არ იყო რადიორეზისტენტობის მიხედვით პირობითად სამი ჯგუფის გამოყოფა: I- $2n=14$ -ხასიათდება დაბალი რადიორეზისტენტობით; II- $2n=28$ - ჯგუფი საშუალო რადიორეზისტენტობით; III- $2n=42$ -ეველაზე რადიომდგრადი ჯგუფი.



სურ. 1. საცდელი მცენარეების რადიორეზისტენტობის რანჟირებული ჯგუფები

1- *Triticum monococcum*.L, 2- *Triticum timopheevii* (Zhuk) Zhuk.,

3- *Triticum dicoccum* Schrank ex Schübler, 4- *Triticum macha* Dekapr. & Menabde.,

5- *Triticum zhukovskyi* Menabde & Ericzjan., 6- *Triticum aestivum* L.

I-III რადიორეზისტენტობის პირობითი ჯგუფები, X-რადიორეზისტენტობის საგარეულო ზონა

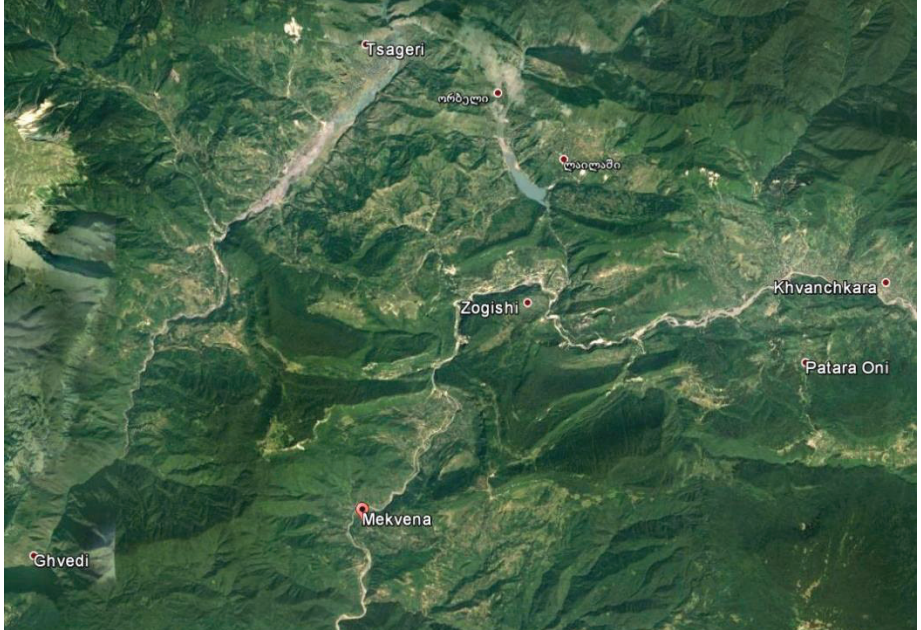
პლოიდობასა და რადიორეზისტენტობის დონეს შორის ასეთი მკვეთრი დამოკიდებულება თეორიულ ბაზას წარმოადგენს დასკვნისათვის, რომ გარემოში რადიაციული ფაქტორის არსებობისას მიმდინარეობს ადაპტაციური ევოლუციის მექანიზმების მიმართული ფორმირება. კერძოდ, რადიაციული ზემოქმედებისას მრავალი მცენარეული ორგანიზმის პოლიპლოიდიზაციის პროცესი წინაპირობას ქმნის მაღალი რადიორეზისტენტობის მქონე გენოტიპის ფორმირებისთვის. ეს ფენომენი დადასტურებულია ქართული ხორბლის ჯიშების პოლიპლოიდიზაციის პროცესების კვლევებით [10]. ცხადია, რომ ბუნებრივი გადარჩევის ამ ფორმების რეალიზაცია საჭიროებს გადარჩევის ფაქტორის ხანგრძლივ, ქრონიკულ ზემოქმედებას. კულტურულ მცენარეთა წარმოშობის ცენტრების ვაგილოვისეული სურათისა და ურანის საბადოების ზონების შეჯერებით შეიძლება დადასტურდეს, რომ ინტენსიური სახეობათწარმოქმნის მრავალი ცენტრი ზუსტად მიესადაგება ურანის საბადოების ზონას, რომელიც ხასიათდება დედამიწის ზედაპირზე ანომალურად მაღალი ბუნებრივი რადიაციული ფონით [11].

ეს ყოველივე ადასტურებს ვაგილოვის [12] მიერ გამოკვლეულ კულტურულ მცენარეთა ინტენსიური სახეობათწარმოქმნის თითქმის ყველა ცენტრისა და ჟუკოვსკის [13] მიერ გამოყოფილი მონათესავე კულტურების ვიწროენდემურ სახეობათა

წარმოშობის მრავალი მიკროცენტრის მდებარეობის შესაბამისობას ურანის დაგროვების ზონებთან, რომლებიც ხასიათდებიან გარემოს მაღალი ბუნებრივი რადიოაქტივობით, რაც საფუძვლიანად გასაგებია თანამედროვე რადიობიოლოგიის პოზიციიდან; ანუ შესაძლებელია, რომ უმთავრეს მუტაგენურ ფაქტორს წარმოადგენდეს მაღალი რადიოაქტიური გარემო, რომელსაც ერთდროულად მცენარეთა მთელ კომპლექსზე ზემოქმედების უნარი შესწევს. სავარაუდოდ, ამ უკანასკნელი გარემოებით შეიძლება აიხსნას პარალელურად მონათესავე ორგანიზმების მემკვიდრულ ცვალებადობაში. იმ ბუნებრივმა მიზეზებმა (ოპტიმალური კლიმატური ზონები, მთიანი რეგიონების მიკროკლიმატის სახესხვაობები, ტემპერატურა, ნიადაგი, ნალექების რაოდენობა, გეოგრაფიული იზოლაციის პირობები), რომლებმაც, ვაგილოვის აზრით, განაპირობეს ფორმატწარმოქმნის ცენტრების ლოკალიზაცია, ალბათ, აგრეთვე გავლენა იქონიეს სახეობათა წარმოშობაზე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კვლევები, რომლებიც აჩვენებენ, რომ ინტენსიური რადიაციული ზემოქმედება იყო, როგორც ჩანს, ინდუცირებული მუტაგენების გამომწვევი ყველაზე მძლავრი და მთავარი ფაქტორი. ხანგრძლივი გეოლოგიური ეპოქების განმავლობაში, სწორედ აღნიშნული ფაქტორის ზემოქმედებამ უზრუნველყო ინტენსიური სახეობათწარმოქმნის პროცესები და აქტიური ბუნებრივი გადარჩევა. აქედან გამომდინარე, ენდემების აღმოჩენის ზონების რადიოლოგიური მდგომარეობის შესწავლამ შეიძლება მნიშვნელოვნად გაამაგროს პოზიცია ხორბლის ადგილობრივი ჯიშების ევოლუციის მსვლელობაში მაიონიზებული გამოსხივების როლის შეფასების საკითხებში.

ენდემების ფორმირებაზე რადიაციის ზემოქმედების მოდელის სანდოობისთვის ჩვენ განვახორციელეთ იმ ზონების ანალიზი, რომლებშიც განსაზღვრული დროის მანძილზე ნაპოვნია ძირითადი ენდემური ხორბლები. უმთავრესად, ამ ზონას წარმოადგენდა რაჭა-ლეჩხუმის რეგიონი [14,15]. გეოგრაფიულად ეს ზონა ლოკალიზებულია ჩრდილოეთი საზღვრის ხაზზე: ცაგერი-ორბელი-ლაილაში-პატარა ონი; აღმოსავლეთის საზღვარი: ხვანჭკარა-დგნორისა; სამხრეთი და დასავლეთი: თამაკონი-გორდი-მეკვენა (სურათი-2).

როგორც წარმოდგენილი სურათიდან ჩანს, მოცემული ზონა ხასიათდება ლანდშაფტების იზოლირების მაღალი დონით, აგრეთვე რადიოაქტივობის მაღალი მაჩვენებლებით. აღნიშნული ზონის რადიონუკლიდური შემცველობის კვლევამ აჩვენა ნიადაგში ურანის, თორიუმისა და კალიუმის რადიოაქტიური ელემენტების არსებობა [16]. ბუნებრივი რადიონუკლიდების ფიზიკური მახასიათებლების (მაგალითად, ურანის ნახევარდაშლის პერიოდი - 4,4 მლრდ. წელი) გათვალისწინებით შეიძლება ვივარაუდოთ ამ ზონის რადიოაქტივობა მრავალი გეოლოგიური პერიოდის მანძილზე.



**სურ.2. რაჭა-ლეჩხუმის ლანდშაფტური ზონა, სადაც დაფიქსირებულია ქართული ენდემური ხორბლის რამდენიმე სახეობა**



ქართული ხორბლის ჯიშების ევოლუციის რადიაციულ-ლოკალური ჰიპოთეზის სასარგებლოდ მეტყველებს თვით ვავილოვის ფრაზა-“კულტურულ მცენარეთა მაქსიმალურ ნაირსახეობათა არსებობის ზონები, რომლებიც ამავე დროს მათი წარმოშობის ცენტრებს წარმოადგენენ” [4]. საყურადღებოა ბოლო წლებში მიღებული პალეობოტანიკური მონაცემები კონკრეტულ ზონებში მიწათმოქმედების განვითარების შესახებ, რომლებიც მიგვანიშნებენ ამ დარგის პოლიცენტრულ წარმოშობაზე [17]. ბუნებრივია, ჩვენ მიერ მოწოდებული რადიაციულ-ლოკალური ჰიპოთეზა ქართული ხორბლის ევოლუციის შესახებ საკითხს კონკრეტული პასუხის გარეშე სტოვებს. თუმცა რადიობიოლოგიური მიდგომა მიუთითებს განსაზღვრული ევოლუციური რგოლების ნაკლებობაზე (სურ.1-ჩ) როგორც ორგანიზმის, ისე კონკრეტული გენების წარმოშობის დონეზე. ცნობილია, რომ იზოლირებული ლანდშაფტების ეკოლოგიურ ზონებში მაღალია ორგანიზმთა განსაზღვრული ფორმების გაქრობის ალბათობა, რის გამოც შუალედური გენეტიკური რგოლების უწყვეტობის კვლევა დიდ სირთულეებს ქმნის და მოლეკულურ-გენეტიკური კვლევები ხორციელდება მხოლოდ არსებული გენეტიკური ხაზების საფუძველზე. ჩვენი ვარაუდით, ქართული ხორბლის ჯიშების აღმოჩენის ზონის რადიობიოლოგიური პარამეტრების ანალიზის საფუძველზე დიდი ალბათობით შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, მოცემული ზონის ფარგლებში, გენოტიპების ფორმირებაში რადიაციული ფაქტორის მონაწილეობის შესახებ.

#### ლიტერატურა

1. Stromeyer F. Commentatio inauguralis sistens Historiae Vegetabilium Geographicae specimen. Göttingae: H. Dieterich, 1800.-80p.
2. Wagner M. Die Darwin'sche Theorie und das Migra-tionsgesetz der Organismen. Leipzig: Duncker and Humblot, 1868. 62 s.
3. Вавилов Н.И. О восточных центрах происхождения культурных растений // Новый восток. 1924. № 6. С. 291–305.
4. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений//Труды по прикладной ботанике и селекции. 1926, т.16,№2,-248с.
5. Вавилов Н.И. Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений//Известия ГИОА, 1927, т.5,№5, с.339-351.
6. Vavilov N.I. Estudio sobre el origen de las plantas cultivadas // Buenos Aires: Acme Agency. 1951a. 192 p.
7. Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры (На заре земледелия). Издательство «Колос»,1969,480с.
8. Неручев С.Г. Уран и жизнь в истории Земли. Издательство 2-е ВНИИГРИ, 2007, -326с.
9. M. Mosulishvili, D. Bedoshvili, I. Maisaia. A consolidated list of Triticum species and varieties of Georgia to promote repatriation of local diversity from foreign genebanks. Annals of Agrarian Science 15 (2017)61-70.
10. Горгидзе А.Д. Филогенетика грузинских эндемичных пшениц. Мецниереба, 1977, – 218с.
11. Лаверов Н.П. Зарубежные месторождения урана. М.1983.-320с.
12. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Л.1987,-438с.
13. Жуковский П.М. Мировой генофонд растений для селекции. Мегагенцентры и эндемичные микрогенцентры.Л. «Наука», 1970,-88с.
14. Л. Менабде Пшеницы Грузии1948
15. ჰ.ნასყიდაშვილი, მ. სიხარულიძე, ე. ჩერნიში. ხორბლის სელექცია საქართველოში 1983.
16. Nacvaladze D. et al. Establishment exposure doses of ground radioactivity in the territory of Georgia, Radiation research, Tbilisi, 1998, v. VIII, p.243-259.
17. Smith B.D. Eastern North America as an independent center of plant domestication//Proc/Natl Acad/Sci.USA.2006,V.103.N33.p.12223-12228.
- 18.

#### RADIOBIOLOGICAL ASPECTS OF THE EVOLUTION OF GEORGIAN WHEAT

<sup>1</sup>Gogebashvili Mikheil, <sup>1</sup>Ivanishvili Nazi, <sup>2</sup>Chokheli Mirian

<sup>1</sup>I.Beritashvili Center of Experimental Biomedicine, Laboratory of Radiation Safety Problems, Tbilisi, Georgia.

<sup>2</sup>Scientist-Research center of Agriculture, Tbilisi, Georgia.

E-mail: [gogebashvili@gmail.com](mailto:gogebashvili@gmail.com)

### Summary

The efficiency of research of the origin and evolution of the crop species is largely determined by the development of multidisciplinary theoretical and methodological approaches. Modern molecular genetics and archaeological techniques have revealed new aspects of the theory of centers of the origin of crop species. Based on this, the issue of the evolution of Georgian wheat landraces is one of the most important scientific tasks for understanding the processes of unique gene centers formation outside the known boundaries of the spreading cultural zones. In this aspect, the search for factors of possible effect on the evolution of specific species can significantly advance us in understanding the formation of isolated groups of the genus *Triticum* L. Despite many years of study of this issue, the absence of a definitive, generally accepted pattern of the origin of all species of wheat makes it difficult to ascertain the exact phylogeny of both ancestors and the genus as a whole. In our studies, we considered the possibility that radiation factor may be involved in evolution of Georgian landraces. It is shown that in the case of radiation effect, conditions are created for evolutionary changes towards polyploidization of species. The use of endemic species: *Triticum monococcum* L-  $2n = 14$ , *Triticum timopheevii* (Zhuk) Zhuk.- $2n=28$ , *Triticum macha* Dekapr. & Menabde -  $2n=42$ , *Triticum zhukovskyi* Menabde & Ericzjan- $2n=42$ , *Triticum dicoccum* Schrank ex Schübler -  $2n = 28$ , *Triticum aestivum*  $2n = 42$ . Revealed clear dependence of radioresistance on the level of their ploidy. Having examined the places where endemic wheat species were found and match them to background radiation of this zone, the conclusion is made about the possibility of the impact of the radiation factor on the evolutionary process of Georgian wheat landraces.