



სსიპ სოფლის მეურნეობის  
სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი



Government of Republic of Moldova  
NATIONAL AGENCY FOR  
RESEARCH AND DEVELOPMENT

## საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია

„ბიოტექნოლოგიური საშუალებები მეზღოვების  
მდგრადობისთვის, ისეთი არატრადიციული სახეობების,  
როგორიცაა მინი-კივი (*Actinidia arguta* Planch.), პოპულარიზაციის  
გზით კლიმატის ცვლილების კონტექსტში“

## კონფერენციის მასალები



## CONFERENCE PROCEEDINGS

ოქტომბერი/OCTOBER 29-30, 2025  
თბილისი, საქართველო/TBILISI, GEORGIA



შოთა რუსთაველის ეროვნული  
სამეცნიერო ფონდი  
SHOTA RUSTAVELI NATIONAL  
SCIENCE FOUNDATION



სსიპ სოფლის მეურნეობის  
სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი



Government of Republic of Moldova  
NATIONAL AGENCY FOR  
RESEARCH AND DEVELOPMENT

## საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია

ბიოტექნოლოგიური საშუალებები მეზღოვების  
მდგრადობისთვის, ისეთი არატრადიციული სახეობების,  
როგორცაა მინი-კივი (*Actinidia arguta Planch.*), პოპულარიზაციის  
გზით კლიმატის ცვლილების კონტექსტში

## კონფერენციის მასალები

### International Scientific Conference

Biotechnological tools for horticultural sustainability  
through the promotion of non-traditional species  
such as mini-kiwi (*Actinidia arguta Planch.*)  
in the context of climate change

### CONFERENCE PROCEEDINGS

ოქტომბერი / October 29-30, 2025

თბილისი, საქართველო / Tbilisi, Georgia

კონფერენციის მასალების პუბლიკაცია მხარდაჭერილია საქართველოს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდისა (SRNSF) და მოლდოვის კვლევისა და განვითარების ეროვნული სააგენტოს (NARD) ერთობლივი სამეცნიერო საგრანტო პროგრამით № NARD-24-233; „ბიოტექნოლოგიური საშუალებები მეზღაღობის მდგრადობისთვის, ისეთი არატრადიციული სახეობების, როგორიცაა მინი-კივი (*Actinidia arguta* Planch.), პოპულარიზაციის გზით კლიმატის ცვლილების კონტექსტში.“

This publication of conference proceedings was supported by the joint scientific grant of the LEPL **Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia** and the **National Agency for Research and Development of Moldova** (NARD) - № NARD-24-233 - “Biotechnical tools for the sustainability of horticulture through popularization of non-traditional species such as mini-kiwi (*Actinidia arguta*) in the context of climate change”.

**სამეცნიერო და საორგანიზაციო კომიტეტი**  
**SCIENTIFIC AND ORGANIZING COMMITTEE:**

- ✚ ელენე მაღლაკელიძე -ს/მ დოქტორი  
Elene Maghlakelidze – PhD in Agriculture
- ✚ ლარისა ანდრონიკ - ს/მ დოქტორი  
Larisa Andronic – PhD in Agricultural Sciences
- ✚ ზვიად ბობოქაშვილი -ს/მ დოქტორი  
Zviad Bobokashvili – PhD in Agriculture
- ✚ ტატიანა კალუგარუ-სპატარუ -ს/მ დოქტორი  
Tatiana Calugaru-Spataru – PhD in Agri. Sc.
- ✚ სვეტლანა სმერეა -ს/მ დოქტორი  
Svetlana Smerea – PhD in Agricultural Sciences -
- ✚ ნინო ჩიხრაძე – გეოგრაფიის დოქტორანტი  
Nino Chikhradze – PhD candidate in Geography

**შემდგენლები და რედაქტორები**  
**CONTRIBUTORS AND EDITORS:**

- ✚ ელენე მაღლაკელიძე -ს/მ დოქტორი  
Elene Maghlakelidze – PhD in Agriculture
- ✚ ზვიად ბობოქაშვილი -ს/მ დოქტორი  
Zviad Bobokashvili – PhD in Agriculture
- ✚ ლარისა ანდრონიკ - ს/მ დოქტორი  
Larisa Andronic – PhD in Agricultural Sciences
- ✚ ტატიანა კალუგარუ-სპატარუ -ს/მ დოქტ.  
Tatiana Calugaru-Spataru – PhD in Agr. Sc.
- ✚ ნინო ჩიხრაძე, გეოგრაფიის დოქტორანტი  
Nino Chikhradze – PhD candidate in Geography

**ბიბლიოგრაფიული ინფორმაცია:** საერთაშორისო-სამეცნიერო კონფერენციის „ბიოტექნოლოგიური საშუალებები მეზღაღობის მდგრადობისთვის, ისეთი არატრადიციული სახეობების, როგორიცაა მინი-კივი (*Actinidia arguta* Planch.), პოპულარიზაციის გზით კლიმატის ცვლილების კონტექსტში.“ მასალები, თბილისი, 191 გვ. თბილისი, საქართველო (ქართულ და ინგლისურ ენებზე) (2025).

**Citations:** Proceedings of the International Scientific Conference “Biotechnical Tools for the Sustainability of Horticulture Through the Popularization of Non-Traditional Species such as Mini-Kiwi (*Actinidia arguta*) in the Context of Climate Change”, 191 pages. Tbilisi, Georgia (in Georgian and English Languages (2025).  
[www. https://minikiwibiotechconf.ge/](https://minikiwibiotechconf.ge/)

© Fruit crop Research Division, Scientific-Research Center of Agriculture SRCA, 2025

Marshal Gelovani Avenue №36b, 0159, Tbilisi, Georgia;  
[emaghlakelidze@yahoo.com](mailto:emaghlakelidze@yahoo.com), [bobokashvili@hotmail.com](mailto:bobokashvili@hotmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.52340/conf2025.24.10>

## შინაარსი / CONTENTS

პლენარული სესია/Plenary Session .....	7
1. ანდრონიკ ლარისა*, სმერეა სვეტლანა – ინ ვიტრო პირდაპირი ემბრიოგენეზი, როგორც ბიოტექნოლოგიური გზა ვირუსის ელიმინაცია უკურკო ყურძნიდან. ....	7
<b>Andronic Larisa, Smerea Svetlana</b> – In Vitro Direct Embryogenesis as a Biotechnological Way of Virus Elimination From Seedless Grape .....	8
2. გაბრიელა რომანციუკი – <i>Actinidia chinensis</i> -ის მიკროგამრავლება და ეკოლოგიური ადაპტირება მოლდოვას რესპუბლიკაში .....	15
<b>Gabriela Romanciuc</b> – Micropropagation and ecological adaptability of <i>Actinidia chinensis</i> in the Republic of Moldova .....	15
3. გიორგი ზედგინიძე –საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გეოსივრცითი მოდერნიზების მოდელი. ....	20
<b>Giorgi Zedginidze</b> – Geospatial Modernization Model of Georgian Agricultural Land .....	26
4. გიორგი ღამბაშიძე – მინი კივის წარმოებისთვის ოპტიმალური ნიადაგური პირობების არეალი აღმოსავლეთ საქართველოში .....	30
<b>Giorgi Ghambashidze</b> – Areas with Ooptimal Soil Conditions for Mini Kiwi Production in Eastern Georgia .....	35
5. გისკა ალინა – ქლიავის მცენარეებში არსებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოყენების ეფექტურობის შეფასება. ....	38
<b>Gisca Alina</b> – Micropropagation and ecological adaptability of <i>Actinidia chinensis</i> in the Republic of Moldova .....	39
6. ელენე მაღლაკელიძე, ზვიად ბობოქაშვილი, ლარისა ანდრონიკი, ტატიანა კალუგარუ-შპატარუ, სვეტლანა სმერეა –მინი კივის ბიოლოგიური და სასოფლო-სამეურნეო თვისებები ( <i>Actinidia arguta</i> <i>Planch.</i> ), კულტივარები საქართველოში .....	41
<b>Elene Maghlakelidze, Zviad Bobokashvili, Larisa Andronic, Tatiana Calugaru-Spataru, Svetlana Smerea</b> – Biological and Agricultural Properties of Mini Kiwi ( <i>Actinidia arguta Planch.</i> ), Cultivars in Georgia .....	42
7. ზვიად ბობოქაშვილი, ელენე მაღლაკელიძე, ვანო კაკაშვილი – მინი- კივის ვეგეტატიური გამრავლების თავისებურებების შესწავლა ( <i>Actinidia arguta</i> , Baby Kiwi, hardy kiwi) ქართლის პირობებში (საქართველო) .....	44
<b>Zviad Bobokashvili, Elene Maghlakelidze, Vano Kakashvili</b> – Study of Vegetative Propagation Peculiarities of Mini-Kiwi ( <i>Actinidia arguta</i> , Baby Kiwi, hardy kiwi) under Kartli Conditions (Georgia) .....	50

8.	თათული წენგუაშვილი – მინი კივის ( <i>Actinidia arguta</i> ) კვებითი, ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური მახასიათებლების პირველადი შესწავლა საქართველოში . . . . .	55
	<b>Tatuli Tsenguashvili</b> – Preliminary Study of the Nutritional, Biochemical, and Physiological Characteristics of Mini Kiwi ( <i>Actinidia arguta</i> ) in Georgia . . . . .	59
9.	თინათინ გოგიშვილი, ლუდმილა ცხვედაძე, ელენე მაღლაკელიძე, ნინო ჩიხრაძე - მინი კივის ( <i>Actinidia arguta</i> ) დაავადებები და მავნებლები აღმოსავლეთ საქართველოს აგროეკოლოგიურ პირობებში . . . . .	63
	<b>Tinatini Gogishvili, Ludmila Tskhvedadze, Elene Maghlakelidze, Nino Chikhradze</b> - Mini Kiwi ( <i>Actinidia arguta</i> ) Diseases and Pests in the Agroecological Conditions of Eastern Georgia . . . . .	73
10.	კალუგარუ-შპატარუ ტატიანა, კაუშ მარია, დასკალიუკ ალექსანდრუ, პარი ია – <i>Actinidia arguta</i> , როგორც მეზღუბისა და ბიოტექნოლოგიური პოტენციალი მოლდოვას რესპუბლიკაში კულტივაციისთვის. . . . .	81
	<b>Călugăru-Spătaru Tatiana, Cauș Maria, Dascaliuc Alexandru, Pariy Ya</b> – <i>Actinidia arguta</i> as a Horticultural and Biotechnological Potential for Cultivation in the Republic of Moldova . . . . .	81
11.	ლალი გოგინავა, მარიკა ვახტანგაშვილი, ვანო კაკაშვილი, ლაშა ციგრიაშვილი – პერსპექტიული კენკროვანი კულტურის იოშტას ( <i>Ribes × nidigrolaria</i> ) მოყვანის შესაძლებლობები საქართველოს პირობებში . . . . .	88
	<b>Lali Goginava, Marika Vakhtangashvili, Vano Kakashvili, Lasha Tsigriashvili</b> – Cultivation Potential of the Promising Berry Crop Jostaberry ( <i>Ribes × nidigrolaria</i> ) under Georgian Conditions . . . . .	98
12.	მაია მელაძე – კლიმატის ცვლილების პირობებში საქართველოში <i>Actinidia arguta</i> -ს გავრცელების პერსპექტიული რეგიონების აგროკლიმატური შეფასება . . . . .	105
	<b>Maia Meladze</b> – Agroclimatic Assessment of Prospective Regions for the Distribution of <i>Actinidia arguta</i> in Georgia Under Climate Change Conditions. . . . .	113
13.	მარია ა. პინტეა, რადუ ვ. კოზმიჩი, მონიკა მატანა – მოლდოვას რესპუბლიკის სხვადასხვა პომოლოგიური ზონიდან შერჩეული კაკლის ( <i>Juglans regia</i> L.) ზოგიერთი ადგილობრივი ბიოტიპის კვლევა . . . . .	119
	<b>Maria A. Pintea, Radu V. Cozmic, Monica Mattana</b> – Research on Some Local Selected Walnut ( <i>Juglans regia</i> L.) Biotypes from Different Pomological Zones of Republic Moldova . . . . .	119
14.	ნოდარ სტეფანიშვილი, თემურ ორთოიძე, მაია ბაჩილავა, ნიკა გიგაური – თუთის რეზისტენტობის სამკუთხედი . . . . .	127
	<b>Nodar Stepanishvili, Temur Ortoidze, Maia Bachilava, Nika Gigauri</b> – The Resistance Triangle of Mulberry . . . . .	138



15.	ნინო ჩიხრაძე, ელენე მაღლაკელიძე, ზვიად ბობოქაშვილი, მარიამ ელიზბარაშვილი – მინი-კივის ( <i>Actinidia arguta</i> ) ბიოტექნოლოგიური მდგრადობა კლიმატის ცვლილების პირობებში . . . . .	146
	<b>Nino Chikhradze, Elene Maghlakelidze, Zviad Bobokashvili, Mariam Elizbarashvili</b> – Biotechnological Sustainability of Mini-kiwi ( <i>Actinidia arguta</i> ) Under Climate Change . . . . .	158
16.	ნუგზარ შენგელია, ელენე მაღლაკელიძე, ლაშა ციგიაშვილი – წყავის ( <i>Prunus laurocerasus L.</i> ) კულტურა და მისი პოტენციალი საქართველოში .	167
	<b>Nugzar Shengelia, Elene Maghlakelidze, Lasha Tsigriashvili</b> – The Cultivation and Potential of Cherry Laurel ( <i>Prunus laurocerasus L.</i> ) in Georgia . . . . .	174
17.	პიოტრ ლატოჩა, ნარეკ სააკიანი, გაიანე მელიანი - კივის ( <i>Actinidia arguta</i> Miq.) როგორც ახალი, პერსპექტიული კულტურის მნიშვნელობა, კულტივაციის მოთხოვნები და ინ ვიტრო გამრავლება . . . . .	178
	<b>Piotr Latocha, Narek Sahakyan, Gaiane Melyan</b> – Significance, Cultivation Requirements, and <i>In Vitro</i> Propagation of Kiwiberry ( <i>Actinidia arguta</i> Miq.) as a New, Promising Crop . . . . .	179
	<b>List of Authors/ Pages</b> . . . . .	186
	<b>Institutions/ Organizations / დაწესებულებები/ორგანიზაციები</b> . . . . .	187

## პლენარული სესია

### Plenary Session

#### ინ ვიტრო პირდაპირი ემბრიოგენეზი, როგორც ბიოტექნოლოგიური გზა ვირუსის ელიმინაციისა უკურკო ყურძნიდან

ანდრონიკ ლარისა\*, სმერეა სვეტლანა

მოლდოვას სახელმწიფო უნივერსიტეტის გენეტიკის, ფიზიოლოგიისა და  
მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი,  
კიშინიოვი, პადურიის ქ. 20, მოლდოვის რესპუბლიკა  
შესაბამისი ელ.ფოსტა:larisa.andronic@sti.usm.md

**აბსტრაქტი.** კლიმატის ცვლილების კონტექსტში, მოლდოვას რესპუბლიკაში მომხმარებლების მიერ დიდი მოწონებითა და პერსპექტივით სარგებლობს უთესლო ყურძენი. სტენოსპერმოკარპული ჯიშები (11) შეირჩა მშობელ ფორმებად შეჯვარებების დროს უთესლო ყურძნის შესაქმნელად, მოუმწიფებელი ემბრიონის გადარჩენის ტექნოლოგიის გამოყენებით. ჩვენი შედეგები მიუთითებს, რომ სიცოცხლისუნარიანი ემბრიონების და აღდგენილი ნერგების რაოდენობა დამოკიდებული იყო უთესლობის ხარისხსა და ფიტოსანიტარიულ სტატუსზე, განსაკუთრებით დედა გენერატორის. ემბრიონის გადარჩენის ტექნიკა ნაწილობრივ გადალახავს სტენოსპერმოკარპიით გამოწვეულ შეზღუდვებს ჰიბრიდული ჯიშების მიღებისა და ფლოემით შეზღუდული ვირუსების აღმოფხვრის თვალსაზრისით. ოპტიმიზებული პროტოკოლი მოიცავდა მოუმწიფებელი კვერცხუჯრედების იზოლირებას ანთეზიდან 35-40 დღის შემდეგ, კვერცხუჯრედების კულტივაციას 30 დღის განმავლობაში სრული სიბნელის პირობებში  $25 \pm 2$  °C ტემპერატურაზე, რასაც მოჰყვება 55-118 დღის განმავლობაში „აღდგენის“ გარემოში გადატანა შეჯვარების კომბინაციის მიხედვით. შემოთავაზებული პროტოკოლი შეიძლება სასარგებლო იყოს უთესლო ყურძნის ჯიშების სელექციური პროგრამების ეფექტურობის გასაზრდელად.

**საკვანძო სიტყვები:** უთესლო ყურძენი, მოუმწიფებელი ემბრიონი, ემბრიონის გადარჩენა, ინ ვიტრო კულტურა, ვირუსის აღმოფხვრა

## In Vitro Direct Embryogenesis as a Biotechnological Way of Virus Elimination From Seedless Grape

Andronic Larisa\*, Smerea Svetlana

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of Moldova State University,  
Chisinau, 20 Padurii Str., Republic of Moldova  
Corresponding e-mail: larisa.andronic@sti.usm.md

**Abstract.** Seedless grape is much appreciated by consumers and of perspective in the Republic of Moldova, in the context of climate change. Stenospermocarpic cultivars (11) were selected as the parental forms in crosses for creating seedless grapes using immature embryo rescue technology. Our results indicate that the rate of the viable embryos and of the recovered plantlets was dependent on seedless degree and phytosanitary status, especially of the maternal genitor. Embryo rescue technique partially overcomes limitations caused by the stenospermocarpy in obtaining hybrid varieties and the eradication of phloem-limited viruses. The optimized protocol included immature ovule isolation at 35-40 days after anthesis, ovule cultivation for 30 days in total darkness conditions at  $25 \pm 2$  °C with the following transfer for 55-118 days on “recovery” medium in dependence of the cross combination. The proposed protocol may be useful for increasing the efficiency of seedless grape species breeding programs.

**Keywords:** seedless grape, immature embryo, embryo rescue, in vitro culture, virus eradication

### 1. Introduction

Viticulture is one of the important branches of the agro-food sector of the Republic of Moldova. To support and recover this industry, a Horticulture Development Program for 2021-2025 and the Action Plan for its implementation were approved (Government Decision no 840/2020). Diversification of genetic material with adaptability and increased productivity is an important prerogative for the viticulture industry, an important role been played by table varieties, whose production constitutes 18.3% of the total. As perspectives are exposed to the seedless grape varieties, which remain non-traditional, the share of which in total viticulture production is not reported. In the context of climate change a considerable attention is paid to the creation and selection of locally adapted genotypes with valuable characteristics (e.g., seedless, high productivity, taste features, resistance to abiotic factors such as low temperature and humidity deficiency). According to the Catalog of plant varieties of the Republic of Moldova for the year 2024 has recorded eight seedless varieties, which are recommended for cultivation in the country and which can serve as a source of genetic diversity for crop improvement programs. Obtaining the new seedless genotypes from stenospermocarpic progenitors is limited by full embryo development. In breeding programs of seedless genotypes, an important role is provided by the in vitro biotechnology, a procedure that prevents embryo abortion by saving immature embryos at definite stages, which present germination and in vitro growth capacity, allowing the recovery of a higher proportion of seedless individuals.

In order to provide new grapevine varieties, in accordance with EU standards, virus-free nurseries it is required. The International Council for the Study of Virus and Virus-like Diseases of the Grapevine (ICVG), recognizes over 75 infectious agents affecting grapevine (viruses, viroids, and phytoplasmas) [6]. The agents that should be controlled by the certification program are those associated with infectious degeneration and



grapevine decline (nepoviruses: Grapevine fanleaf virus, GFLV, and Arabis mosaic virus, ArMV), leafroll disease and associated closteroviruses (grapevine leafroll-associated viruses: GLRaV 1, 2, and 3), rugose wood (GVA, GVB, and GVD), and phytoplasmas (flavescence dorée, bois noir, and other grapevine yellows). Many of them cause disorders that reduce the plant vigour and longevity, or the quality and quantity of the yield. Damage caused by viral infections can be extensive and result in economic loss amplification. Infected propagating material is mainly responsible for the spread of these diseases among and within viticulture regions.

According to the virological expertise, the germplasm of seedlessness forms maintained in the national collection includes valuable accessions (seedless associated with agronomic properties, such as high productivity, resistance to environmental factors), but is infected with a range of viruses. The most commonly detected Grapevine fanleaf virus (GFLV), serotypes 1 and 3 of Grapevine leafroll-associated virus (GLRaV-1 and GLRaV-3), and Arabis mosaic virus (ArMV) (unpublished results).

General strategies for obtaining disease-free material include in vitro culture, a method approved and widely used in virus eradication programs. Somatic embryogenesis provides alternative methodologies for the propagation of grapevine cultivars, conservation of their germplasm resources, and crop improvement [1 – 5; 11]. In vitro embryogenesis also represents an effective and promising technique in viroid and virus eradication [9; 10].

The present work aimed to investigate the efficiency of virus eradication via the embryo rescue technique for the hybrids regeneration from crosses between genotypes with different degrees of seedless.

## 2. Methodology

As biological material served 11 genotypes (Apiren roz extratimpuriu, Apiren roz Basarabean, Apiren negru de Grozesti, Romulus, Basarabia, Intelaiuin, TADVOG, Centennial seedless, 1-15-15, I-2-24, and I-5-58). The list of genotypes includes seedless varieties created in the PI National Institute for Applied Research in Agriculture and Veterinary Medicine, Chisinau, Republic of Moldova, as well as introduced varieties.

The presence of eight important viruses was evaluated: two nepoviruses: Grapevine fanleaf virus (GFLV) and Arabis mosaic virus (ArMV), two closteroviruses: Grapevine leafroll-associated virus 1 (GLRaV-1) and Grapevine leafroll-associated virus 3 (GLRaV-3) were detected using serological test, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), immunosorbent electron microscopy (ISEM), or negative staining (NS). Commercial antisera (Sediag, France) against GFLV, ArMV, GLRaV-1, and GLRaV-3 were used in the ELISA method according to the instructions of the manufacturer.

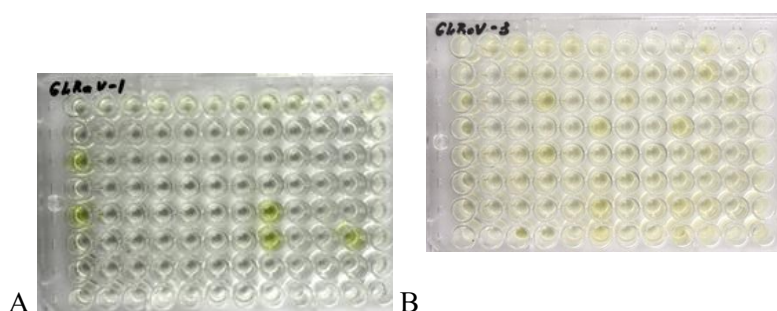
The berries resulting from crosses were harvested 35-40 days after anthesis. Collected berries were cold pretreated and then surface sterilized with 70 % ethyl alcohol, followed by 5.2 % calcium hypochlorite, and washed with sterilized distilled water. The ovules were aseptically extracted and inoculated on cultivation medium in Petri dishes or pots (jars). Two “recovery” medium were selected: Nitsch, Nitsch [8] supplemented with 1.5 mg/l of IAA, 1 mg/l of zeatin, and 0.2 mg/l of gibberellic acid (GA3) (NN1) and Nitsch, Nitsch with addition of 2.5 mg/l of IAA, 0.2 mg/l of GA3, and 0.3mg/l of putrescine (NN2). Ovules were cultivated for 30 days in total darkness conditions at  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , and then transferred to the culture room in the same temperature regime and a period of 16 hours of light. Every 30 days until the seeds' residuum were dissected to recover viable embryos. Viable embryos were placed on “recovery” mediums. The composition of mediums was the same: half-strength of macro- and microelements, and vitamins after Murashige Skoog (1962) [7] with 15 g/l of sugar, 100 mg/l of myo-inositol, 3 mg/l of glycine, and 6.8 g/l of agar. Rooting conditions were first developed for the studied genotypes. It was found that: (i) sucrose concentration at 2% maintained good shoot quality and allowed root growth, (ii) optimal NAA concentration resulted in good rooting is 0.4  $\mu\text{M}$ .

The statistical processing of data was carried out using the software package Statgraphics Plus for Windows (version 2.1; Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) and Microsoft Excel. The contribution of variation sources was computed following the ANOVA test.

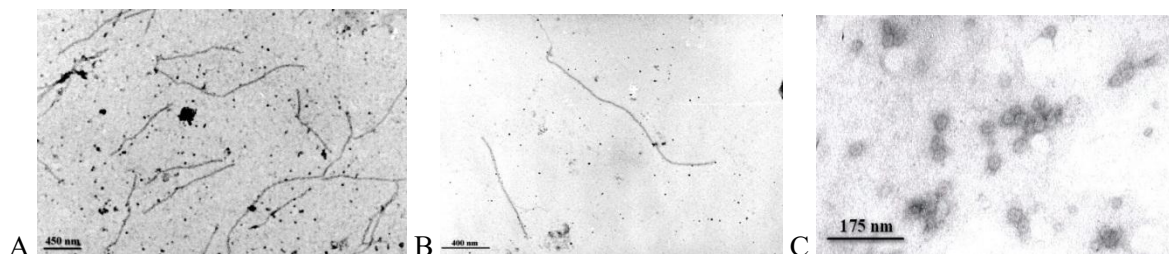
### 3. Results and discussion

According to the adopted research methodology aim it was done observations and specific descriptions were made for the development and phytosanitary status of plants of 11 genotypes: 5 maternal forms (Apiren roz Basarabean, Apiren Negru de Grozești, Centinales seedless, 1-15-15, and TAD VOG) and 6 paternal genotypes (Apiren roz, Apiren roz Basareabean, Interlaikin, Romulus, I-2-24, I-5-58).

As a consequence of the expertise realized in May-June, the suspected grapevine plants were describe following symptoms: short and distorted internodes, growing in zigzag, double nodes, fanleaf, and abundance in secondary canes. In case these symptoms were suspected, Grapevine fanleaf virus, Arabis mosaic nepovirus, Strawberry and Raspberry ringspot virus, Artichoke latent virus, Tobacco ringspot virus. The viruses presence was confirmed using serological test, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), immunosorbent electron microscopy (ISEM), or negative staining (NS) (fig. 1, 2).



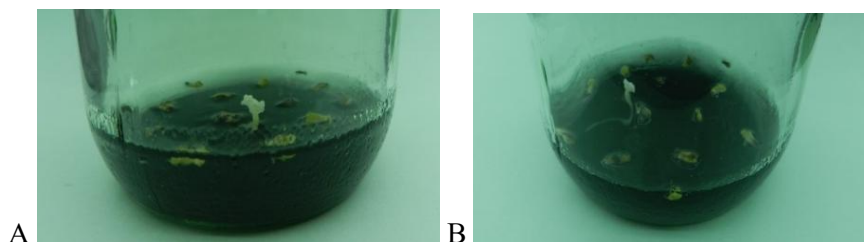
**Fig. 1.** ELISA plate showing the positive reaction to: a) GLRaV-1; b) GLRaV-3.



**Fig. 2.** Virus particle morphology: A) GLRaV-3, ISEM; B) GLRaV-1, negative staining; C) ArMV, negative staining.

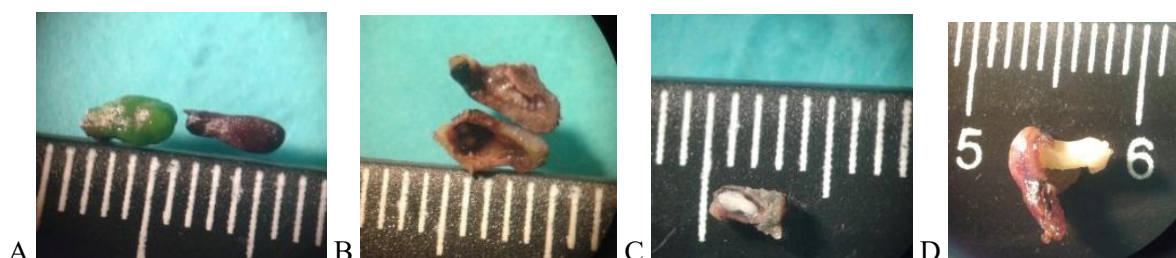
Many studies reported the great importance of the time for initiating in vitro ovule culture, as this seems to be the key step to ensure a successful embryo rescue [1 - 4]. The main reason for embryo abortion in stenospermocarpic berries is the under-development of the seed endosperm, which prematurely perishes, reducing nutrients to the newly formed germ [5].

The moment of dissection is also very important for the embryos' survival. According to previous data, the optimal period for dissection of seeds begins within 10-15 days after the appearance of the first germinations (fig. 3). For the cultivar analyzed genotypes, this term is situated within 55-118 days of cultivation on “recovery” medium.



**Fig. 3.** Inoculation of immature embryos on “recovery” medium at the moment of first direct germination (beginning moment for dissection) in A) - Apiren roz Basarabean, B) 1-15-15.

The safe of immature embryos begins with the extraction of ovules from berries, cultivation on “rescue” mediums, and finishes with the dissection of seeds (fig. 4). Independently of genotype were found the embryos at different stages as heart, torpedo, or cotyledonary (fig. 5).



**Fig. 4.** Morphological aspect of grapevine hybrid seeds with different viable embryos. A) excised embryos prior to inoculation; B) degenerated embryo; C) normal embryo; D) direct embryogenesis.



**Fig. 5.** Different stages of zygotic embryo development in grapevine: A) heart, B) torpedo, C) cotyledonary.

In the present study, the rate of embryo viability was found to be influenced by the genotypes of crossing parents, especially by the maternal genitor. Has been attested that the rate of saved viable embryos ranged within  $13.43 \div 29.35$  % for Apiren Negru de Grozesti and Apiren roz Basarabean. For the other analyzed genotypes, the value was between these dates (Table 1).

**Table 1.** Rate of viable embryos for various grapevine genotypes

Maternal genitor	Number of dissected embryos	Number of viable embryos	Direct regeneration	Degenerated embryos at moment of dissection
Apiren roz Basarabean	552	162	2	0

Apiren Negru de Grozești	618	83	3	0
Centinales seedless	217	23	2	3
TAD VOG	82	15	-	2
1-15-15	802	131	5	0
<b>Total number</b>	<b>2271</b>	<b>414</b>	<b>12</b>	<b>5</b>

It was established that, depending on genotype and medium for cultivation, the rate of direct regeneration of embryos achieved values, representing 0.9% and 0.6% for Centinales seedless and 1-15-15, corresponding. It should be noted that the response is influenced by parental genotype. A negative factor that influenced the reduced rate of viable embryos converted into plantlets was also the phytosanitary status, especially of the maternal genitor involved in crosses, confirmed for TAD VOG infected with GFLV. Similar data were observed for Centinales seedless. The high degree of infection of genotype Apiren negru de Grozești with agents of complex degenerative (including mixed infections) contributed to low embryo viability. Grapevine leafroll virus, serotype 3 (GLRaV-3), identified in the 1-15-15, influenced the less able embryos' conversion into plantlets. Similar data were obtained for genitors infected with Grapevine leafroll virus serotype 1 (GLRaV-1), when viral particles were identified in both components of hybridization.

In the current research, it was established that the zygotic embryo cultivation on various recovery media, which are distinguished by the mineral content as well as growth regulators, determines the rate of viable embryos and the share of embryos converted into plants. These results revealed the necessity to fix up the components of the "recovery" mediums for immature embryos of each combination. This shows that parts of "conversion" must be determined individually for each genotype.

For an efficient way of converting into plants the embryos recovered by "in ovules" manipulations, it is necessary to take into account the peculiarities of the varieties that were involved in the crosses and the phytosanitary status of parental forms.

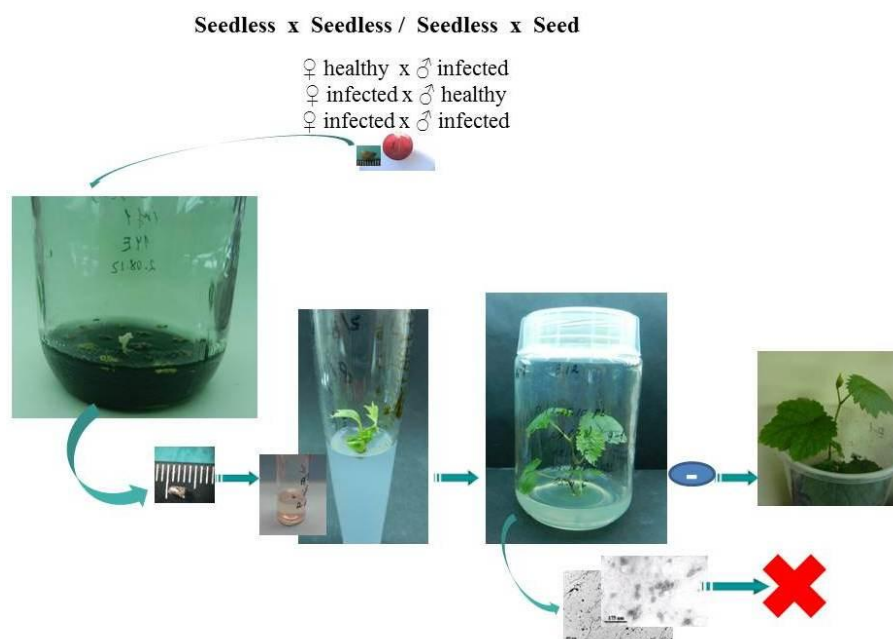
At the time of formation of 2-3 internodes, seedlings were transferred to rizogenesis medium for induction of the rooting process, then after the formation of a well-developed root system were adapted to the soil substrate. It was established that the highest percentage of minishoots was obtained for genotype Apiren roz Basarabean and the lowest for Centinales seedless (Table 2)

**Table 2.** Efficiency of plantlets recovery from different hybrid combinations

Maternal genotype	Number of obtained minishoots	Number of obtained plantlets	Rate of adaptation, %
Apiren roz Basarabean	600	181	97.3
Apiren Negru de Grozești	29	12	81.8
Centinales seedless	7	5	60
TAD VOG	41	34	79.8
1-15-15	108	36	96.4
<b>Total</b>	<b>785</b>	<b>268</b>	<b>60÷97.3</b>

The well-developed shoots that have 3 or more nodes have been transferred to the rooting culture medium. The rooting percent ranged between 87-97%. The higher rate of adaptation it was established for the combinations with maternal forms Apiren roz Basarabean (97.3%) and 1-15-15 (96.4%). *The lowest percentage of adaptation to substrate soil was attested for forms with a higher degree of seedless (Centinales seedless and TAD VOG).*

The high degree of seedless has been one of the main factors that determined the limited number of recovered plantlets, as in the case of self-pollination and hybridization, which is a negative factor that influenced the rate of viable embryos, supplemented by the phytosanitary status.



**Fig. 6.** Scheme of virus eradication via zygotic embryogenesis.

It is important to mention that the recovered plantlets do not present any disease symptoms. By the diagnostic methods (ELISA and ISEM) was confirmed absence of viral agents. The applied biotechnology conducted to the recovery of healthy plantlets with an efficiency of 100% eradication of GFLV. Similar data were obtained for serotype 1 (GLRaV-1), even though this pathogen was established in both components of hybridization (Fig. 6).

The obtained data show that the results of virus eradication depend on the number and type of viruses, peculiarities of the starting material. The virological check of grapevine plantlets before ex vitro adaptation relate that somatic embryogenesis proved to be an effective technique in eradicating the phloem-limited viruses in seedless grape of stenospermocarpic type.

#### 4. Conclusions

- It were established the optimal moment of explant sampling, seeds dissection, embryo in vitro inoculation; important moments that significantly influence the rate of viable embryos and which are largely determined by the maternal genotype.
- The rate of viable embryos conversion in plantlets is determined by the particular genotype with stenospermocarpic properties and by the plant health status.
- In order to define the eradication process of viral germs of complex degenerative have been optimized the pathways to prevent the embryos degradation and their development to ensure the production of plants for grape genotypes with different degrees of seedlessness.

**Funding.** The elaboration and edition of this research were supported by the bilateral Moldova & Georgia project „Biotechnological tools for a resilient horticulture by promoting non-traditional species (as



example *Actinidia arguta*) in the context of climate change” (#25.80013.7007.01GEO), funded by the National Agency for Research and Development of the Republic of Moldova.

## References:

1. Benke A., Krishna R., Samarth R. et al. Development of an embryo germination protocol for shy-seeded grape (*Vitis vinifera* L.). In: *Plant Genetic Resources*, 2021. 19 (3), pp.252-260. <https://doi.org/10.1017/S1479262121000307>.
2. Capriotti L., Ricci A., Molesini B. et al. Efficient protocol of *de novo* shoot organogenesis from somatic embryos for grapevine genetic transformation. In: *Front. Plant Sci. Sec. Technical Advances in Plant Science*, 2023, 14, <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1172758>.
3. Carra A., Wijerathna-Yapa A., Pathirana R. and Carimi F. Development and applications of somatic embryogenesis in grapevine (*Vitis* spp.). In: *Plants*, 2024, 13(22), 3131. <https://doi.org/10.3390/plants13223131>.
4. Chu Y. N., Li M., Li R. N., et al. Embryorescue breeding of new cold-resistant, seedless grapes. In: *Horticulturae*, 2023, 9(9), 992, p. 252-260. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9090992>.
5. Giancaspro A., Mazzeo A., Carlomagno A. et al. Optimization of an *in vitro* embryo rescue protocol for breeding seedless table grapes (*Vitis vinifera* L.) in Italy. In: *Horticulturae*, 2022, 8(2), 121. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020121>.
6. <https://icvg.org/resources.cfm>, cited 08.08.2025.
7. Murashige J., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. In: *Physiol. Plant.*, 1962, 15, pp. 473–497.
8. Nitsch J.P., Nitsch C. Haploid plants from pollen grains. In: *Science*, 1969, 163(3862), pp.85-87. doi: 10.1126/science.163.3862.85.
9. Olah R., Turcsan M., Olah K. et al. Somatic embryogenesis: A tool for fast and reliable virus and viroid elimination for grapevine and other plant species. In: *Horticulturae*, 2022, 8(6), 508. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060508>.
10. San Pedro T., Gammoudi N., Peiró R., Olmos A. and Gisbert C. Somatic embryogenesis from seeds in a broad range of *Vitis vinifera* L. varieties: rescue of true-to-type virus-free plants. In: *BMC Plant Biology*, 2017, 17, pp. 226. doi: 10.1186/s12870-017-1159-3.
11. Xi Chen, Khalid Ayesha, Xue Wen et al. An integrate methods to improve the high efficiency of embryo rescue breeding in seedless grapes. In: *Journal of Integrative Agriculture*, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2025.02.042>.



## *Actinidia chinensis*-ის მიკროგამრავლება და ეკოლოგიური ადაპტირება მოლდოვას რესპუბლიკაში

გაბრიელა რომანციუკი

გენეტიკის, ფიზიოლოგიისა და მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი, მოლდოვას

სახელმწიფო უნივერსიტეტი

კორესპონდენტი ავტორი: გაბრიელა რომანციუკი,

ელ. ფოსტა: [gabriela.romanciuc@gmail.com](mailto:gabriela.romanciuc@gmail.com)

**აბსტრაქტი.** მოლდოვას რესპუბლიკა, რომელიც ტრადიციულად აწარმოებს ხილს, როგორცაა ვაშლი, ქლიავი, გარგარი, ბალი, მზარდი მოთხოვნის წინაშე დგას ახალი კულტურების მიმართ, რომლებსაც აქვთ უმაღლესი თვისებები. კივი (*Actinidia chinensis* Planch.) აჩვენებს ადგილობრივი ადაპტაციისა და პროდუქტიულობის მაღალ პოტენციალს. ამ კვლევამ გააერთიანა *in vitro* მიკროგამრავლება ბიოეკოლოგიურ შეფასებასთან მისი შესაფერისობის შესაფასებლად. დამატებითი ბიოეკოლოგიური ანალიზები ადასტურებს, რომ ადგილობრივი ნიადაგური კლიმატური პირობები ხელს უწყობს აქტინიდიას არგუტას კულტურის ზრდა-განვითარებას. აღნიშნული შედეგები ქმნის მდგრად ჩარჩოს კივის კულტივაციისთვის მოლდოვაში.

**საკვანძო სიტყვები:** *Actinidia chinensis*, *in vitro* მიკროგამრავლება, ორგანოგენეზი, ბიოეკოლოგიური ადაპტირება

## **Micropropagation and ecological adaptability of *Actinidia chinensis* in the Republic of Moldova**

**Gabriela Romanciuc**

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Moldova State University

Corresponding author: Gabriela Romanciuc, e-mail: [gabriela.romanciuc@gmail.com](mailto:gabriela.romanciuc@gmail.com)

**Abstract.** The Republic of Moldova, traditionally producing fruits such as apples, plums, apricots, cherries, faces an increasing demand for new crops with superior traits. Kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.) shows high potential for local adaptation and productivity. This study combined *in vitro* micropropagation with bioecological evaluation to assess its suitability. Complementary bioecological analyses confirmed that local pedoclimatic conditions favor the growth and development of *Actinidia*. These results provide a framework for the sustainable cultivation of kiwifruit in Moldova

**Keywords:** *Actinidia chinensis*, *In vitro* micropropagation, organogenesis, bioecological adaptability

## 1. Introduction

Although the Republic of Moldova has traditionally produced a considerable quantity of conventional fruit crops, such as apples, plums, apricots, and cherries, the demand for new species with superior agronomic and nutritional traits remains evident. Expanding the horticultural diversity can be efficiently achieved through the introduction of new crops, such as kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.), which shows significant potential for local adaptation and productivity.

The initiation of bioecological research on *Actinidia* species in the Republic of Moldova aims to identify new sources of plant raw material for the agri-food sector. Most species in this genus are woody climbing lianas producing edible fruits rich in vitamin C with exceptional taste qualities. Among the numerous *Actinidia* species, only a few are of commercial interest for fruit production: *A. chinensis*, *A. deliciosa*, *A. arguta*, and *A. kolomikta*.

*Actinidia chinensis* Planch. is of particular scientific and economic importance, representing the primary genetic source for cultivated kiwi varieties worldwide. Native to the subtropical mountainous regions of China, it has become internationally recognized for the superior quality of its fruits and adaptability (Akbaş et al., 2007; Ferguson, 1984). It also serves as a model for studies on morphogenesis, regeneration, and *in vitro* propagation (Akbaş et al., 2007; Huang et al., 2019). Conventional vegetative propagation is often challenging due to the low rooting ability of cuttings and the sensitivity of young plants to environmental factors, highlighting the need for modern micropropagation methods to produce healthy and uniform plant material rapidly (González et al., 2010; Wang et al., 2018).

Research on *in vitro* propagation of *Actinidia* species has been conducted to ensure rapid multiplication, disease-free plantlets, and conservation of genetic resources (Kozai et al., 1997; Standardi, 1983; López-Páez et al., 2025). *In vitro* culture allows the production of high-quality plant material under controlled conditions and facilitates the selection of superior genotypes for cultivation. Until 2020, *in vitro* propagation of *A. chinensis* was extensively studied to develop efficient micropropagation and conservation techniques. Early research focused on selecting suitable explants, optimizing culture media, and controlling growth conditions (Harada, 1975; Standardi, 1983; Revilla et al., 1992; Kumar & Sharma, 2002; Akbaş et al., 2020).

Recent studies highlighted the critical role of plant growth regulators in culture media. Hameg et al. (2020) reported that different concentrations of 6-benzylaminopurine (BAP) significantly increased shoot production at optimal levels. Similarly, Akbaş et al. (2007) found that BAP was more effective than kinetin in inducing multiple shoots from *A. deliciosa* explants. Sekhukhune (2025) showed that 2.2  $\mu\text{M}$  BAP promoted the formation of 2–3 axillary shoots, while 4.4  $\mu\text{M}$  BAP also induced root formation, indicating a positive effect on both shoot proliferation and rooting. Additionally, Krakhmaleva et al. (2023) observed that combinations of BAP and NAA significantly stimulated shoot regeneration. These studies underline the importance of adjusting hormone types and concentrations according to explant type and propagation objectives to optimize micropropagation outcomes.

Ecologically, *Actinidia chinensis* grows best in partially shaded areas, avoiding direct sunlight. Direct sunlight can reduce growth and delay fruit maturation, as well as decrease vitamin C accumulation in the fruits (Ferguson, 1984). Similar observations have been reported by Richardson et al. (2004), who demonstrated that high growth temperatures can reduce carbohydrate content and vitamin C in kiwi fruits. Zhang et al. (2018) showed that vitamin C metabolism in the outer pericarp of *A. chinensis* var. Hongyang fruits is regulated by environmental factors, including light intensity, further confirming the influence of sunlight on vitamin C accumulation. The species prefers fertile, well-drained soils with a slightly acidic to neutral pH (Liang et al., 2008). Temperature, humidity, and light conditions significantly influence growth, fruiting, and adaptation, making it suitable for temperate-continental climates like those in the southern regions of the Republic of Moldova.

Therefore, the aim of our research was to investigate the effects of culture medium composition and hormonal combinations on callus initiation and development in *Actinidia chinensis*, using different types of explants. The results contribute to optimizing micropropagation protocols for this valuable species, with potential for wider cultivation under the pedoclimatic conditions of the Republic of Moldova.

## 2. Materials and Methods

### *In vitro* Micropropagation

The study was initiated and conducted at the Botanical Garden (Institute) in the Laboratory of Embryology and Biotechnology. The object of study was *Actinidia chinensis* Planch. Explants were collected from greenhouse-grown plants, including leaf lamina, petiole, and floral buds.

The sterilization of explants followed a strict protocol:

Rinsing under running water;

Preliminary disinfection with a dilute KMnO<sub>4</sub> solution for 10 minutes;

Immersion in 0.1% diacid for 7 minutes with continuous agitation, adding a small amount of detergent – Tween 80;

After each step, three successive rinses with sterile distilled water were performed.

Initial cultures were grown on the following media:

- MS (Murashige & Skoog, 1962) supplemented with BAP (2-benzylaminopurine) and ANA (naphthaleneacetic acid);

- S 2.5 (A. Standardi, 1983) supplemented with zeatin and ANA;

- Gamborg B5 with BAP and IAA (indole-3-acetic acid) at specific concentrations.

Callus obtained was further cultivated on the same media, adjusting only the concentrations of phytohormones. Subcultures were maintained for 30 days in a growth chamber at 24±1°C, with a light intensity of 2000 lux and a photoperiod of 16 hours light / 8 hours dark.

Regeneration was evaluated by quantifying callus induction frequency, shoot regeneration rate, and rooting success. Histological analysis of the callus allowed differentiation between morphogenic and non-morphogenic cells. Regenerated plantlets were acclimatized initially in a sterile peat–perlite mixture prior to soil transfer. The obtained data were analyzed using an ANOVA test.

### *Bioecology and Adaptability*

Bioecological studies were conducted in order to assess the adaptability of *Actinidia chinensis* to local pedoclimatic conditions. Parameters such as temperature, soil properties, and seasonal dynamics were analyzed. Observations focused on morphological and physiological characteristics, including shoot growth, development. The collected data allowed evaluation of the potential for sustainable introduction and cultivation of the species under local conditions.

By combining controlled *in vitro* micropropagation with bioecological assessment, the study provides a comprehensive understanding of the potential of *Actinidia chinensis* for efficient cultivation and multiplication in the Republic of Moldova.

## 3. Main findings

1. An efficient plant regeneration protocol for *Actinidia chinensis* was developed via organogenesis from leaf blades and petioles.

2. Histological examination revealed the presence of meristematic centers in morphologic callus with meristematic cells with regeneration ability.

3. Rooting of regenerated shoots was successfully obtained, and plantlets were acclimatized under controlled conditions.

4. Bioecological assessment confirmed that local pedoclimatic conditions in southern Moldova support growth, development, and fruiting of *Actinidia chinensis*.

5. The combination of micropropagation and ecological evaluation provides a basis for sustainable kiwifruit cultivation in Moldova.

#### 4. Results and Discussion

In this study, we investigated the effects of culture medium, hormonal composition, and explant type on the initiation of *in vitro* cultures of *Actinidia chinensis*, using three types of explants: leaf lamina.. Initially, seven culture medium variants were tested. Among them, only the MS, S 2.5, and B5 media supported callus initiation in petiole and leaf lamina explants.

Subsequent cultivation of the obtained callus showed satisfactory development on S 2.5 medium supplemented with zeatin + NAA, B5 with BAP + IBA, and MS with BAP + NAA. Callus derived from petioles developed more rapidly and pronouncedly than that from leaf lamina across all tested media.

Statistical analysis revealed that the average callus induction frequency was 57.80%, varying depending on the explant type and culture medium. Callus induction was 63.48% for petiole explants and 57.12% for leaf lamina. Among the media, callus induction frequencies were 75.47% for S 2.5, 74.30% for B5, and 71.24% for MS. The highest frequencies for petiole explants were 81.48% (S 2.5), 80.75% (B5), and 78.0% (MS). For leaf lamina explants, the maximum frequency was 70.59% (B5).

Callus characteristics varied according to the culture medium. On S 2.5, a compact, dark green, morphogenic callus was formed, whereas on B5 and MS media, the callus was opalescent, pale green, and exhibited abundant growth but proved to be non-morphogenic. Histological analysis showed that morphogenic callus consisted of vacuolated parenchyma cells with small intercellular spaces and starch accumulation, with multiple meristematic zones on the surface. Non-morphogenic callus consisted solely of parenchyma cells.

Further modification of the hormonal composition of S 2.5 and B5 media induced morphogenetic processes. On S 2.5 supplemented with BAP + IBA, organogenesis occurred, leading to bud formation and subsequent plantlet regeneration, whereas on B5 with BAP + NAA, only roots were formed (rhizogenesis). These results confirm that morphogenetic pathways depend on the composition of the culture medium, the combination and concentration of phytohormones, and cultivation conditions.

Zeatin proved essential for callus induction in all explant types, with the highest organogenic potential observed in petiole and leaf lamina. The compact, dark green callus exhibited rapid growth and superior organogenic potential. Overall, the optimal medium for callus growth, differentiation, and development in *Actinidia chinensis* is S 2.5, confirming the species' strong organogenic capacity and suitability for *in vitro* propagation.

Complementing *in vitro* studies, we also evaluated the ecological requirements and adaptability of *Actinidia chinensis* in local conditions. The species naturally grows in partially shaded forested areas, avoiding direct sunlight, particularly during the early years of growth. Optimal growth occurs when light and shade are balanced, approximately 50/50. Local environmental conditions, including temperature, humidity, and soil characteristics, significantly influence growth, development, and fruiting. In the southern regions of the Republic of Moldova, which exhibit a temperate-continental climate with cold winters and warm summers, *Actinidia chinensis* can be successfully cultivated in protected areas with favorable microclimates.

#### 5. Conclusion

An efficient plant regeneration protocol for *Actinidia chinensis* was developed via organogenesis from leaf blades and petioles. *In vitro* micropropagation provides a rapid and uniform method for producing healthy planting material well-suited to local conditions. Complementary bioecological evaluation

demonstrates that *A. chinensis* can successfully adapt to the pedoclimatic factors of the Republic of Moldova, supporting its sustainable cultivation and potential expansion in the region.

## References

1. Akbaş, F., Işıkan, Ç., Namlı, S., & Başaran, D. (2007). Micropropagation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) using mature seeds. *International Journal of Agriculture & Biology*, 9(3), 489–493.
2. Akbaş, F., Işıkan, Ç., Namlı, S., & Başaran, D. (2020). Efficient micropropagation of kiwifruit (*Actinidia chinensis*) from shoot tip explants. *Scientia Horticulturae*, 263, 109118.
3. Ferguson, A. R. (1984). Kiwifruit: Botany, production and uses. *New Zealand Science Review*, 42, 1–10.
4. González, A., Revilla, A., & Cuevas, J. (2010). Kiwifruit (*Actinidia* spp.) micropropagation: Advances and challenges. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 101, 105–115.
5. Harada, H. (1975). In vitro multiplication of kiwifruit by meristem culture. *Japanese Journal of Horticultural Science*, 44(4), 337–345.
6. Hameg, A., Smith, J., & Müller, R. (2020). Influence of BAP concentrations on in vitro shoot regeneration of *Actinidia chinensis*. *Plant Cell Reports*, 39, 543–553.
7. Huang, X., Li, Q., & Wang, X. (2019). Morphogenesis and in vitro regeneration of *Actinidia chinensis*. *Plant Biotechnology Reports*, 13, 345–356.
8. Krakhmaleva, A., Ivanova, E., & Petrov, N. (2023). Effects of BAP and NAA combinations on in vitro shoot regeneration of *Actinidia chinensis*. *Scientia Horticulturae*, 314, 111873.
9. Kozai, T., Watanabe, K., & Kiyosue, T. (1997). Micropropagation of kiwifruit (*Actinidia* spp.) and its application to commercial production. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 48, 107–112.
10. Kumar, A., & Sharma, M. (2002). Micropropagation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* and *A. chinensis*): A review. *Horticultural Science*, 37(2), 127–133.
11. Liang, J., Ferguson, A., & Ma, H. (2008). Kiwifruit (*Actinidia*) cultivation: Soil and climate requirements. *International Journal of Fruit Science*, 8(1), 43–56.
12. López-Páez, E., Martínez, J., & Fernández, P. (2025). Optimized in vitro culture systems for kiwifruit (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 143, 621–634.
13. Revilla, A., González, A., & Cuevas, J. (1992). Micropropagation of kiwifruit through callus induction and bud formation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 30, 105–112.
14. Richardson, D., Green, S., & Brown, P. (2004). Effects of high temperature and sunlight on carbohydrate and vitamin C content in kiwifruit. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79, 947–954.
15. Sekhukhune, N. (2025). Hormonal optimization in micropropagation of *Actinidia chinensis*: Effects on shoot and root formation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 143, 653–662.
16. Standardi, A. (1983). Micropropagation of kiwifruit: Techniques and protocols. *Acta Horticulturae*, 139, 177–184.
17. Wang, L., Zhang, Y., & Li, J. (2018). In vitro propagation and acclimatization of *Actinidia chinensis*: Advances and challenges. *Scientia Horticulturae*, 237, 236–245.
18. Zhang, M., Li, Q., & Wang, X. (2018). Regulation of vitamin C metabolism in *Actinidia chinensis* fruits by environmental factors. *Plant Physiology and Biochemistry*, 123, 52–60.



## საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გეოსივრცითი მოდერნიზების მოდელი

გიორგი ზედგინიძე

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,  
თბილისი, საქართველო

**აბსტრაქტი.** თანამედროვე სამყაროში სასოფლო-სამეურნეო მიწების რაციონალური გამოყენება ნებისმიერი ქვეყნისთვის მნიშვნელოვანია. საქართველოში უნდა იყოს სასოფლო-სავარგულების სპეციალური ერთიანი გეომონაცემთა GIS სერვერული ბაზა. სოფლის მეურნეობის მსგავსს ერთიან გეომონაცემთა ბაზას ფლობენ შემდეგი ქვეყნები: აშშ, კანადა, ინგლისი, გერმანია, ჰოლანდია, იაპონია და ახალი ზელანდია. აღნიშნული ნაშრომი კი მორგებულია საქართველოს ბუნებრივ პირობებს.

### 1. შესავალი

GIS სოფლის მეურნეობაში: სასოფლო-სამეურნეო მიწების მონაცემების სწრაფად შეგროვებისა და ანალიზის შესაძლებლობა არის ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი, რის გამოც გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები (GIS) ასე ღირებულია სოფლის მეურნეობაში. GIS მონაცემების შეგროვება ხდება სავსე აღჭურვილობით ადგილზე, აეროგადაღებებითა (თვითმფრინავებით და უპილოტო საფრენი აპარატებით) და სატელიტური თანამგზავრებით. მიღებული ინფორმაცია შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა მიზნებისთვის: ზუსტი სოფლის მეურნეობის, სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მდგომარეობის მონიტორინგისა და მოსავლის პროგნოზირებიდან დაწყებული, პირუტყვის თვალყურის დევნებამდე.

აგროსასურსათო სექტორის ძირითადი დაინტერესებული მხარეები რეგულარულად იყენებენ სოფლის მეურნეობის GIS გადაწყვეტილებებს, მოკლევადიანი მოგების გასაზრდელად და მეურნეობის, ეკონომიკური მდგომარეობის გრძელვადიანი მდგრადობის მისაღწევად.

სოფლის მეურნეობის ძირითადი დაინტერესებული მხარეების მიერ GIS-ის დანერგვა არსებითი ინვესტიციაა სასოფლო-სამეურნეო მიწების მდგრად და ეფექტურ მართვაში.

GIS სისტემები მოიცავს, ყველა სფეროს დაწყებული ინფრასტრუქტურულიდან - სოფლის მეურნეობითა და გარემოს დაცვით დამთავრებული.

ევროპის ქვეყნებს აქვს სპეციალური დირექტივა INSPIRE სახელწოდებით, რომელიც ითვალისწინებს სივრცითი მონაცემების ერთიანი ინფრასტრუქტურის შექმნას

ევროპარლამენტისა და ევროსაბჭოს 2007 წლის 14 მარტის დირექტივა 2007/2/EC (INSPIRE Infrastructure for Spatial Information in Europe საერთაშორისო სტანდარტის ISO OSI/TC 211 მიხედვით ტერმინი Geographic Information System ვალიდურია).

აღნიშნული დირექტივიდან გამომდინარე, საქართველოში დაიწყო NSDI-ის პროექტის განხორციელება, რომელიც გულისხმობდა ეროვნული სივრცითი ინფრასტრუქტურის შექმნას,

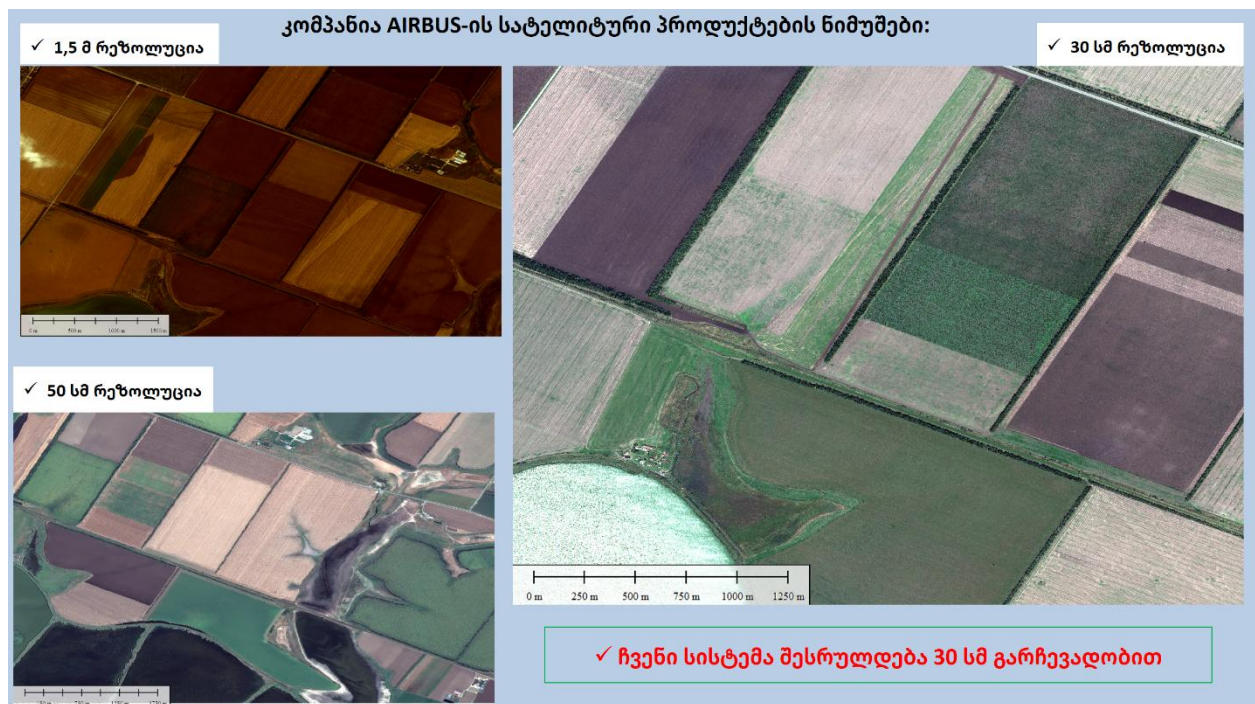


მაგრამ მისი განხორციელება სრულყოფილად ვერ მოხერხდა სწორედ ჩვენი მსგავსი ერთიანი სივრცით მონაცემების არარსებობისა და ერთმანეთთან არათანხვედრილობის გამო.

## 2. მეთოდოლოგია და მასალა

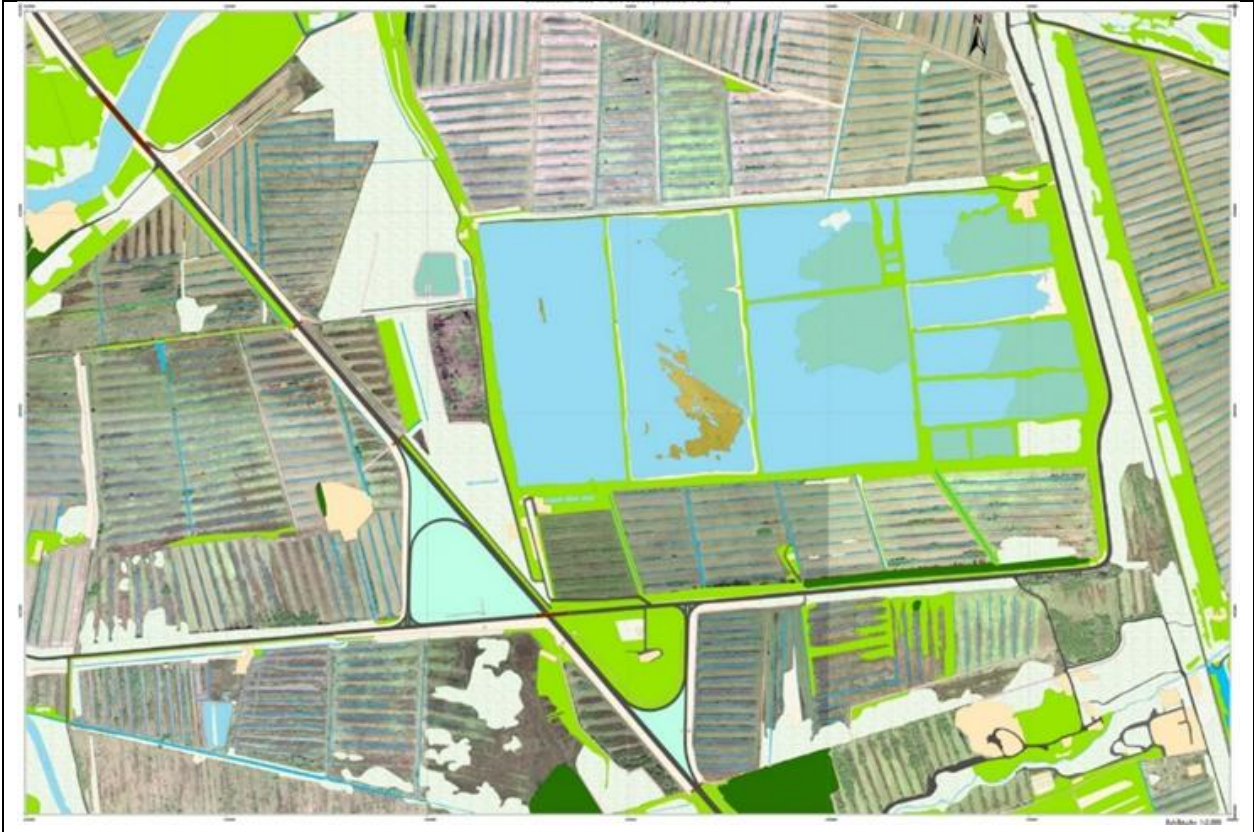
ჩვენ გთავაზობთ შევქმნათ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო-საპროდუქტო სპეციალური ერთიანი გეომონაცემთა GIS სერვერული ბაზა, რომელიც თავსებადი იქნება ნებისმიერ სხვა სახელმწიფო უწყებების მსგავს სისტემებთან.

ვექტორული ფენის დიგიტალიზაციის პროცესში გამოყენებული იქნება მსოფლიოში არსებული ულტრათანამედროვე 30 სმ სიზუსტის სატელიტური გადაღებები (მსოფლიოში ცნობილია მსგავსი სპექტრალური გადაღებების 2 ტიპი: **Nir** Infrared (NIR) და **Thermal** Infrared (TIR), რომელსაც დამუშავებული სახით მივიღებთ დღეისათვის მსოფლიოში არსებული მოწინავე ფრანგული კომპანია AIRBUS-იდან მიღებული პროდუქტი საქართველოს (მათ შორის ოკუპირებული რეგიონების) ტერიტორიის დემიფრირებას (ნახ. 1).



ნახ. 1. კომპანია AIRBUS-ის სატელიტური პროდუქტების ნიმუში

ჩვენ სატესტოდ ავიღეთ აჭარა-გურიის საზღვარზე მდებარე 1500 ჰექტარი ფართობი და GIS პროგრამული უზრუნველყოფით შევქმენით მისი ლენდკავერის ციფრული რუკა (ნახ. 2), მოვახდინეთ Land Cover-ის კატეგორიზაცია-კლასიფიკაცია. მხოლოდ ვიზუალური დემიფრირებით 600 ჰექტარზე გამოიყო 20 ტიპის ფართობული ობიექტი.



ნახ. 2. აჭარა-გურიის საზღვრის მიმდებარე ტერიტორიის სავარგულების ნიმუში

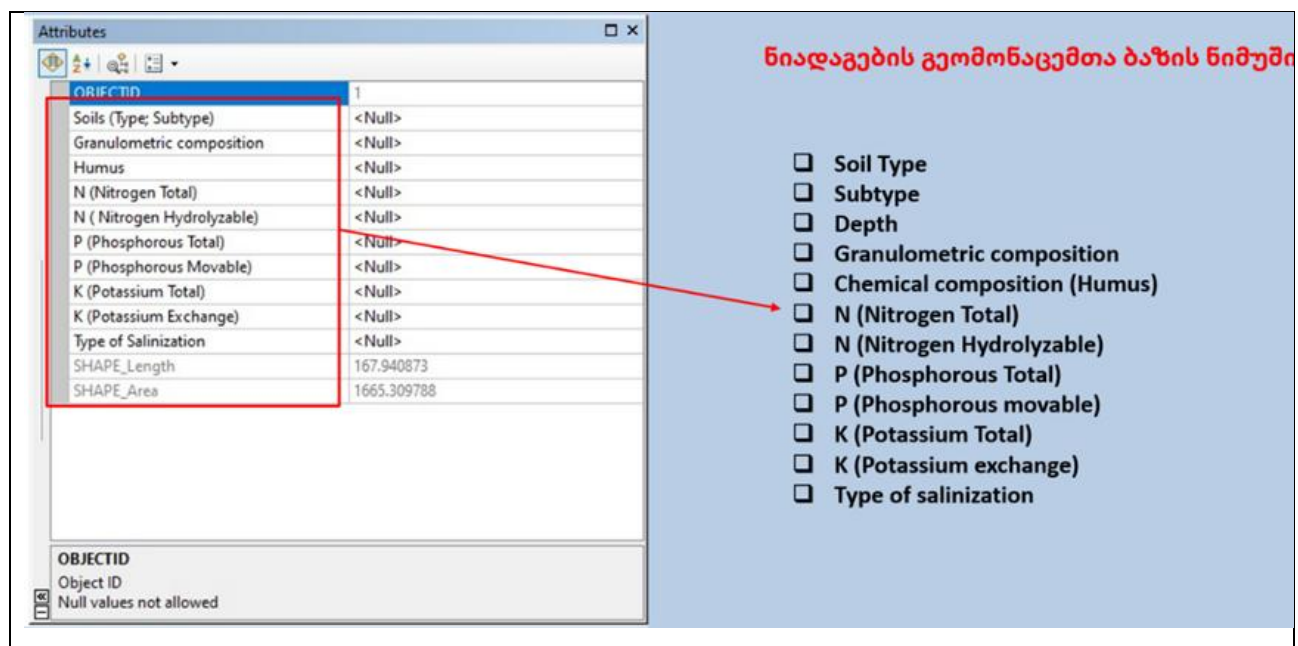
პროექტის დასრულების შემდეგ, გარდა Land Cover-ის მონაცემებისა გეომონაცემთა ბაზაში წინასწარ გათვალისწინებული და გამზადებული იქნება ნებისმიერი სხვა სახის ინფორმაციის შესატანად მომზადებული სპეციალური ატრიბუტული ცხრილები (ნახ. 3) როგორებიცაა მაგალითად ნიადაგების, აგრომეტეოროლოგიური და სხვა.

Land Cover-ის ზუსტი ფართობისა და პერიმეტრის გარდა, გეომონაცემთა ბაზაში შედის ნებისმიერი ფართობის სიმაღლე ზღვის დონიდან (ნახ. 4), რომლისთვისაც გამოყენებული იქნება ქვეყნის ტერიტორიის DEM (რელიეფის ციფრული მოდელი).

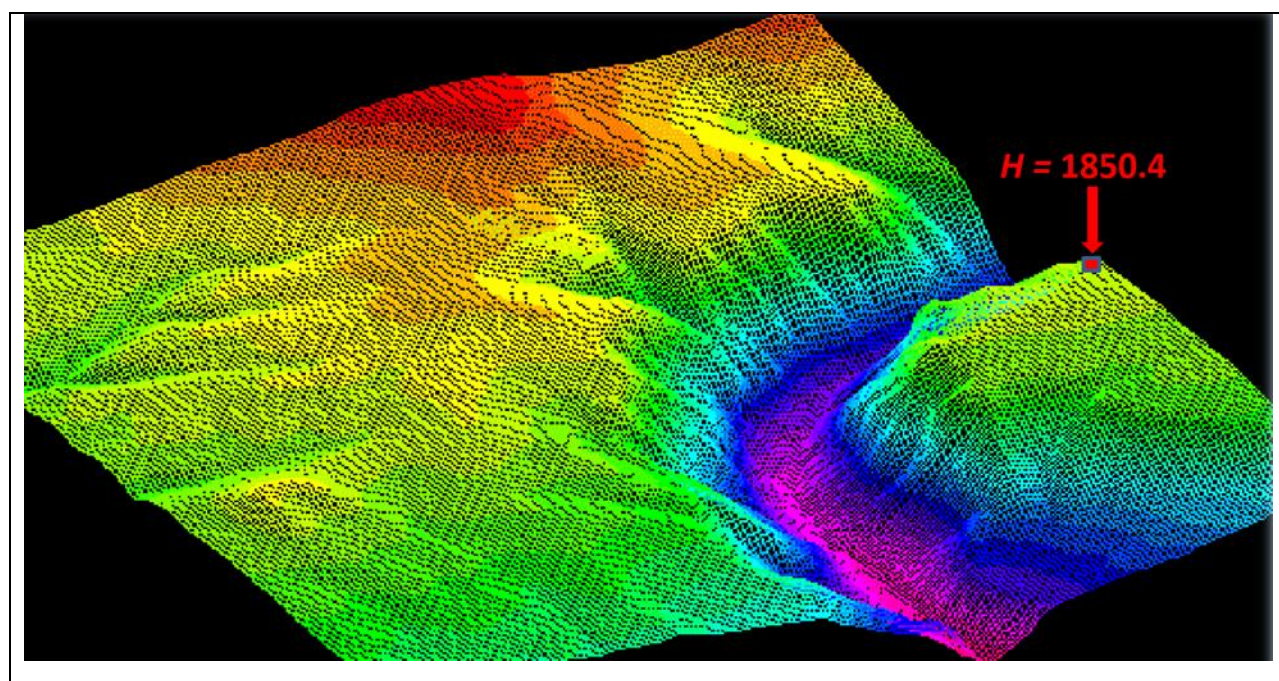
შექმნილი GIS სერვერიდან შესაძლებელი იქნება სხვადასხვა სახელმწიფო სტრუქტურებისათვის გაზიარებული იქნას ციფრული მონაცემები ან ვებ-სერვისები (სურ. 5). მაგ. [tas.ge](http://tas.ge); [maps.gov.ge](http://maps.gov.ge) და ა.შ.

პროექტის შესრულება-იმპლემენტაციის პერიოდი შეადგენს 36-40 თვეს.

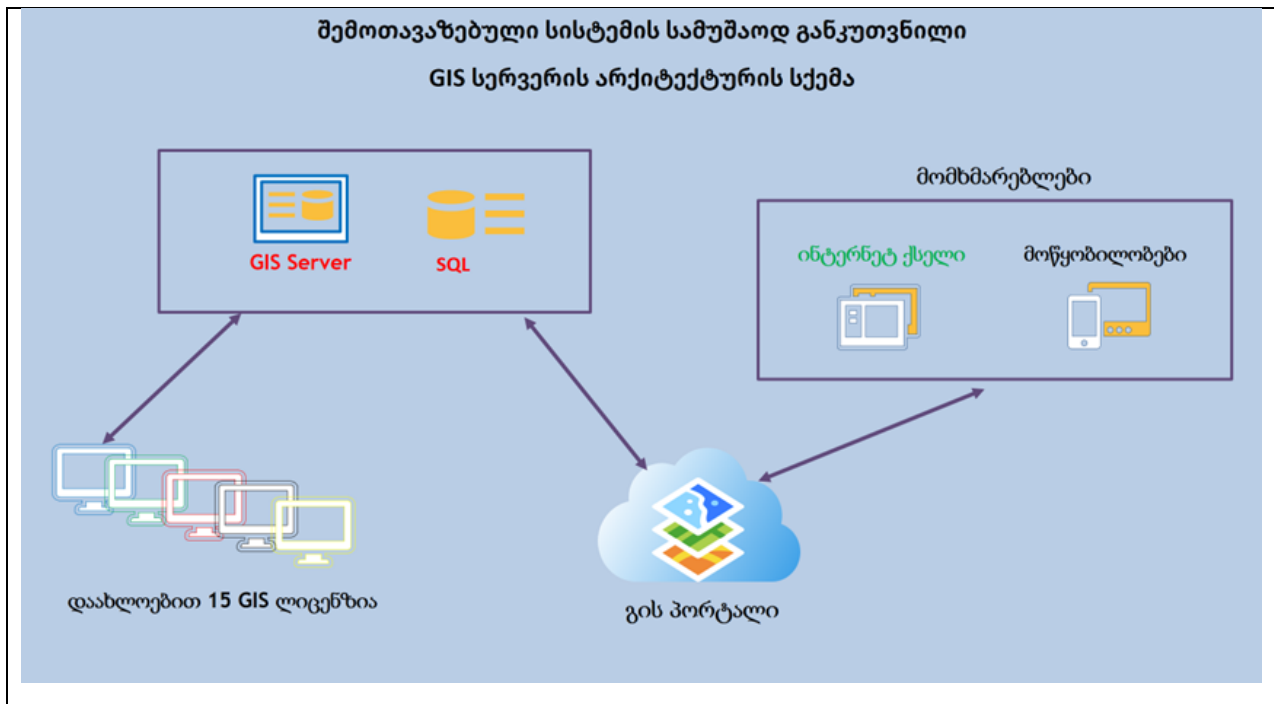




ნახ. 3. ნიადაგების ქიმიური შედგენილობის ატრიბუტული ცხრილი



ნახ. 4. ზედაპირის სიმაღლის მონაცემის ამოღება GIS ანალიზით



ნახ. 5. GIS სერვერის სქემა

### 3. სისტემის შედეგი:

- ქვეყნის მასშტაბით ერთიანი, მსხვილმასშტაბიანი Land cover-ის და Land use-ს ციფრული რუკის შექმნა;
- მიღებული პროდუქტის ბაზაზე ერთიანი გეოსაინფორმაციო სერვერის და მასთან დაკავშირებული ონლაინ ვებ-პორტალის შექმნა;
- სასოფლო-სამეურნეო მიწების მონაცემების სწრაფად შეგროვებისა და ანალიზის შესაძლებლობა არის ერთ-ერთი მიზეზი, რის გამოც გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები (GIS) ასე ღირებულია სოფლის მეურნეობაში.
- ნებისმიერი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ონლაინ მართვა და მონიტორინგი;
- არსებული სამელიორაციო სისტემების შეფასება;
- აგროტექნიკური ღონისძიებების დაგეგმარება, ანალიზი და მონიტორინგი;
- ინფრასტრუქტურული სამუშაოების დაწყებამდე ტერიტორიის შეფასება;
- ნაკვეთის რეგისტრაციამდე ტერიტორიის ანალიზისა და მისი გადამოწმების შესაძლებლობა;
- მრავალფენიანი ინტერაქტიული რუკების შექმნა, რომლებიც გამოყენებული იქნება რთული მონაცემების ვიზუალიზაციისთვის და სივრცითი ანალიზისთვის.
- შექმნილი სისტემა საშუალებას მისცემს გაუზიაროს უახლესი ციფრული ინფორმაცია შესაბამის უწყებებს, რათა გამოავლინონ და აღრიცხონ ბუნებრივი სტიქიურად საშიში უბნები და მისცეს მათი მონიტორინგის საშუალება;

- ფერმერებსა და სასოფლო სამეურნეო ფირმებს, საშუალება ექნებათ სისტემაზე დაყრდნობით განსაზღვრონ სამომავლო გეგმები, განახორციელონ შესაბამისი ინვესტიციები.

#### 4. დასკვნა

სამომავლოდ, მოსალოდნელი შედეგების გათვალისწინებით, მიგვაჩნია, რომ მსგავსი ერთიანი გეოსივრცითი სისტემა სასარგებლო იქნება და აუცილებლად უნდა დაინერგოს საქართველოში.

#### ლიტერატურა

1. <https://space-solutions.airbus.com/industries/agriculture/>
2. <https://nsdi.gov.ge/ka>
3. <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/srv/eng/catalog.search#/home>

## Geospatial Modernization Model of Agricultural Lands of Georgia

Giorgi Zedginidze

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University,  
Tbilisi, Georgia

**Abstract.** In the modern world, the rational use of agricultural lands is important for any country. Georgia should have a special unified geodatabase GIS server for agricultural lands. The following countries have a similar unified geodatabase for agriculture: the USA, Canada, England, Germany, the Netherlands, Japan and New Zealand. The mentioned work is adapted to the natural conditions of Georgia.

### 1. Introduction

GIS in Agriculture: The ability to quickly collect and analyze agricultural land data is one of the main reasons why geographic information systems (GIS) are so valuable in agriculture. GIS data is collected using field equipment on the ground, aerial photography (aircraft and drones), and satellite imagery. The information obtained can be used for a variety of purposes: from precision agriculture, monitoring the condition of agricultural plants and crop forecasting, to tracking livestock.

Key stakeholders in the agri-food sector regularly use agricultural GIS solutions to increase short-term profits and achieve long-term sustainability of the farm and economic situation.

The implementation of GIS by key agricultural stakeholders is an essential investment in sustainable and efficient management of agricultural lands.

GIS systems cover all areas, from infrastructure to agriculture and environmental protection.

European countries have a special directive called INSPIRE, which envisages the creation of a unified spatial data infrastructure.

Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 (according to the international standard ISO OSI/TC 211, the term Geographic Information System is valid.).

Based on the aforementioned directive, the implementation of the NSDI project began in Georgia, which involved the creation of a national spatial infrastructure, but its implementation failed to be fully implemented precisely due to the absence of unified spatial data like ours and their inconsistency.

### 2. Method and material

We propose to create a special unified geodatabase GIS server database for the agricultural sector of Georgia, which will be compatible with similar systems of any other state agencies.

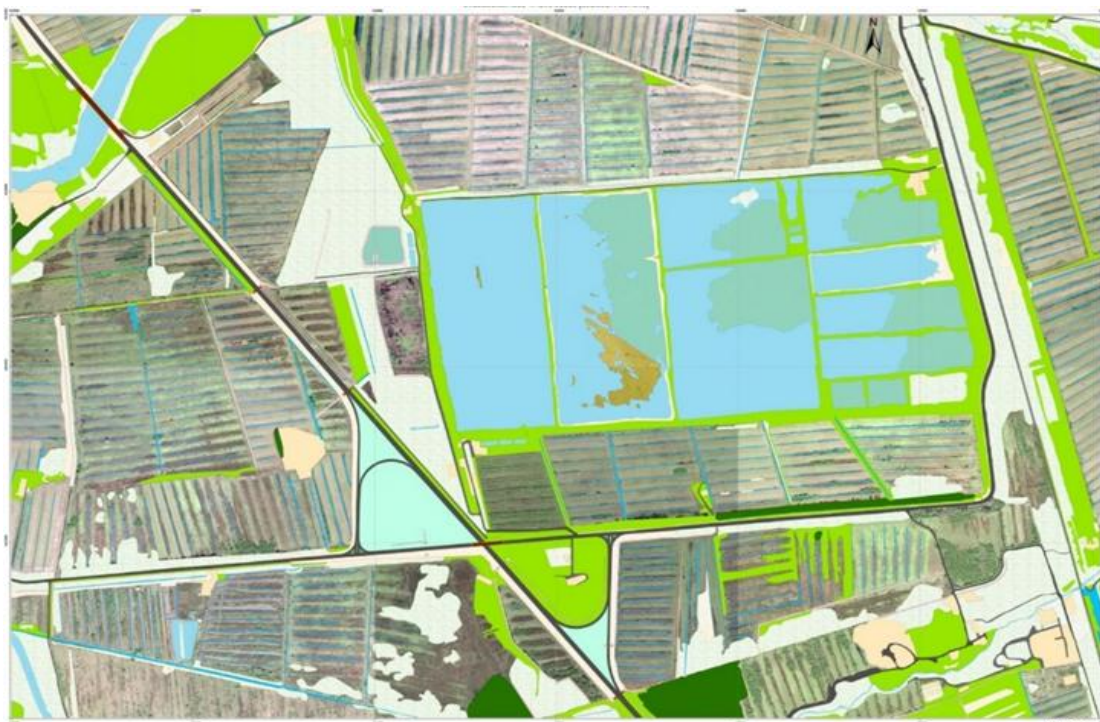
The world's most advanced 30 cm satellite imagery will be used in the process of digitizing the vector layer (there are 2 types of similar spectral imaging known in the world: Near Infrared (NIR) and Thermal Infrared (TIR)), which we will receive in a processed form, a product obtained from the world's leading French company AIRBUS, for decoding the territory of Georgia (including the occupied regions) (Fig. 1).





**Fig. 1.** Company AIRBUS-It is a sample of satellite products.

We took a 1,500-hectare area on the Adjara-Guria border as a test and created a digital map of its land cover using GIS software (Fig. 2), and categorized and classified the land cover. Only through visual decoding, 20 types of land objects were identified on 600 hectares.



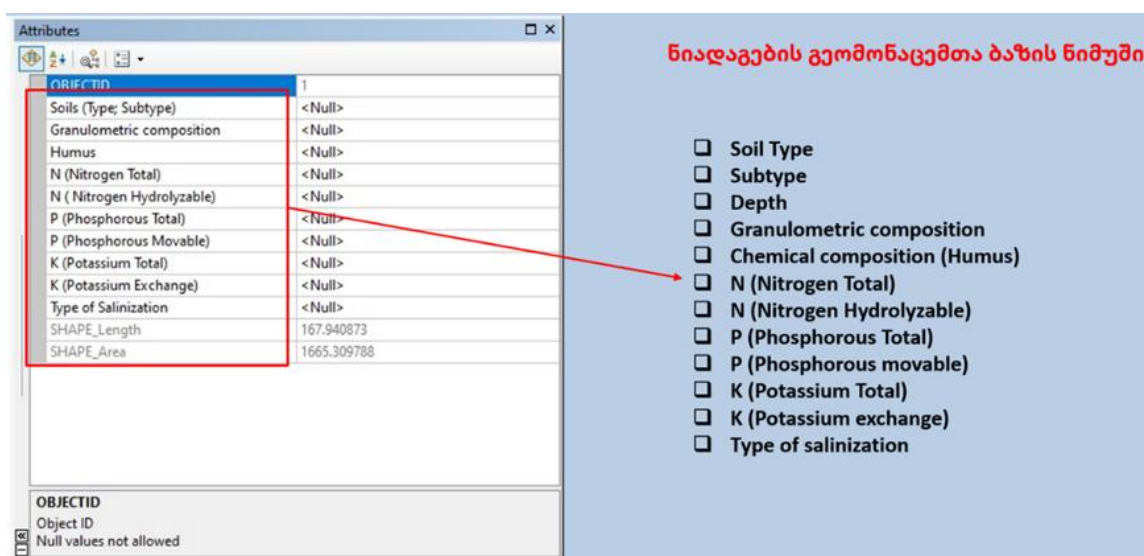
**Fig. 2.** Sample of settlements in the area adjacent to the Adjara-Guria border

After the project is completed, in addition to Land Cover data, special attribute tables (Fig. 3) prepared for entering any other type of information will be pre-planned and prepared in the geodatabase, such as soil, agro-meteorological, etc.

In addition to the exact area and perimeter of the Land Cover, the geodatabase includes the elevation of any area above sea level (Fig. 4), for which the DEM (Digital Elevation Model) of the country's territory will be used.

From the created GIS server, it will be possible to share digital data or web services with various state structures (Fig. 5). For example, tas.ge; maps.gov.ge, etc.

The project implementation period is 36-40 months.



OBJECTID	1
Soils (Type; Subtype)	<Null>
Granulometric composition	<Null>
Humus	<Null>
N (Nitrogen Total)	<Null>
N (Nitrogen Hydrolyzable)	<Null>
P (Phosphorous Total)	<Null>
P (Phosphorous Movable)	<Null>
K (Potassium Total)	<Null>
K (Potassium Exchange)	<Null>
Type of Salinization	<Null>
SHAPE_Length	167.940873
SHAPE_Area	1665.309788

ნიადაგების გეოგრაფიული ბაზის ნიმუში

- ☐ Soil Type
- ☐ Subtype
- ☐ Depth
- ☐ Granulometric composition
- ☐ Chemical composition (Humus)
- ☐ N (Nitrogen Total)
- ☐ N (Nitrogen Hydrolyzable)
- ☐ P (Phosphorous Total)
- ☐ P (Phosphorous movable)
- ☐ K (Potassium Total)
- ☐ K (Potassium exchange)
- ☐ Type of salinization

Fig. 3. Attribute table of chemical composition of soils

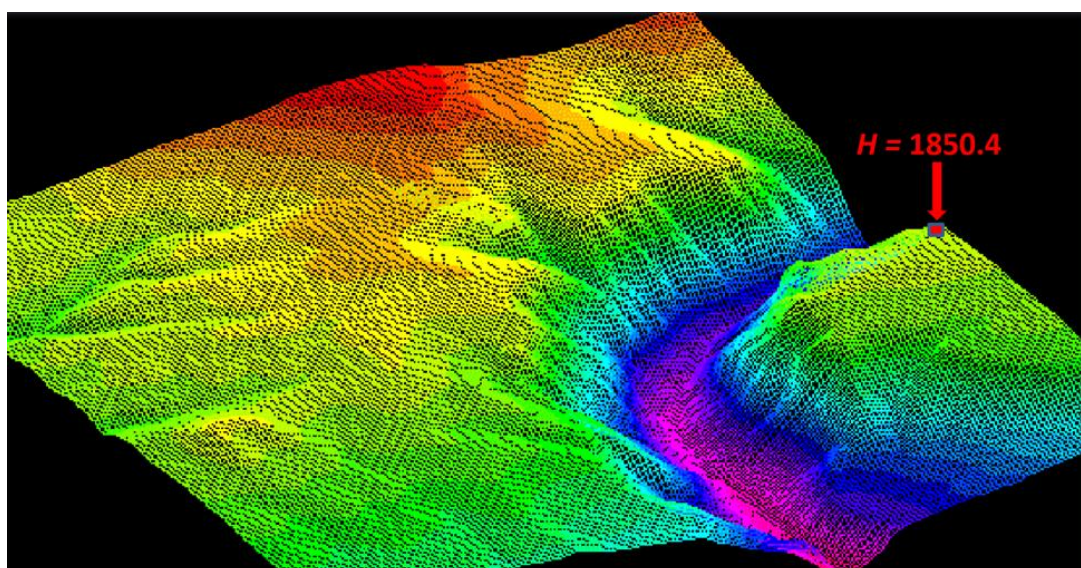


Fig. 4. Extracting surface elevation data through GIS analysis



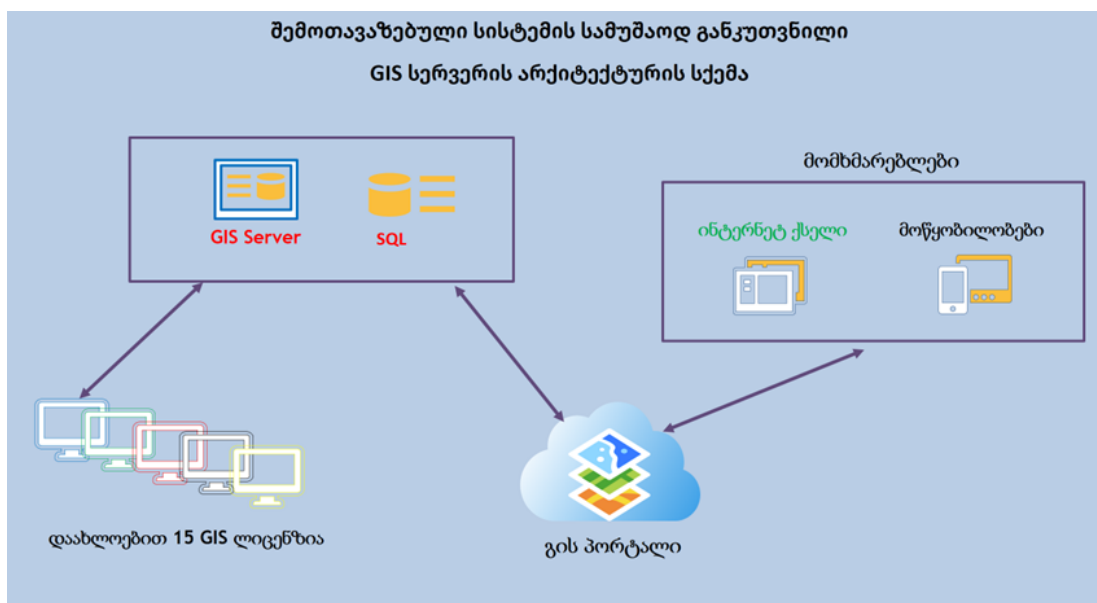


Fig. 5. GIS server diagram

### 3. System results:

- Creation of a unified, large-scale digital map of land cover and land use across the country;
- Creation of a unified geoinformation server and related online web portal based on the resulting product;
- The ability to quickly collect and analyze agricultural land data is one of the reasons why geographic information systems (GIS) are so valuable in agriculture.
- Online management and monitoring of any agricultural equipment;
- Evaluation of existing land reclamation systems;
- Planning, analysis and monitoring of agrotechnical activities;
- Assessment of the area before the start of infrastructure works;
- Ability to analyze and verify the territory before registering the plot;
- Creating multi-layered interactive maps that will be used for complex data visualization and spatial analysis.
- The created system will allow sharing the latest digital information with relevant agencies to identify and register areas at risk of natural disasters and enable their monitoring;
- Farmers and agricultural firms will have the opportunity to determine future plans and make appropriate investments based on the system.

### 4. Conclusion

In the future, considering the expected results, we believe that such a unified geospatial system will be useful and should definitely be implemented in Georgia.

### References

4. <https://space-solutions.airbus.com/industries/agriculture/>
5. <https://nsdi.gov.ge/ka>
6. <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/srv/eng/catalog.search#/home>

## მინი კივის წარმოებისთვის ოპტიმალური ნიადაგური პირობების მქონე ტერიტორიები აღმოსავლეთ საქართველოში

გიორგი ღამბაშიძე

სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, ნიადაგის ნაყოფიერების კვლევის განყოფილება, თბილისი, საქართველო

**აბსტრაქტი.** გამძლე კივი (*Actinidia arguta*), რომელსაც ასევე მინი-კივის ან კივის უწოდებენ, საუკეთესოდ ხარობს ტენიან, კარგად დრენირებულ თიხნარ ნიადაგებზე ოდნავ მჟავე pH-ით ( $\approx 5.6-6.5$ ). ის მგრძნობიარეა წყალდიდობის, მარილიანობის, ბიკარბონატით გამოწვეული Fe-ქლოროზის და თავისუფალი კარბონატის მაღალი შემცველობის მიმართ. ჩვენ ვასინთეზებთ აგრონომიულ მოთხოვნებსა და განოყიერების სქემებს სამეცნიერო ლიტერატურიდან და ვაფასებთ მათ აღმოსავლეთ საქართველოსთვის (კახეთი, შიდა/ქვემო ქართლი და მცხეთა-მთიანეთის დაბლობი) დამახასიათებელი ნიადაგის ტიპებისა და საკვები ნივთიერებების სტატუსის მიმართ. არსებული ციფრული ნიადაგის რუკებისა და საქართველოს ნიადაგის ტიპების შესახებ ნიადაგის მონაცემების საფუძველზე, ჩვენ საუკეთესო კანდიდატებად ვარჩევთ კარგად დრენირებულ, თიხნარ ალუვიურ ფლუვისოლებს ( $pH \approx 6.0-6.5$ ) და შერჩეულ ყავისფერ-ტყის ნიადაგებს; ამის საპირისპიროდ, შავი ნიადაგები (ჰაპლური ვერტისოლები), ნედლი კარბონატი (რენძიური ლეპტოზოლები), მდელოს გლედი კამბისოლები და სოდიანი/მარილიანი ასოციაციები, როგორც წესი, არ არის შესაფერისი ძირითადი რეკულტივაციის გარეშე. ეს დასკვნები პრიორიტეტს ანიჭებს ახმეტის, ყვარლის, ლაგოდეხის, თელავის, ქარელის მდინარის ტერასებსა და ზღვის დონიდან 900 მეტრამდე ტყის სარტყელში არსებულ ყავისფერი ტყის ნიადაგის ფართობებს, მაშინ როდესაც თავიდან უნდა იქნას აცილებული კარბონატული შემცველი დარიჩინის, ნედლი კარბონატული ნიადაგები და შავმიწა ნიადაგები.

**საკვანძო სიტყვები:** *Actinidia arguta*, pH, ნიადაგი, დრენაჟი, კარბონატი, მიკროელემენტების დეფიციტი, აღმოსავლეთ საქართველო.

### 1. შესავალი

მინი-კივის მიმართ კომერციული ინტერესი იზრდება მისი ყინვაგამძლეობის, ნაყოფის კომპაქტური ზომისა და ნიშური საექსპორტო ბაზრების პოტენციალის გამო. კულტურა ოპტიმალურ ზრდას აჩვენებს ოდნავ მჟავე pH-ის ( $5.6-6.5$ ) პირობებში ღრმა, კარგად დრენირებულ თიხნარ ნიადაგებში, მაგრამ სწრაფად იკლებს კირქვიან ან წყლით გაჯერებულ ნიადაგებზე [2].

აღმოსავლეთ საქართველო მოიცავს ნახევრადმშრალ და სუბჰუმიდურ კლიმატურ ზონებს, კახეთში სეტყვის მნიშვნელოვანი რისკით და ქართლის რეგიონებსა და კახეთის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში დაბალი ტენიანობის მაჩვენებლებით. ეს კლიმატური და ნიადაგ-წყლის

პირობები მრავალწლიანი ხილის წარმატებული განვითარებისთვის მოითხოვს ირიგაციისა და დრენაჟის ფრთხილად დაგეგმვას.

ეს კვლევა ხაზს უსვამს *Actinidia arguta*-ს ნიადაგისა და საკვები ნივთიერებების მოთხოვნილებებს აღმოსავლეთ საქართველოში გაბატონებული ნიადაგის ტიპებისა და რაიონული მახასიათებლების გათვალისწინებით. ასევე, იგი გვთავაზობს ადგილისთვის სპეციფიკურ მართვისა და განოყიერების სახელმძღვანელო პრინციპებს.

## 2. მასალები და მეთოდები

ნიადაგის რეაქციის, მარილიანობისა და წყალდიდობისადმი ტოლერანტობის, ასევე განოყიერების სქემების გასარკვევად ჩატარდა მინი-კივის შესახებ დამატებითი ბიულეტენებისა და რეცენზირებული კვლევების სტრუქტურირებული მიმოხილვა, რომელიც ეხებოდა ფუმფულა კივის, როგორც ფიზიოლოგიური ანალოგის, გამოყენებას. ძირითადი აგრონომიული შეზღუდვები, მათ შორის pH დიაპაზონი, კარბონატული და ბიკარბონატული მგრძნობელობა, დრენაჟის კლასი და მარილიანობის ზღვრები.

ეს აგრონომიული მოთხოვნები შემდეგ ინტეგრირებული იქნა აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგების ნიადაგის ტიპის დახასიათებასთან, მათ შორის მორფოლოგიასთან, ქიმიურ შემადგენლობასთან (pH,  $\text{CaCO}_3$ , CEC), დრენაჟისა და გლეის ინდიკატორებთან და საკვები ნივთიერებების ცხრილებთან.

აღმოსავლეთ საქართველოს ძირითადი ნიადაგური ჯგუფების შეფასება ჩატარდა მინი-კივის კულტივირებისთვის მათი შესაფერისობის შესაფასებლად.

## 3. შედეგები

### 3.1 *A. arguta*-ს აგრონომიული მოთხოვნები და სტრესისადმი მგრძნობელობა

კივის ოპტიმალური pH დაახლოებით 5.6–6.5-ია [2]. ფუმფულა კივის ზოგიერთი წყარო დაახლოებით 6.5–7.0-ს ასახელებს, თუმცა მინი-კივი საუკეთესო მაჩვენებელს ოდნავ მჟავე დიაპაზონში აჩვენებს.

მას სჭირდება ტენიანი, მაგრამ კარგად დრენირებული ნიადაგები; წყალდიდობა მნიშვნელოვნად ზღუდავს მინი-კივის ფესვების ფუნქციას [3].

კივის სახეობები მიდრეკილი არიან რკინის დეფიციტის ქლოროზისკენ კარბონატულ ნიადაგებზე, ამიტომ მათ მგრძნობელობა აქვთ კარბონატების/ბიკარბონატის შემცველობის მიმართ; თავისუფალი კარბონატები ან ბიკარბონატის მაღალი შემცველობა ამცირებს რკინის ხელმისაწვდომობას [4].

კივის ნიადაგის მარილიანობის მიმართ დაბალი ტოლერანტობა აქვს; დაზიანება იწყება დაახლოებით 1.4 გ კგ<sup>-1</sup> ნიადაგიდან (~0.14%) და მოსავლიანობა მნიშვნელოვნად მცირდება დაახლოებით 5.4 გ კგ<sup>-1</sup> ნიადაგიდან (~0.54%) [5].

### 3.2 განაყოფიერების სქემა:

- ახალგაზრდა ვაზები (1–2 წელი): გაზაფხულ-ზაფხულის განმავლობაში ყოველთვიურად დაბალი დოზით აზოტის პარკოსნები (~0.3–0.6 კგ აზოტი თითო მცენარეზე თვეში).



- ვარჯიში/ადრეული მსხმოიარობა (3–4 წელი): ~150 კგ აზოტი/წელი, განაწილებული მარტიდან ივნისამდე; მაკროელემენტებს შორის უპირატესობა უნდა მიენიჭოს კალციუმს; ფოსფორი და მაგნიუმი გამოიყენება ერთხელ ადრე, თუ ნიადაგის მდგომარეობა საშუალო-დაბალია [2].
- მწიფე ვაზები (წელი  $\geq 5$ ): ~170 კგ N/წელი, 2/3-ით ადრე გაზაფხულზე, 1/3-ით გვიან გაზაფხულზე; ხაზგასმულია დაბალი ქლორიდის წყაროებიდან მიღებული K-ის შემცველობა [2].
- მიკროელემენტები: რეკომენდებულია ბორის მონიტორინგი (ფოთოლი B-ს სამიზნე შემცველობა: ~25–35 მგ კგ<sup>-1</sup>); თუ კარბონატული წნევაა, შესაძლოა საჭირო გახდეს Fe ხელატები.

#### 4. დისკუსია

##### 4.1 ნიადაგის ჯგუფის მიხედვით ვარგისიანობის სინთეზი

###### ოპტიმალური/მაღალი პრიორიტეტი:

- კარგად დრენირებული, თიხიანი ალუვიური ფლუვისოლები (მდინარის ტერასები ახმეტა, ყვარელი, ლაგოდეხი, თელავი, ქარელი) და ყავისფერი ტყის ნიადაგები აღმოსავლეთ საქართველოს ტყის სარტყელში ზღვის დონიდან 900 მეტრამდე (გამოყენება ძირითადად შეზღუდულია ტყეებით დაფარვის გამო). ამ ნიადაგებს ხშირად ახასიათებთ pH ~6.0–6.5, მინი-კივის ოპტიმალურ დიაპაზონში. ამ ნიადაგებში თიხის შედარებით დაბალი შემცველობის მიუხედავად, ზოგიერთ ტერიტორიას შეიძლება მაინც დასჭირდეს დრენაჟი სათანადო ინფილტრაციის უზრუნველსაყოფად და ფესვთა ზონაში შესაძლო დაჭაობების თავიდან ასაცილებლად.
- მთისწინეთის სარტყლებში ყვითელი პოზოლიკის (აკრიზოლები) გამოყენება ასევე შესაძლებელია, თუ დრენაჟის დაბრკოლებები (სტაგნური ფენები) შემსუბუქდება კრამიტის დრენაჟებით ან ამალღებული ბერმებით და pH შეიძლება მისაღები იყოს.

###### ნიადაგის ტიპები, რომლებიც არ არის შესაფერისი ძირითადი რეკულტივაციის გარეშე:

- შავმიწა ნიადაგები (ვერტიზოლები): ტუტე, კირქვიანი, შეკუმშვა-შეშუპებისკენ მიდრეკილი თიხნარი, მაღალი  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Fe}$ -ქლოროზის მაღალი რისკი, ცუდი დაფესვიანება და აერაცია.
- ნედლი კარბონატული ნიადაგები (ლეპტოზოლები): ძალიან ტუტე, თავისუფალი  $\text{CaCO}_3$ , ზედაპირული, ტენიანობის სტრესი  $\rightarrow$  ქლოროზის და ფესვების შეზღუდვის მაღალი რისკი.
- მარილიანი და სოდიანი ნიადაგები: ნატრიუმის და მარილიანობის მაღალი რისკი  $\rightarrow$  ფესვებისა და წყლის სტრესი მრავალწლიანი კულტურების დროს.

##### 4.2 საკვებ ნივთიერებებზე მოთხოვნა საქართველოს ნიადაგის მარაგთან შედარებით

მონოგრაფია მიუთითებს, რომ ალუვიური და ყავისფერი ტყის ნიადაგების უმეტესობას ახასიათებს დაბალი ან საშუალო ფოსფორისა და კალციუმის ნაყოფიერება, ხოლო ვერტიზოლისა და კარბონატული ნიადაგების შემთხვევაში შესაძლოა არსებობდეს საკმარისი რაოდენობის საერთო კალციუმი, მაგრამ მიკროელემენტების მიუწვდომლობა [1].

#### სავარაუდო დეფიციტი:

- რკინა (Fe) – განსაკუთრებით კიროვან/ტუტე ნიადაგებზე (ვერტიზოლები / ლეპტოზოლები / კასტანოზმები / კალციზოლები) → ქლოროზის რისკი Fe-ს საკმარისი რაოდენობის მიუხედავად.
- ბორი (B) – შესაძლოა შემზღუდველი იყოს გრილ ან გამორეცხილ ზონებში; კრიტიკულია ყვავილობის/ნაყოფიერებისთვის.
- აზოტი - ახალგაზრდა მცენარეებს ზომიერი, ხშირი აზოტი სჭირდებათ; ხანდაზმული ხილის ბაღები კი წელიწადში დაახლოებით 170 კგ აზოტი/ჰა-ზე, ეტაპობრივი შესხურებით.
- სავარაუდო გადაჭარბებები ან შეზღუდვები:
- ვერტიზოლებში/ლეპტოზოლებში/კასტანოზმებში/კალციზოლებში კარბონატების შემცველობა - თავისუფალი  $\text{CaCO}_3$  აფერხებს Fe-ს შეწოვას და ცვლის pH ბუფერულობას.
- ცვალებადი ნატრიუმი და მომატებული მარილიანობა - სოდიანი ნიადაგები,  $\text{Na} > 5\%$  CEC იწვევს ფესვების დაზიანებას; მინი-კივი მგრძნობიარეა მარილიანობის მიმართ, თავი უნდა აარიდოს მარილიან და მარილიან-სოდიან ნიადაგებს.

#### 5. რეკომენდაციები ადგილის შერჩევისთვის

ნიადაგის არსებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე, რეკომენდებულია პრიორიტეტი მიენიჭოს მდინარის ტერასებზე გავრცელებულ თიხნარ ალუვიურ ნიადაგებს და ყავისფერ-ტყის ნიადაგებს, რომელთა pH-ი ~5.6–6.5-ია; თავიდან უნდა იქნას აცილებული კირქვიანი ნიადაგები; თუ  $\text{pH} > 6.8$ , pH-ის შესამცირებლად შემოდგომაზე, დარგვამდე, შესაძლებელია ელემენტარული გოგირდის გამოყენება.

ნიადაგის pH-ის გარდა, უმნიშვნელოვანესია ნიადაგის სათანადო დრენაჟის უზრუნველყოფა. იმ ადგილებში, სადაც ნიადაგის ზედაპირიდან 60–80 სმ-ის რადიუსში ჩნდება ჭრელი ლაქები, რეკომენდებულია მიწისქვეშა დრენაჟის (~0.8–1.0 მ სიღრმე, 15–25 მ დაშორებით) ან ამაღლებული კვლების მოწყობა.

#### 6. დასკვნები

აღმოსავლეთ საქართველოსთვის მინი-კივის წარმატების ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორია ადგილმდებარეობა: თიხნარი ნიადაგები pH-ით 5.6–6.5 დიაპაზონში, კარბონატული და ჭარბი ნატრიუმის გარეშე და კარგი დრენაჟით. მდინარის ტერასებზე და შერჩეულ ყავისფერ-ტყის ნიადაგებზე ალუვიური თიხნარი ნიადაგები საუკეთესო საწყის ბლოკებს წარმოადგენს. ვერტიზოლები, ნედლი კარბონატული ნიადაგები და სტაგნური/ნატრიუმის ნიადაგები მაღალ თანდაყოლილ რისკებს შეიცავს (მაგ., Fe ქლოროზი, წყალდიდობა, მარილიანობა). განოყიერების პროგრამა, რომელიც სრული სიმწიფის დროს უზრუნველყოფს აზოტის საკმარის მარაგს, პრიორიტეტს ანიჭებს კალციუმს, დაბალია ქლორიდის შემცველობით და მოიცავს B და Fe აქტიურ მონიტორინგს, შეესაბამება მინი-კივის ფიზიოლოგიას და აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგის პირობებს. რეკომენდებულ რაიონებში საპილოტე ბლოკების გაშვება საშუალებას იძლევა მასშტაბური განვითარებისა და რისკ-ფაქტორების კონტროლის პარალელურად.

### ლიტერატურა:

1. Urushadze, T. F., & Blum, W. E. H. (2014). *Soils of Georgia*. Nova Science Publishers.
2. Oregon State University Extension. *Growing kiwifruit: A guide to kiwiberries and fuzzy kiwifruit (PNW-507)*.
3. University of Minnesota Extension. *Hardy kiwi (kiwiberry)*.
4. Tagliavini, M., & Rombolà, A. D. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. In T. E. M. P. C. (Ed.), *Iron Nutrition of Horticultural Crops*. Kluwer Academic Publishers.
5. Zhang, X., Li, Y., Wang, Z., & Hu, Y. (2021). Effects of salinity on kiwifruit (*Actinidia* spp.) growth and physiological responses. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 11897

## Areas with Optimal Soil Conditions for Mini Kiwi Production in Eastern Georgia

Giorgi Ghambashidze

LEPL Scientific-Research Center of Agriculture, Soil Fertility Research Division,  
Tbilisi, Georgia

**Abstract.** Hardy kiwi (*Actinidia arguta*), also called mini-kiwi or kiwiberry, performs best on moist, well-drained loams with a slightly acidic pH ( $\approx 5.6$ – $6.5$ ). It is sensitive to waterlogging, salinity, bicarbonate-induced Fe-chlorosis, and high free carbonate content. We synthesise agronomic requirements and fertilisation schemes from the scientific literature and evaluate them against the soil types and nutrient status characteristic of Eastern Georgia (Kakheti, Shida/Kvemo Kartli, and Mtskheta-Mtianeti lowlands). Based on existing digital soil maps and soil data about soil types of Georgia, we identify well-drained, loamy alluvial Fluvisols (pH  $\approx 6.0$ – $6.5$ ) and selected brown-forest soils as the best candidates; by contrast, black soils (Haplic Vertisols), raw-carbonate (Rendzic Leptosols), meadow-gleyed Cambisols, and sodic/saline associates are generally unsuitable without major reclamation. These findings prioritise Akhmeta, Kvareli, Lagodekhi, Telavi, Kareli river terraces and brown-forest soil areas across forest belt up to 900 m a.s.l., while carbonate-rich cinnamomic, raw carbonate soils and black soils should be avoided.

**Keywords:** *Actinidia arguta*, pH, soil, drainage, carbonate, micronutrient deficiency, Eastern Georgia.

### 1. Introduction

Commercial interest in mini-kiwi is increasing because of its cold hardiness, compact fruit size, and potential for niche export markets. The crop demonstrates optimal growth at slightly acidic pH (5.6–6.5) in deep, well-drained loams, but exhibits rapid decline on calcareous or waterlogged soils [2].

Eastern Georgia encompasses semi-arid to sub-humid climatic zones, with significant hail risk in Kakheti and low moisture indices in regions of Kartli and the south-eastern part of Kakheti. These climatic and soil-water conditions necessitate careful irrigation and drainage planning for successful perennial fruit establishment.

This study highlights the soil and nutrient requirements of *Actinidia arguta* against the prevailing soil types and district patterns in Eastern Georgia. It further proposes site-specific management and fertilisation guidelines.

### 2. Materials and Methods

A structured review of extension bulletins and peer-reviewed studies on mini-kiwi, and where necessary, fuzzy kiwi as a physiological analogue, was conducted to address soil reaction, salinity and waterlogging tolerance, and fertilisation schemes. Key agronomic constraints, including pH range, carbonate and bicarbonate sensitivity, drainage class, and salinity thresholds.

These agronomic requirements were then integrated with soil-type characterisations of Eastern Georgian soils, including morphology, chemistry (pH,  $\text{CaCO}_3$ , CEC), drainage and gley indicators, and nutrient tables.

The assessment of the major soil groups in Eastern Georgia was conducted to evaluate their suitability for mini-kiwi cultivation.



### 3. Results

#### 3.1 Agronomic requirements and stress sensitivities of *A. arguta*

The optimal pH for kiwiberry is about 5.6–6.5 [2]. Some sources for fuzzy kiwi cite ~6.5–7.0, but mini-kiwi shows best performance in the slightly acidic range.

It requires moist but well-drained soils; waterlogging severely restricts root function in mini-kiwi [3].

Kiwifruit species are prone to Fe-deficiency chlorosis on calcareous soils, thus express sensitivity to Carbonates/bicarbonate content; free carbonates or high bicarbonate reduce Fe availability [4].

Kiwiberry has low tolerance to soil salinity; damage begins at ~1.4 g kg<sup>-1</sup> soil (~0.14%) and a significant yield decline at ~5.4 g kg<sup>-1</sup> soil (~0.54%) [5].

#### Fertilisation scheme:

- Young vines (years 1–2): monthly low-dose N pulses (≈0.3–0.6 kg N per plant per month) through spring–summer.
- Training/early bearing (years 3–4): ~150 kg N/ha·yr, split across March–June; K should have priority among macronutrients; P and Mg applied once early if soil status is medium-low [2].
- Mature vines (year ≥ 5): ~170 kg N/ha·yr, split 2/3 in early spring, 1/3 in late spring; K from low-chloride sources is emphasised [2].
- Micronutrients: Boron monitoring is recommended (leaf B target: ~25–35 mg kg<sup>-1</sup>); Fe chelates may be needed if carbonate pressure is present.

### 4. Discussion

#### 4.1 Suitability synthesis by soil group

##### Optimal/High Priority:

- Well-drained, loamy Alluvial Fluvisols (river terraces Akhmeta, Kvareli, Lagodekhi, Telavi, Kareli), and brown-forest soils across the Eastern Georgia forest belt up to 900 m above sea level (the use is mainly limited due to their coverage by forests). These soils are often characterized by pH ~6.0–6.5, within the mini-kiwi optimal range. Despite the relatively low clay content of these soils, some areas may still require drainage to ensure proper infiltration and avoid possible waterlogging in the root zone.
- Yellow-podzolic (Acrisols) in foothill belts can also be used if drainage impediments (stagnic layers) are mitigated through tile drains or raised berms, and pH may be acceptable.

##### The soil types Unsuitable without major reclamation:

- Black soils (Vertisols): Alkaline, calcareous, shrink–swell clay, high CaCO<sub>3</sub> → high risk of Fe-chlorosis, poor rooting, and aeration.
- Raw carbonate soils (Leptosols): Very alkaline, free CaCO<sub>3</sub>, shallow, moisture stress → high risk of chlorosis and root restriction.
- Saline and sodic soils: higher Na and salinity risk → root and water stress under perennial cropping.

#### 4.2 Nutrient demand vs. Georgian soil supply

The monograph indicates that many alluvial and brown-forest soils show low to medium P and K fertility, while Vertisols and calcaric soils may show adequate total K but micronutrient unavailability [1].

#### **Likely deficits:**

- Iron (Fe) – especially on calcareous/alkaline soils (Vertisols / Leptosols / Kastanozems / Calcisols) → risk of chlorosis despite sufficient total Fe.
- Boron (B) – may be limiting in cooler or leached zones; critical for flowering/fruiting.
- Nitrogen – young plants need modest, frequent N; older orchards require ~170 kg N/ha/yr, split application.
- **Likely excesses or restrictions:**
- Carbonate content – free CaCO<sub>3</sub> in Vertisols/Leptosols/Kastanozems/Calcisols impairs Fe uptake and alters pH buffering.
- Exchangeable sodium and elevated salinity – sodic soils, Na > 5% CEC triggers root damage; mini-kiwi is salinity sensitive, saline soils and saline-sodic soils should be avoided.

### **5. Recommendations for site selection**

Based on the existing soil data analysis, it is recommended to prioritise loamy alluvial soils spread over the river terraces and brown-forest soils with pH ~5.6–6.5; calcareous soils should be avoided; if pH > 6.8, elemental sulphur can be used in autumn, prior to planting, to reduce pH.

Besides soil pH, it is critical to ensure proper soil drainage. In areas where gley or mottles occur within 60–80 cm of the soil surface, a subsurface drain (~0.8–1.0 m depth, spacing 15–25 m) or raised beds is recommended.

### **6. Conclusions**

For Eastern Georgia, the single most important success factor for mini-kiwi is site: loamy soils with pH in the 5.6–6.5 range, free of carbonate and excess Na, and with good drainage. Alluvial loams on river terraces and selected brown-forest soils form the best starting blocks. Vertisols, raw carbonate soils, and stagnic/sodic soils pose high inherent risks (e.g., Fe chlorosis, waterlogging, salinity). A fertilisation programme that provides sufficient N supply at full maturity, prioritises K, is low in chloride, and includes active B and Fe monitoring aligns with mini-kiwi's physiology and Eastern Georgian soil conditions. Launching pilot blocks in the recommended districts allows scalable development while controlling risk factors.

### **References**

6. Urushadze, T. F., & Blum, W. E. H. (2014). *Soils of Georgia*. Nova Science Publishers.
7. Oregon State University Extension. *Growing kiwifruit: A guide to kiwiberries and fuzzy kiwifruit (PNW-507)*.
8. University of Minnesota Extension. *Hardy kiwi (kiwiberries)*.
9. Tagliavini, M., & Rombolà, A. D. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. In T. E. M. P. C. (Ed.), *Iron Nutrition of Horticultural Crops*. Kluwer Academic Publishers.
10. Zhang, X., Li, Y., Wang, Z., & Hu, Y. (2021). Effects of salinity on kiwifruit (*Actinidia* spp.) growth and physiological responses. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 11897.

## ქლიავის ნაყოფებში არსებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოყენების ეფექტიანობის შეფასება

გისკა ალინა

მოლდოვას სახელმწიფო უნივერსიტეტის გენეტიკის, ფიზიოლოგიისა და  
მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი, მოლდოვის რესპუბლიკა, კიშინიოვი, პადურის 20,  
ელ. ფოსტა: [alina.gisca@sti.usm.md](mailto:alina.gisca@sti.usm.md)

### თეზისები

ხეხილში ვეგეტატიური ზრდა-განვითარებისა და საყვავილე კვირტების მორფოგენეზის განმსაზღვრელი მრავალი ფაქტორიდან მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ფიტოჰორმონები - ნივთიერებები, რომლებსაც აქვთ მასტიმულირებელი ან ინჰიბიტორული ეფექტი. აღნიშნული ბუნებრივი წარმოშობის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები (BAS) ხელს უწყობენ მცენარეების პროდუქტიულობისა და სასარგებლო რეზისტენტობის გაზრდას. ამ კვლევის მიზანია BAS Reglag-ით მცენარეების შესხურების გავლენის შეფასება რამდენიმე ბიოლოგიურ მახასიათებელზე, მათ შორის ფოთლის ზედაპირის ფართობზე, ფოტოსინთეზური პიგმენტების შემცველობასა და ქლიავის მცენარეებში ფოტოსინთეზის წმინდა მაჩვენებელზე.

კვლევის ობიექტი იყო ორი უცხოური წარმოშობის საგვიანო სიმწიფის ქლიავის ჯიშის ფოთლები: აშშ-ში შერჩეული Stanley და დიდ ბრიტანეთში Prezident, ასევე ორი ადგილობრივი ჯიშის: Udlinionnaia და Super prezident. ვეგეტაციის პერიოდში ხეები დამუშავებული იყო BAS Reglag-ისა და მიკროელემენტების (B, Zn, Mn, Mo) ნარევით. დადგენილია, რომ კლიმატური პირობები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარის ზრდასა და პროდუქტიულობაზე. 2023 წლის ივნისსა და ივლისში დღის საშუალო ტემპერატურა საშუალოზე ოდნავ მაღალი იყო, ხოლო ნალექების რაოდენობა - ნორმაზე ნაკლები, რამაც გამოიწვია ფოთლების ფოთლის ფართობის და, შესაბამისად, ბიომასის დაგროვების შემცირება ვეგეტაციის პერიოდში.

დადგინდა, რომ ფოთლის ინდექსი საკონტროლოში 2.6-4.5 მ<sup>2</sup>-დან, ხოლო დამუშავებულებში 7.0-5.1 მ<sup>2</sup>-მდე მერყეობდა ჯიშების მიხედვით. ადგილობრივი ჯიშები Udlinionnaia და Superprezident უფრო მაღალი მაჩვენებლებით გამოირჩეოდა. ერთ-ერთი მთავარი მაჩვენებელი, რომელიც ახასიათებს გარე პირობების გავლენას მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე, არის ფოტოსინთეზური პიგმენტების შემცველობა ფოთლებში. დადგინდა, რომ ფოტოსინთეზური პიგმენტების დაგროვების დინამიკა ჯიშისა და ვარიანტის მიუხედავად მსგავსი იყო. ამრიგად, დამუშავებული და საკონტროლო ქლიავის ხეების ფოთლებში ქლოროფილის საშუალო შემცველობის სხვაობა იყო 7-15%, ხოლო კაროტინოიდების შემცველობაში - 1-5%. ივნისსა და ივლისში ფოთლებში პიგმენტების კონცენტრაცია მცირდება, თუმცა, Reglag-ით და მიკროელემენტებთან ერთად დამუშავებულ მცენარეებში ეს შემცირება ნაკლებად არის გამოხატული, ვიდრე საკონტროლოში, დამუშავების დამცავი ეფექტის გამო. ადგილობრივმა ჯიშებმა Udlinionnaia და Superprezident აჩვენეს უცხოურ ჯიშებთან შედარებით 30-50%-ით უკეთესი მაჩვენებლები. ადგილობრივი ჯიშები გამოირჩეოდა უფრო მაღალი წმინდა ფოტოსინთეზური პროდუქტიულობით Reglag-ის მიკროელემენტებთან კომბინაციაში

ვარიანტებში - 11%-ით Udlinionnaia-სთვის და 8%-ით Superprezident-ისთვის, მაშინ როდესაც Stanley-სა და Prezident-ის ქლიავის მცენარეებში ეს მაჩვენებელი 3-4%-ით მეტი იყო.

ამრიგად, მიღებული შედეგების ანალიზი ადასტურებს BAS Reglagl-ის მნიშვნელოვან გავლენას B, Zn, Mn და Mo მიკროელემენტებთან ერთად გამოყენების კომპლექსში ქლიავის მცენარეებში წარმოების სისტემის აქტივობის დამახასიათებელ მეტაბოლურ პროცესებზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ქლიავი, გარემო ფაქტორები, ფოთლები, გვალვა, ქლოროფილის პიგმენტები.

**დაფინანსება:** კვლევა ჩატარდა მოლდოვას რესპუბლიკის განათლებისა და კვლევის სამინისტროს მიერ დაფინანსებული ქვეპროგრამა 011101-ის „აგროეკოსისტემის მართვის გენეტიკური და ბიოტექნოლოგიური მიდგომები“-ს ფარგლებში და სადოქტორო პროექტის „ქლიავის ხეების ციტოფიზიოლოგიური ადაპტაცია გარემო ფაქტორებთან და მათი გავლენა პროდუქტიულობაზე“ ფარგლებში.

## Evaluation of the Effectiveness of the Use of Biologically Active Substances in Palm Plants

Gisca Alina

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of Moldova State University,  
Republic of Moldova, Chisinau, 20 Padurii Street  
E-mail: [alina.gisca@sti.usm.md](mailto:alina.gisca@sti.usm.md)

Theses

Among the multiple factors that determine the onset and course of vegetative growth and the morphogenesis of floral buds in the crown of fruit trees, phytohormones - substances with either stimulating or inhibitory effects - play an important role. Biologically active substances (BAS) of natural origin contribute to increasing the productivity and useful resistance of plants. The purpose of this study is to evaluate the influence of treatments with BAS Reglagl treatments on several biological characteristics, including leaf surface area, photosynthetic pigment content, and net photosynthesis in plum trees.

The study subjects were the leaves of two late-ripening plum varieties of foreign origin: Stanley, selected in the USA and Prezident in the UK, as well as two local varieties: Udlinionnaia and Superprezident. During the vegetation period, the trees were treated with a mixture of BAS Reglagl and microelements (B, Zn, Mn, Mo). It is established that climatic conditions have a considerable influence on plant growth and productivity. In June-July 2023, the average daytime temperature was slightly higher and the amount of precipitation lower than normal, which caused a decrease in the leaf area of the leaves and, respectively, of the biomass accumulation during the vegetation period.

It was founded that the leaf index varied from 2.6-4.5 m<sup>2</sup> in the control and to 7.0-5.1 m<sup>2</sup> in the treated ones in depends of varieties. The local varieties Udlinionnaia and Superprezident were highlighted by higher values. One of the main indices characterizing the influence of external conditions on the growth and development of plants is the content of photosynthetic pigments in the leaves. It was established that the dynamics of the photosynthetic pigments accumulation regardless of the variety and variant was similar. So, the differences in the average chlorophyll content in the leaves of treated and control plum trees were 7 -15%



and in the content of carotenoids 1 - 5%. During June-July, the concentration of pigments in the leaves decreases; however, in plants treated with Reglalg in combination with microelements, this diminution is less pronounced than in the control, due to the protective effect of the treatment. The autochthone varieties Udlinionnaia and Superprezident exhibited superior indices than foreign varieties by 30 - 50%. Local varieties were distinguished by a higher net photosynthetic productivity in variants with Reglalg in combination with microelements by 11 % for cv. Udlinionnaia and 8 % for cv. Superprezident, while plum plants of cv. Stanley and Prezident, this value was higher by 3 - 4%.

Therefore, the analysis of the obtained results argues the considerable influence of the BAS Reglalg in complex with microelements B, Zn, Mn, and Mo on the metabolic processes that characterize the activity of the production system in plum plants.

**Keywords:** plum trees, environmental factors, leaves, drought, chlorophyll pigments.

**Funding:** The research was conducted within the Subprogram 011101 „Genetic and biotechnological approaches to agroecosystem management under climate change”, funded by the Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova and the doctoral project „Cyto-physiological adaptation of plum trees to environmental factors and the impact on productivity”.

## მინი კივის (*Actinidia arguta* Planch.) ჯიშების ბიოლოგიური და სასოფლო-სამეურნეო თვისებები საქართველოში

ელენე მაღლაკელიძე<sup>1</sup>, ზვიად ბობოქაშვილი<sup>1</sup>, ლარისა ანდრონიკი<sup>2</sup>,  
ტატანა კალუგარუ-შპატარუ<sup>2</sup>, სვეტლანა სმერეა<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, ხილის კულტურების  
კვლევის განყოფილება, ქ.თბილისი, საქართველო

<sup>2</sup> გენეტიკის, ფიზიოლოგიისა და მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი,  
ქ. დაინაუ, მოლდოვა

### თეზისები

კლიმატის მიმდინარე ცვლილებით გამოწვეული მზარდი გამოწვევები კლიმატის მიმართ მდგრადი ახალი ხეხილოვანი კულტურების დანერგვასა და შეფასებას მოითხოვს. მინი კივი (Baby-kiwi) (*Actinidia arguta* Planch.) პერსპექტიულ სახეობად იქცა ყინვაგამძლეობის, კვებითი ღირებულებისა და ადაპტირების მაღალი უნარის გამო. კვლევის მიზანი იყო ოთხი ინტროდუცირებული ჯიშის - Weiki, Ken's Red, Issai და Jumbo - ბიოლოგიური და აგრონომიული მაჩვენებლების კომპლექსური შეფასება აღმოსავლეთ საქართველოს აგროკლიმატურ პირობებში.

საველე კვლევა განხორციელდა 2019 წლიდან 2023 წლამდე მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში, რომელიც წარმოადგენს რეპრეზენტატიულ ადგილს საქართველოს სამრეწველო მეხილეობის ზონისთვის. შესწავლილი იქნა ძირითადი ფენოლოგიური პარამეტრები, მათ შორის კვირტების გახსნის, ყვავილობის ეტაპებისა და ნაყოფის სიმწიფის პერიოდები. შეფასებული იქნა ისეთი ძირითადი პოპულაციური მახასიათებლები, როგორიცაა ნაყოფის ზომა, მასა და ორგანოლეპტიკა. ასევე განისაზღვრა მოსავლიანობის ძირითად პარამეტრები მისი წარმოების ეფექტიანობის შეფასების მიზნით. ასევე ჩატარდა ბიოქიმიური ანალიზები ხსნადი მშრალი ნივთიერებების (TSS), ტიტრული მჟავიანობის და C ვიტამინის კონცენტრაციის რაოდენობრივი განსაზღვრის მიზნით, რაც უზრუნველყოფდა ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლების შესაბამის შეფასებას.

კვლევით დადგინდა, რომ მინი კივის საკვლევი ჯიშები აღმოსავლეთ საქართველოს აგროკლიმატურ პირობებში ხასიათდებიან ადაპტურობის დამაკმაყოფილებელი ხარისხით. ჯიშები არ ზიანდებიან ზამთრის ყინვებით და გამოირჩევიან სტაბილური მოსავლიანობით მთელი საცდელი პერიოდის განმავლობაში. თუმცა, ასევე კვლევები მიუთითებს, რომ გაზაფხულის საგვიანო წაყინვები, განსაკუთრებით აპრილის მეორე ნახევრიდან მაისის ჩათვლით, მნიშვნელოვნად ამცირებს მიმდინარე წლის მინი კივის (*Actinidia arguta*) მოსავლიანობას, მიუხედავად იმისა, რომ ეს თავად მცენარეებს ხანგრძლივ ზიანს არ აყენებს.

ფენოლოგიურმა დაკვირვებებმა გამოავლინა ჯიშისთვის დამახასიათებელი ინდივიდუალური ვეგეტატიური დასაწყისის ვარიაცია, რომელიც მერყეობდა 3-დან 7 დღემდე,

ბოლო ყვავილობის პერიოდი იწყება ძირითადად აპრილის ბოლო დეკადიდან მაისის დასაწყისში და გრძელდება დაახლოებით 10-14 დღეს გრძელდება. შესწავლილ ჯიშებს შორის, „კენს რედმა“ და „ვეიკი“ მაღალი მოსავლიანობის პოტენციალი გამოავლინეს, ხოლო „ჯუმბომ“ ყველაზე დიდი ნაყოფი გამოიღო გაუმჯობესებულ ბიოქიმიურ მახასიათებლებთან ერთად, მათ შორის ხსნადი მშრალი ნივთიერების და ვიტამინი C -ს მაღალი შემცველობით. აღნიშნულ მონაცემებზე დაყრდნობით, ჯიშები - „კენს რედი“ და „ვეიკი“, განიხილება როგორც პერსპექტიული საქართველოს ზომიერ აგროკლიმატურ ზონებში მინი კივის მდგრადი წარმოებისთვის.

მიღებული შედეგები ადასტურებს მინი კივის (*აქტინიდია არგუტა*) კულტურის ინტეგრაციის შესაძლებლობას საქართველოს მეხილეობის სტრუქტურაში, როგორც კომერციულად მომგებიანი „ნიშური“ მიმართულების კულტურა აღმოსავლეთ საქართველოს ზომიერ აგროკლიმატურ პირობებში. გარდა ამისა, შედეგები ხაზს უსვამს კვლევის გაგრძელების აუცილებლობას საქართველოს სხვა ზონებში შესაძლებლობების შეფასების, წარმოების აგრონომიული პრაქტიკის დახვეწის, ხილის ხარისხისა და დაავადებებისადმი ტოლერანტობის მქონე საუკეთესო ჯიშების დადგენისა და შეფასების მიმართულებით.

**საკვანძო სიტყვები:** მინი კივი, *Actinidia arguta*, მოსავლიანობა, ფენოლოგია, ნაყოფის ხარისხი.

**მადლობა.** ეს კვლევა დაფინანსდა საქართველოს შოთა რუსთველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული პროექტის ფარგლებში.

## Biological and Agricultural Properties of Mini Kiwi (*Actinidia arguta* Planch.), Cultivars in Georgia

Elene Maghlakelidze<sup>1</sup>, Zviad Bobokashvili<sup>1</sup>, Larisa Andronic<sup>2</sup>,  
Tatiana Calugaru-Spataru<sup>2</sup>, Svetlana Smerea<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> LEPL Scientific-Research Center of Agriculture, Fruit Crop Research Division, Tbilisi, Georgia

<sup>2</sup> Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Chişinău, Moldova

### Theses

The increasing challenges posed by climate change necessitate the introduction and evaluation of climate-resilient fruit crops. Mini kiwi (Baby-kiwi) (*Actinidia arguta* Planch.) has emerged as a promising species due to its frost resistance, nutritional value, and adaptability. This study aimed to comprehensively assess the biological and agronomic performance of four foreign mini kiwi cultivars—Weiki, Ken’s Red, Issai and Jumbo,—under Georgian agro-climatic conditions.

Field trials were conducted from 2019 to 2023 in the Mtskheta -Mtianeti region, as a representative place of principal fruit-growing area in Georgia. Phenological parameters—including bud break, flowering stages, and fruit maturation periods—were systematically recorded. Pomological traits such as fruit size, weight, and organoleptic characteristics were evaluated alongside key yield components. Additionally, biochemical analyses were conducted to quantify total soluble solids (TSS), titratable acidity, and vitamin C concentration, providing a comprehensive evaluation of fruit quality parameters.

The study demonstrated successful acclimatization of all evaluated mini kiwi cultivars under Georgian agro-climatic conditions, with notable winter frost tolerance and consistent yield performance throughout the trial period. *However, research indicates that late spring frosts—particularly during the second half of April through May—can significantly reduce the current year's mini kiwi (Actinidia arguta) yield, despite not causing lasting damage to the plants themselves.*

Based on Phenological observation revealed cultivar-specific variation in vegetative onset, ranging from 3 to 7 days, while the flowering period basically occurs between of the last decade of April and early May and lasted approximately 10 to 14 days. Among the tested cultivars, 'Kens Red' and 'Weiki' exhibited superior yield potential, whereas 'Jumbo' produced the largest fruits alongside enhanced biochemical attributes, including elevated sugar concentration and vitamin C content. Based on this findings two Cultivars - 'Kens Red' and 'Weiki' as the most commercially viable options for sustainable mini kiwi production in Georgia's temperate zones.

*The findings support the integration of mini kiwi (Actinidia arguta) into sustainable fruit production systems and highlight its potential as a commercially viable niche crop under temperate agro-climatic conditions. Moreover, the results underscore the necessity for continued research to refine cultivation practices, identify superior cultivars with enhanced fruit quality and disease tolerance, and evaluate long-term orchard performance to ensure productivity and sustainability.*

**Keywords:** Mini Kiwi, *Actinidia arguta*, yield, phenology, fruit quality.

**Acknowledgment.** This research was supported by the project funded by the Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia.



## მინი-კივის ვეგეტატიური გამრავლების თავისებურებების შესწავლა (*Actinidia arguta*, Baby Kiwi, hardy kiwi) ქართლის პირობებში (საქართველო)

ზვიად ბობოქაშვილი, ელენე მაღლაკელიძე, ვანო კაკაშვილი

სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, მეხილეობის კვლევის  
სამსახური

თბილისი, საქართველო; bobokashvili@hotmail.com ,emaghlakelidze@yahoo.com

**აბსტრაქტი.** მინი კივი (*Actinidia arguta*) პერსპექტიული, მაღალი ღირებულების მქონე ხეხილოვანი კულტურაა, რომელზეც მოთხოვნაც მსოფლიოში მზარდია. თუმცა, მისი კომერციული გავრცელება კვლავ საკმაოდ შეზღუდულია, მისი ვეგეტატიური გამრავლების სირთულისა და სარგავი მასალის შეზღუდული მიწოდების გამო. კვლევის მიზანია მინი კივის (*Actinidia arguta*) ეფექტიანი გამრავლების პროტოკოლის შემუშავება გამერქნებული კალმების გამოყენებით საქართველოს კლიმატურ პირობებში.

წარმოდგენილი კვლევა ითვალისწინებს მინი კივის გამერქნებული კალმებით გამრავლების ეფექტიანობის შესწავლას. ექსპერიმენტის შედეგად შეფასდა ზრდის რეგულატორების (ჰორმონის) სხვადასხვა კონცენტრაციით დამუშავების, სუბსტრატის შემადგენლობისა და გარემო პირობების გავლენა დაფესვიანებაზე, გახარების მაჩვენებელსა და ყლორტების განვითარების ინტენსივობაზე.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ინდოლ-3-ბუტირის მჟავას (IBA) გამოყენება მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს დაფესვიანების პროცენტულ მაჩვენებელს და ფესვის სიგრძეს; გახარების ყველაზე მაღალი შედეგი აღინიშნა კალმების საშუალო კონცენტრაციის (2000 ppm) ხსნარში დამუშავებისას და პერლიტ-ტორფის სუბსტრატში გამოყვანის დროს. სტატისტიკური ანალიზი (ANOVA) ადასტურებს საკვლევ დამუშავებებს შორის მნიშვნელოვან განსხვავებებს, რაც ხაზს უსვამს მინი კივის სარგავი მასალის წარმოებისთვის შერჩეული ოპტიმალური გამრავლების სქემის ეფექტიანობას.

**საკვანძო სიტყვები:** მცენარე, გამრავლება, კულტივაცია,

### 1. შესავალი

მინი კივი (*Actinidia arguta* Planch.) მსოფლიო კომერციული მეხილეობისთვის შედარებით ახალი ხეხილოვანი კულტურაა, რომელსაც მნიშვნელოვანი კომერციული პოტენციალი მიეწიება მისი მიმზიდველი შეუზღუდავი ნაყოფების, გამორჩეული საგემოვნო თვისებების, არომატის და მაღალი კვებითი ღირებულების გამო. სამწუხაროდ, ამ კულტურის გამრავლების მეთოდოლოგიასთან დაკავშირებით არსებული მონაცემები საკმაოდ მწირი და ფრაგმენტულია. თუმცა, ისიც ცნობილია, რომ გამრავლების სხვადასხვა ტექნოლოგიებს შორის, გამერქნებული

კალმებით გამრავლება მაღალი ხარისხის, გენეტიკურად ერთგვაროვანი მცენარეების წარმოებისთვის ერთ-ერთ ეფექტიანი მეთოდია.

ზოგადად, რომელიმე ხეხილოვანი კულტურის წარმოებაში დანერგვა პირდაპირ არის დაკავშირებული სარგავი მასალის მიწოდების ჯაჭვის განვითარებასთან და ნერგების ხარისხის გაუმჯობესებასთან. თანამედროვე მებაღეობა სულ უფრო მეტად ეყრდნობა ინტენსიური წარმოების სისტემებს, სადაც მაღალი ხარისხის ნერგი უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს მცენარის პროდუქტიულობაში, ნაყოფის ხარისხის შენარჩუნებასა და იუვენილური პერიოდის შემცირებაში (Webster, 2004). ასევე, გამრავლების მეთოდის არჩევანი პირდაპირ გავლენას ახდენს დაავადებებისადმი მდგრადობასა და გრძელვადიან ეკონომიკურ სიცოცხლისუნარიანობაზე (Fischer et al., 2019).

მიუხედავად განვითარების პოტენციალისა, მინი კივის წარმოება ჩვენს ქვეყანაში საწყის ეტაპზეა, როდესაც გამრავლების ტექნოლოგიების ოპტიმიზაციას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. სხვა მრავალი მრავალწლოვანი ხეხილოვანი კულტურის მსგავსად, მინი კივის გამრავლება შესაძლებელია მცნობით, ქსოვილის კულტურით ან ვეგეტატიური კალმებით. თუმცა, გამერქნებული კალმებით გამრავლებას გარკვეული უპირატესობები ენიჭება, გამომდინარე შემდეგი ფაქტორებიდან, როგორიცაა ეკონომიურობა, მასშტაბირება და სასურველი კლონური ნიშან-თვისებების შენარჩუნება (Hartmann et al., 2011). ეს მეთოდი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი სამეურნეო მახასიათებლების უცვლელად შესანარჩუნებლად, როგორიცაა ნაყოფის ზომა, მოსავლიანობის რეგულარულობა და გარემოსთან ადაპტაცია (Pereira et al., 2017).

საგულისხმოა, რომ ზოგ შემთხვევაში მიმართავენ მინი კივის (*Actinidia arguta*) მცნობას შესაბამის საძირებზე. ამ მიზნით იყენებენ - მინი-კივის ნათესარებს (*Actinidia arguta* seedlings), ჰიბრიდულ საძირეებს (*A. arguta* × *A. kolomikta*) და ასევე კლონურ საძირეებს. საინტერესო ახალი საძირეებია 'US-ARG-1' (აშშ) - საშუალო ზრდის სიძლიერის და მდგრადი ფესვის ფიტოფტორას მიმართ. საძირე "Geneva 3" - ტოლერანტულია ნიადაგში არსებული პათოგენების მიმართ. ეს საძირე გამოყვანილი იქნა აშშ-ში (მერისვილი, კალიფორნია) *Actinidia arguta*-ს ნათესარებიდან გამორჩევის გზით XX საუკუნეში. აღნიშნული საძირე შესანიშნავ აფინიტეტს ავლენს ისეთ სამრეწველო ჯიშებთან, როგორიცაა „Issai“, „Ken's Red“ და „Ananasnaya“, რაც ამცირებს მცენარის ზრდის სიძლიერეს 10-15%-ით ნათესარებთან შედარებით, მინიმუმამდე ამცირებს ამონაყრების განვითარებას და უკანასკნელ პერიოდში ვრცელდება იტალიაში, აშშ-სა და საფრანგეთში.

გამომდინარე იქიდან, რომ მინი კივი ახალი კულტურაა საქართველოსთვის, თავისთავად მისი სარგავი მასალის წარმოება ადგილობრივ სანერგეებში არ ხდება. ამიტომ აღნიშნული მიმართულებებით დადასტურებული პროტოკოლის შემუშავება მეტად მნიშვნელოვანია. კვლევებმა აჩვენა, რომ გამერქნებული კალმებით გამრავლების ეფექტიანობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის გარემო პირობებზე, დაფესვიანების საშუალებებზე, ზრდის რეგულატორების დამუშავების კონცენტრაციაზე და დაფესვიანების შემდგომ ეტაპზე - ეს ყველაფერი საჭიროებს შესაბამის კვლევას საქართველოს აგროკლიმატური პირობების გათვალისწინებით (Wani et al., 2021). ცნობილია, რომ აუქსინების, განსაკუთრებით ინდოლ-3-ბუტირის მქაფას (IBA) გამოყენება მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ხეხილოვანი კულტურების დაფესვიანებას (Fischer et al., 2019). თუმცა საქართველოში არ ჩატარებულა მინი კივის მიმართულებით შესაბამისი კვლევები ოპტიმალური კონცენტრაციების დასადგენად.

თავისთავად, ეკონომიკური მოსაზრებების გარდა, გამერქნებული კალმებით გამრავლება შეესაბამება მდგრადი სოფლის მეურნეობის მიზნებს, რადგან ამცირებს ძვირადღირებული ქსოვილის კულტურის გამრავლების მეთოდებზე დამოკიდებულებას და მინიმუმამდე ამცირებს თესლის გამრავლებასთან დაკავშირებულ გენეტიკურ ცვალებადობას (Burdett, 1991).

კვლევის მიზანია მინი კივის გამრავლების ოპტიმალური პროტოკოლის დადგენა გამერქნებული კალმების გამოყენებით, რომლის შედეგები უზრუნველყოფს სანერგებისთვის საჭირო მეთოდოლოგიის მიწოდებას. აღნიშნული ხელს შეუწყობს სარგავი მასალის წარმოებას ადგილზე და საბოლოო ჯამში, საქართველოში მინი კივის წარმოების სექტორის დაფუძნებას და ჩამოყალიბებას.

## 2. მასალები და მეთოდები

კვლევა ჩატარდა სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევით ცენტრის (SRCA) მცხეთა-მთიანეთის რეგიონის (ცენტრალური ქართლი) სოფელ ჯიდაურას (საგურამო-მცხეთის მუნიციპალიტეტი) ექსპერიმენტულ ბაზაზე 2021-2023 წლებში.

გამერქნებული კალმები აღებული იქნა ვეგეტაციის დაწყებამდე, 10-15 თებერვლის პერიოდში. კალმების აღების ოპტიმალური პერიოდი იწყება 20 დეკემბრიდან და უმჯობესია არ გადასცდეს 25 თებერვალს (აღმოსავლეთ საქართველო, საგურამოს პირობები). კალმები აღებულია მცენარეების კარგად განვითარებული, ერთწლიანი, სათანადოდ მომწიფებული ტოტებიდან. დაფესვიანებისთვის ჯიში „ვეიკის“ კალმები დაიჭრა 18-22 სმ სიგრძეზე, უპირატესობა მიენიჭა 8-12 მმ დიამეტრის კალმებს. მოჭრილი კალმები შეიკრა 20 ცალიან კონებად. აღების შემდეგ კალმების კონები 1 საათის განმავლობაში ქვედა ნაწილებით მოთავსდა პლასტმასის 5 ლიტრიან ვედროში, სადაც ჩასხმული იყო 2 ლიტრი წყალი.

წყლის კონტეინერიდან ამოღების შემდეგ, კალმები მოთავსდა პოლიეთილენის პარკებში და დროებით შენახულ იქნა მაცივარ კამერაში (შენახვის ტემპერატურა: 0–2°C). აღსანიშნავია, რომ კალმების მაცივარში დიდი ხნით შენახვა მნიშვნელოვნად ამცირებს დაფესვიანების კოეფიციენტს. ამიტომ, სასურველია, მაცივარში შენახვის ვადა არ აღემატებოდეს 2-3 კვირას.

დაფესვიანების დაწყებისას. კალმების ქვედა ძირები დამუშავდა ინდოლ-3-ერბო მჟავის (IBA) სხვადასხვა კონცენტრაციით შემდეგნაირად:

1. კონტროლი (დამუშავების გარეშე)
2. 1000 ppm IBA (მოკლე ექსპოზიცია, 5 წმ)
3. 2000 ppm IBA (მოკლე ექსპოზიცია, 5 წმ)
4. 3000 ppm IBA (მოკლე ექსპოზიცია, 5 წმ)
5. 0.5%-იანი IBA ფხვნილი (კორნეინი) (ბაზალური ნაწილის ფხვნილში დამუშავებით, 10 წმ)

დამუშავების შემდეგ, კალმები სუბსტრატით სავსე კონტეინერებში გადაირგო, დარგვამდე 5-10 წუთის განმავლობაში კალმები მსუბუქად უნდა შემრა.

დაფესვიანებისთვის საუკეთესო სუბსტრატის გამოსავლენად კალმები ჩაირგო ოთხ სხვადასხვა სუბსტრატში: პერლიტი + ტორფი (1:1); ქოქოსის ბეწვი + ქვიშა (1:1); ვერმიკულიტი + ტორფი (1:1); კომერციული სუბსტრატი (კონტროლი). კალმები ქოთნებში ჩაირგო 10 სმ სიღრმეზე. ექსპერიმენტი 24 კვირის განმავლობაში მიმდინარეობდა და მონაცემები იწერებოდა ორკვირიანი ინტერვალებით. გაზომილი პარამეტრები მოიცავდა:

- დაფესვიანების პროცენტი (წარმატებით დაფესვიანებული კალმების პროცენტული მაჩვენებელი, % )
- კარგად განვითარებული ფესვების რაოდენობა თითო კალამზე, (ცალი)
- ფესვის სიგრძე (სმ, ყველაზე გრძელი ფესვი თითო კალამზე)
- გახარების მაჩვენებელი (ჯანსაღ მცენარეებად ჩამოყალიბებული კალმების პროცენტული მაჩვენებელი, % )
- ლატერალური ყლორტების განვითარების სიხშირე (ახალი ყლორტების რაოდენობა თითო კალამზე, ცალი)

დამუშავების შორის სტატისტიკური მნიშვნელობის დასადგენად ჩატარდა დისპერსიული ანალიზი (ANOVA) ( $p < 0.05$ ).

ცნობილია, რომ აქტივატორით დამუშავებული კალმების გადარგვის გადავადება გაზაფხულზე მნიშვნელოვნად ამცირებს დაფესვიანების კოეფიციენტს. დამუშავებული კალმების ღია გრუნტში გადარგვა უკვე შესაძლებელია ზამთრის ყინვების პერიოდის შემდეგ, არაუგვიანეს 5 - 10 მარტისა (აღმოსავლეთ საქართველო, საგურამოს პირობები).



სურათი 1. საკოლექციო ბაღი



სურათი 2. დასაფესვიანებელი კალმები

### 3. შედეგები და დისკუსია

ექსპერიმენტის მონაცემების ანალიზის შედეგად გაირკვა, რომ ზრდის რეგულატორის - IBA-ს გამოყენებამ მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა დაფესვიანების ხარისხი (ცხრილი 1). დადგინდა, რომ 2000 ppm IBA-ს დამუშავებამ დაფესვიანების ყველაზე მაღალი პროცენტი (82%) აჩვენა და შემდეგ 3000 ppm დამუშავებამ (75%). კონტროლმა (დამუშავების გარეშე) დაფესვიანების ყველაზე დაბალი პროცენტი (38%) აჩვენა, რაც ეფექტიანი გამრავლებისთვის აუქსინის გამოყენების მნიშვნელობაზე მიუთითებს. ყლორტების რაოდენობის განვითარებაზე დაკვირვებამ მსგავსი ტენდენცია აჩვენა, რეგულატორში დამუშავებულმა კალმებმა მეტი ახალი ყლორტის წარმოქმნა განაპირობა.

ცხრილი 1. სხვადასხვა ზრდის რეგულატორის გამოყენების დროს დაფესვიანების პროცენტული მაჩვენებელი

დამუშავება	დაფესვიანების პროცენტი (%)			
	დაფესვიანება, % (ცდა 1)	დაფესვიანება, % (ცდა 2)	დაფესვიანება, % (ცდა 3)	საშუალო ± SE



კონტროლი (0 ppm)	36	40	38	$38 \pm 1.2$
1000 ppm IBA	62	68	65	$65 \pm 1.8$
2000 ppm IBA	80	85	82	$82 \pm 1.5$
3000 ppm IBA	74	77	75	$75 \pm 1.0$
0.5% IBA ფხვნილი	67	72	68	$69 \pm 3.9$

აღსანიშნავია, რომ დაკალმებისთვის გამიზნულმა სუბსტრატმა მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა ფესვის სიგრძესა და რაოდენობაზე (ცხრილი 2). პერლიტისა და ტორფის ნარევი უზრუნველყოფდა ოპტიმალურ აერაციას და ტენიანობის შენარჩუნებას, რაც განაპირობებდა ფესვის დიდ სიგრძეს და განვითარებული ფესვების ყველაზე მაღალ რაოდენობას თითო კალამზე.

**ცხრილი 2.** ფესვების განვითარება სხვადასხვა სუბსტრატზე

სუბსტრატი	ყველაზე გრძელი ფესვის სიგრძე (სმ)	ფესვების რაოდენობა თითო კალამზე
პერლიტი + ტორფი	$6.2 \pm 0.5$	$8.3 \pm 0.9$
ქოქოსი + ქვიშა	$5.5 \pm 0.6$	$7.5 \pm 0.7$
ვერმიკულიტი + ტორფი	$5.1 \pm 0.5$	$6.9 \pm 0.8$
კომერციული ნაზავი	$4.2 \pm 0.4$	$6.1 \pm 0.6$

დადგინდა, რომ ყველაზე გრძელი საშუალო ფესვის სიგრძე ( $6.2 \pm 0.09$  სმ) და ყველაზე მაღალი ფესვის განვითარების სიხშირე ( $8.3 \pm 0.09$  ფესვი/კალამი) განვითარდა პერლიტი + ტორფი სუბსტრატის პირობებში. აღნიშნული გარკვეულწილად თანხვედრაშია ამ მიმართულებით არსებულ სხვა კვლევებთან (Schindler & Rowe, 2001).

**ცხრილი 3.** გახარების მაჩვენებელი და ყლორტების განვითარების რაოდენობა

დამუშავება	გახარების მაჩვენებელი (%)	ყლორტების განვითარება (ყლორტების რაოდენობა თითო კალამზე)
კონტროლი (0 ppm)	$45.7 \pm 3.3$	$1.2 \pm 0.3$
1000 ppm IBA	$52.6 \pm 4.2$	$2.5 \pm 0.5$
2000 ppm IBA	$72.7 \pm 2.8$	$3.8 \pm 0.6$
3000 ppm IBA	$64.8 \pm 2.9$	$3.2 \pm 0.5$
0.5% IBA ფხვნილი	$63.4 \pm 3.7$	$2.9 \pm 0.4$

მონაცემების დისპერსიულმა ანალიზმა (ANOVA) დაადასტურა გამოყენებული ექსპერიმენტის სანდოობა ( $F = 85.12$ ,  $p < 0.001$  ფესვების რაოდენობისთვის;  $F = 129.93$ ,  $p < 0.001$  ფესვის სიგრძისთვის).

სტატისტიკური დამუშავების და უმცირესი არსებითი სხვაობის (LSD) შეფასების შედეგად დადგინდა, რომ : წარმოდგენილ კვლევაში, გასამრავლებელი ნაზავი (პერლიტი + ტორფი) ყველა სხვა სუბსტრატს აღემატება ( $p < 0.01$ ), რაც ადასტურებს ვანგის და სხვების (Wang *et al.*, 2013) მოსაზრებას, რომლებსაც ტორფზე დაფუძნებული სუბსტრატი აქტინიდიის გამრავლებისთვის ოპტიმალურ საშუალებად მიიჩნიათ. ნიშანდობლივია, რომ 2000 ppm IBA არსებითად განსხვავდებოდა კონტროლთან ( $p < 0.001$ ), რაც ასევე შეესაბამება მანუელის და რუგინის (1998) მოსაზრებასთან, რომ ზრდის რეგულატორების გამოყენებისას ოპტიმალურია აუქსინის საშუალო დოზები .

#### 4. დასკვნა

განხორციელებული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ზრდის რეგულატორის IBA-ს (ინდოლილ ერბო მჟავა) გამოყენება მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს მინი კივის გამერქნებული კალმებით გამრავლების გამოსავლიანობას. შესწავლილ ვარიანტებს შორის, კალმების 2000 ppm IBA-თი დამუშავებამ და მცენარეების დაფესვიანებამ პერლიტი + ტორფის სუბსტრატში გამოავლინა ყველაზე მაღალი დაფესვიანების პროცენტი, ფესვის განვითარების სიძლიერე და გახარების მაჩვენებელი. აღნიშნული მეთოდოლოგიის გამოყენების საფუძველზე შესაძლებელია მინი კივის სარგავი მასალის ეფექტიანი და მასშტაბური გამოყვანა. მნიშვნელოვანია, გაგრძელდეს აღნიშნული მიმართულებით სამომავლო კვლევები, სადაც შესწავლილი იქნება ისეთი დამატებითი გარემო ფაქტორები, როგორიცაა გამრავლების სეზონური პერიოდები და ჯიშობრივ გენოტიპზე დამოკიდებული თავისებურებები.

#### ლიტერატურა:

- Beyl, C. A., *et al.* (1995). Rooting response of *Actinidia arguta* to IBA treatments. *HortScience*, 30(2), 313–315.
- Burdett, A. N. (1991). Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research*, 21(4), 416–422.
- Fischer, D. L., Bell, R. L., & Zhang, Q. (2019). Advances in rootstock breeding for fruit crops. *Horticultural Reviews*, 46, 145–190.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Plant Propagation: Principles and Practices* (8th ed.). Prentice Hall.
- Pereira, A. R., Rodrigues, A. C., & Martins, J. M. (2017). Vegetative propagation of fruit trees: Rooting potential and environmental factors. *Acta Horticulturae*, 1150, 315–322.
- Rugini, E. (1998). Propagation of kiwi by hardwood cuttings. *Acta Horticulturae*, 473, 363–368.
- Schindler, F. H., & Rowe, D. E. (2001). Substrate aeration effects on root development. *HortTechnology*, 11(3), 409–412.
- Wang, H., *et al.* (2013). Optimizing mini kiwi propagation media. *Journal of Plant Growth Regulation*, 32(1), 55–63.
- Wani, S. H., Sah, S. K., & Kumar, P. (2021). Propagation techniques for fruit crops: A review on recent trends and advancements. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 96(2), 125–136.
- Webster, A. D. (2004). Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigor, precocity, and yield productivity. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32(3), 337–345.

## Study of Vegetative Propagation Peculiarities of Mini-Kiwi (*Actinidia arguta*, Baby Kiwi, hardy kiwi) under Kartli Conditions (Georgia)

Zviad Bobokashvili, Elene Maghlakelidze, Vano Kakashvili

LEPL Scientific-Research Center of Agriculture, Fruit Crop Research Division,  
Tbilisi, Georgia; bobokashvili@hotmail.com, emaghlakelidze@yahoo.com

**Abstract.** Mini kiwi (*Actinidia arguta*) is a promising high-value fruit crop with increasing global demand. However, its commercial propagation remains challenging due to the difficulty of vegetative multiplication. This study aims to develop an efficient, scientifically validated propagation protocol for mini kiwi using hardwood cuttings under Georgian climatic conditions. The research focuses on optimizing rooting hormone concentrations, substrate selection, and environmental conditions to maximize rooting success and plant establishment. The present study investigates the propagation efficiency of mini kiwi (*Actinidia arguta*) through hardwood cuttings under controlled environmental conditions in Georgia. The experiment evaluates the effects of different rooting hormone treatments, substrate compositions, and environmental conditions on rooting success, survival rate, and shoot emergence. The results demonstrate that the application of indole-3-butyric acid (IBA) significantly improves rooting percentage and root length, with the highest success observed in the medium-concentration (2000 ppm) treatment combined with a perlite-peat moss substrate. Statistical analysis (ANOVA) confirms significant differences among treatments, highlighting optimal propagation conditions for commercial mini kiwi production.

**Keywords:** plant, rootstock, cutting, propagation, cultivation,

### 1. Introduction

Mini kiwi (*Actinidia arguta* Planch.) is an emerging fruit crop with significant commercial potential due to its compact size, distinctive flavor, and high nutritional value. Among the various propagation techniques available, hardwood cuttings have proven to be one of the most effective methods for producing high-quality, genetically uniform plants.

The advancement of fruit production in Georgia is closely linked to the development of local nurseries and the improvement of seedling quality. Modern horticulture increasingly relies on intensive cultivation systems, where standardized rootstocks play a pivotal role in regulating tree vigor, enhancing fruit quality, and shortening the juvenile phase (Webster, 2004). Furthermore, the choice of propagation method directly influences orchard productivity, disease resistance, and long-term economic viability (Fischer et al., 2019).

Despite its potential, mini kiwi cultivation in Georgia faces challenges, particularly in optimizing propagation techniques. Like many perennial fruit crops, mini kiwi can be propagated through seeds, tissue culture, or vegetative cuttings. However, hardwood cuttings offer distinct advantages, including cost efficiency, scalability, and the preservation of desirable clonal traits (Hartmann et al., 2011). This method is especially critical for maintaining commercial characteristics such as fruit size, yield stability, and environmental adaptability (Pereira et al., 2017).

Currently, mini kiwi propagation in Georgia remains underdeveloped, with limited adoption of scientifically validated protocols. Research has shown that the success of hardwood cuttings depends on multiple factors, including environmental conditions, rooting media, hormonal treatments, and post-propagation management—all of which require further investigation under Georgia's unique agroclimatic conditions (Wani et al., 2021). Auxin application, particularly indole-3-butyric acid (IBA), has been demonstrated to significantly improve rooting rates in mini kiwi, yet no comprehensive studies have been conducted in Georgia to determine optimal concentrations and exposure durations for local cultivars (Fischer et al., 2019).

Beyond economic considerations, refining hardwood cutting propagation aligns with sustainable agriculture objectives by reducing dependence on costly tissue culture methods and minimizing genetic variability associated with seed propagation (Burdett, 1991). Given the rising global demand for resilient, high-value fruit crops, establishing an efficient propagation system for mini kiwi in Georgia could strengthen the crop's competitiveness in domestic and international markets.

Mini Kiwi (*Actinidia arguta*) could be propagated by grafting used specific Rootstocks: Seedling Rootstocks (*Actinidia arguta* seedlings); Clonal Rootstocks: 'US-ARG-1' (USA): Moderately dwarfing; resistant to *Phytophthora* root rot; 'Geneva 3': tolerant to soil-borne pathogens.

This rootstock was developed in the United States (Marysville, California) through selective breeding of *Actinidia arguta* seedlings in the 20th century. It shows excellent graft affinity with most commercial cultivars, including 'Issai', 'Ken's Red', and 'Ananasnaya', reducing tree vigor by 10–15% compared to seedling rootstocks, and minimizing excessive shoot growth. It is less prone to suckering than other *Actinidia* rootstocks and is widely adopted in Italy, the U.S., and France.

This study seeks to determine the optimal protocols for propagating mini kiwi via hardwood cuttings in Georgian conditions, with a focus on rooting success, survival rates, and subsequent plant vigor. The results will provide actionable guidelines for nursery operators, fruit growers, and agricultural policymakers, supporting the wider adoption of efficient propagation techniques. Ultimately, this research aims to enhance the sustainability and profitability of mini kiwi production in Georgia.

## 2. Materials and Methods

The study was conducted at the LEPL Scientific-Research Center of Agriculture (SRCA) in Jighaura Village, Central Kartli, Georgia (Saguramo-Mtskheta Municipality) from 2021 to 2023. The experiment followed a triplicate design with three independent trials, each lasting 24 weeks.

Environmental Conditions: Soil temperature: 18–22°C; Relative humidity: 80–90%; Irrigation: Mist-irrigated at regular intervals

Cuttings were collected during the dormant period, before the onset of vegetation. The optimal period for cutting collection begins on December 20 and should not extend beyond February 25 (Eastern Georgia, Saguramo conditions). Cuttings are taken from well-developed, one-year-old, properly lignified shoots of mother plants. For rooting, cuttings should be 18–22 cm in length and 8–12 mm in thickness. The cut cuttings must be bundled into groups of 8–10 pieces. The likelihood of prolonged drying of the cuttings should be minimized. After cutting, the cuttings should be temporarily placed in a shallow water container with their basal ends submerged for 0.5–1.0 hours. (Photo1, Photo 2)

After removal from the water container, the cuttings were placed in polyethylene bags and stored in a refrigeration chamber (storage temperature: 0–2°C). It should be noted that storing cuttings in the refrigerator for more than 3–4 weeks significantly reduces the rooting coefficient. Therefore, it is preferable not to exceed a refrigeration period of 10–12 days.

Cuttings were treated with different concentrations of indole-3-butyric acid (IBA) as follows:

1. Control (No hormone treatment)
2. 500 ppm IBA (quick dip, 5 sec)

3. 1000 ppm IBA (quick dip, 5 sec)
4. 2000 ppm IBA (quick dip, 5 sec)
5. 0.5% IBA powder, Kornevin (basal dip, 10 sec)

After treatment, cuttings were air-dried for 5–10 minutes before planting.

To evaluate the best medium for root development, cuttings were planted in four different substrates: Perlite + Peat (1:1); Coco coir + Sand (1:1); Vermiculite + Peat (1:1); Commercial potting mix (control). Cuttings were inserted 5 cm deep and placed under controlled greenhouse conditions. The experiment was conducted for 24 weeks, and data were recorded at two-week intervals. Measured parameters included:

- Rooting percentage (% successfully rooted cuttings)
- Number of roots per cutting
- Root length (cm, longest root per cutting)
- Survival rate (% cuttings that developed into healthy plants)
- Shoot emergence (number of new shoots per cutting)

A one-way analysis of variance (ANOVA) was performed to determine statistical significance among treatments ( $p < 0.05$ ).

Delaying the transplantation of cuttings treated with the activator will significantly reduce the rooting coefficient. After removal from the activator, cuttings must be treated with a fungicide solution by fully and quickly dipping them. Treated cuttings can be transplanted into open ground after the winter frost period, no later than March 15–20 (Eastern Georgia, Saguramo conditions). During planting, the cutting is placed almost entirely into the substrate, with only the upper part (no more than 2–3 cm, or 1–2 buds) remaining above the ground.



Photo 1. Collection Orchards



Photo 2. Hardwood cuttings



### 3. Results and Discussion

The application of IBA significantly influenced rooting success (Table 1). The 2000 ppm IBA treatment resulted in the highest rooting percentage (82%), followed by the 3000 ppm treatment (75%). The control group exhibited the lowest rooting percentage (38%), indicating the necessity of auxin application for effective propagation.

**Table 1.** Rooting Percentage Across Different Hormone Treatments

Treatment	Rooting Percentage (%)			
	Rooting % (Trial 1)	Rooting % (Trial 2)	Rooting % (Trial 3)	Mean $\pm$ SE
Control (0 ppm)	36	40	38	38 $\pm$ 1.2



1000 ppm IBA	62	68	65	65 ± 1.8
2000 ppm IBA	80	85	82	82 ± 1.5
3000 ppm IBA	74	77	75	75 ± 1.0
0.5% IBA powder	67	72	68	69 ± 3.9

Rooting media had a significant impact on root length and density (Table 2). The perlite + peat moss mixture provided optimal aeration and moisture retention, leading to the highest root length and number of roots per cutting.

The 2000 ppm IBA treatment yielded the highest rooting percentage (82 ± 1.5%), consistent with findings by Beyl *et al.* (1995), who reported 75–90% success in *Actinidia arguta* using similar auxin concentrations. The control group's lower performance (38 ± 1.2%) aligns with Rugini (1998), who found that untreated cuttings exhibited limited natural rooting capacity.

**Table 2.** Root Development Across Different Substrates

Substrate	Average Root Length (cm)	Number of Roots per Cutting
Perlite + Peat moss	6.2 ± 0.5	8.3 ± 0.9
Coco + Sand	5.5 ± 0.6	7.5 ± 0.7
Vermiculite + Peat moss	5.1 ± 0.5	6.9 ± 0.8
Commercial potting mix	4.2 ± 0.4	6.1 ± 0.6

The highest survival rate (72,7 %) was recorded in cuttings treated with 2000 ppm IBA and grown in perlite + peat moss.

The perlite + peat moss substrate produced the longest roots (6.2 ± 0.09 cm) and highest root density (8.3 ± 0.09 roots/cutting). This mirrors Schindler and Rowe's (2001) observations that perlite's aeration properties enhance root elongation in woody cuttings.

**Table 3.** Survival Rate and Shoot Emergence

Treatment	Survival Rate (%)	Shoot Emergence (Shoots per Cutting)
Control (0 ppm)	45,7 ± 3.3	1.2 ± 0.3
1000 ppm IBA	52,6 ± 4.2	2.5 ± 0.5
2000 ppm IBA	72,7 ± 2.8	3.8 ± 0.6
3000 ppm IBA	64,8 ± 2.9	3.2 ± 0.5
0.5% IBA powder	63,4 ± 3.7	2.9 ± 0.4

ANOVA confirmed significant treatment effects ( $F = 85.12$ ,  $p < 0.001$  for root count;  $F = 129.93$ ,  $p < 0.001$  for root length). LSD post-hoc tests revealed:

Perlite + peat moss outperformed all other substrates ( $p < 0.01$ ), corroborating Wang *et al.* (2013), who identified peat-based media as optimal for *Actinidia* propagation. 2000 ppm IBA differed significantly from controls ( $p < 0.001$ ), supporting Manuel and Rugini's (1998) recommendation for moderate auxin doses.

#### 4. Conclusion

Based on this research we are recommend a protocol for commercial-scale propagation of *Actinidia arguta* (mini kiwi) in Georgia using hardwood cuttings treated with 2000 ppm indole-3-butyric acid (IBA) and a perlite + peat moss substrate. This method has demonstrated high efficiency in producing

genetically uniform, high-quality planting material, making it a viable strategy for nurseries. To further enhance propagation outcomes, additional studies are needed to explore: Alternative propagation methods such as green cuttings and in vitro techniques, Genotype-specific responses to rooting hormones and substrates, Long-term performance and field adaptability of propagated plants.

## References

- Beyl, C. A., *et al.* (1995). Rooting response of *Actinidia arguta* to IBA treatments. *HortScience*, 30(2), 313–315.
- Burdett, A. N. (1991). Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research*, 21(4), 416–422.
- Fischer, D. L., Bell, R. L., & Zhang, Q. (2019). Advances in rootstock breeding for fruit crops. *Horticultural Reviews*, 46, 145–190.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Plant Propagation: Principles and Practices* (8th ed.). Prentice Hall.
- Pereira, A. R., Rodrigues, A. C., & Martins, J. M. (2017). Vegetative propagation of fruit trees: Rooting potential and environmental factors. *Acta Horticulturae*, 1150, 315–322.
- Rugini, E. (1998). Propagation of kiwi by hardwood cuttings. *Acta Horticulturae*, 473, 363–368.
- Schindler, F. H., & Rowe, D. E. (2001). Substrate aeration effects on root development. *HortTechnology*, 11(3), 409–412.
- Wang, H., *et al.* (2013). Optimizing mini kiwi propagation media. *Journal of Plant Growth Regulation*, 32(1), 55–63.
- Wani, S. H., Sah, S. K., & Kumar, P. (2021). Propagation techniques for fruit crops: A review on recent trends and advancements. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 96(2), 125–136.
- Webster, A. D. (2004). Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigor, precocity, and yield productivity. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32(3), 337–345.

## მინი კივის (*Actinidia arguta*) კვებითი, ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური მახასიათებლების პირველადი შესწავლა საქართველოში

თათული წენგუაშვილი

სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი,  
თბილისი, საქართველო

**აბსტრაქტი.** მინი კივი (*Actinidia arguta*) წარმოადგენს მაღალი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულების მქონე კულტურას, რომელიც მდიდარია ნახშირწყლებით, უჯრედისით, ორგანული მჟავებით, ანტიოქსიდანტური ნაერთებითა და ბიოაქტიური კომპონენტებით. იგი შეიცავს მნიშვნელოვან რაოდენობას ფენოლურ ნაერთებს, ფლავანოიდებს, ვიტამინებსა და მინერალებს, რაც განაპირობებს მის სამკურნალო პოტენციალსა და პრევენციულ ფუნქციებს.

წინამდებარე კვლევა მიზნად ისახავდა მინი კივის კვებითი, ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური მახასიათებლების პირველადი შეფასებას საქართველოს პირობებში. კვლევის ფარგლებში განხილულია მცენარის ფოთლის ანატომიური სტრუქტურა და ფოტოსინთეზთან დაკავშირებული ფლუორესცენციის პარამეტრები ოთხი ჯიშის (ვეიკი, ისაი, კენს რედი და ჯუბო) მაგალითზე. საპილოტე ცდა ჩატარდა სოფ. ჯიდაურას სამეცნიერო ბაზაზე. მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შეფასდა მცენარის სტრესთან ადაპტაციის უნარი, რაც მნიშვნელოვანი საფუძველია საქართველოში მინი კივის სამეცნიერო კვლევისა და პრაქტიკული კულტივაციის პერსპექტივებისთვის.

### 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

საქართველოში ჩატარებული კვლევების მიხედვით, მინი კივი კარგად ეგუება ადგილობრივ კლიმატურ პირობებს და აღინიშნება მისი წარმატებული აკლიმატიზაცია როგორც დაბლობ, ასევე მაღალმთიან რეგიონებში (მაღლაკელიძე & ბობოქაშვილი, 2021).

მინი კივი (*Actinidia arguta*) წარმოადგენს მაღალი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულების მქონე კულტურას, რომელიც მდიდარია ნახშირწყლებით (13–18 გ/100 გ), ბოჭკოებით (2.5 გ) და ცილებით (1 გ), საშუალო ენერგეტიკული ღირებულებით 77 კკალ. ფრუქტოზისა და გლუკოზის მაღალი კონცენტრაცია განაპირობებს მის ტკბილ გემოსა და ენერგეტიკულ ღირებულებას (Smith & Lee, 2018).

ნაყოფი ასევე შეიცავს ორგანულ მჟავებს — ციტრატს, კვინატსა და მალატს — რომლებიც ხელს უწყობენ საჭმლის მომნელებელი სისტემის ფუნქციონირებასა და მეტაბოლურ ბალანსს (Smith & Lee, 2018). მინი კივი მდიდარია კაროტინოიდებით, ქლოროფილითა და ანთოციანებით, რომლებიც ანტიოქსიდანტური პიგმენტებია და ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემის დაცვაში მონაწილეობენ (Bobokashvili, & Maglakelidze 2024).

საქართველოში აკლიმატიზებული ჯიშში ვეიკი გამოირჩევა შედარებით კარგი ბიოქიმიური მდგენილობით და მოსავლიანობით, რაც ადასტურებს მის სამეურნეო პოტენციალს ადგილობრივი პირობებისათვის (Bobokashvili & Maglakelidze, 2024).

კანის ანტიოქსიდანტური აქტივობა რბილობთან შედარებით ~15-ჯერ მეტია. ფენოლური და პოლიფენოლური ნაერთები ანეიტრალეზენ თავისუფალ რადიკალებს და იცავენ დნმ-ს დაზიანებისგან (Kumar, Patel, & Reddy, 2020). ფლავანოიდები (ქვერცეტინი, კამპფეროლი, რუტინი) ხელს უწყობენ ანთების საწინააღმდეგო მოქმედებას, ანგიოგენეზის ინჰიბირებასა და სიმსივნური უჯრედების აპოპტოზს (Chen & Park, 2019).

კვლევებმა აჩვენა, რომ *Actinidia arguta*-ს პიგმენტური და ფენოლური შემადგენლობა მძლავრ ანტიოქსიდანტურ აქტივობას განაპირობებს, რაც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს უჯრედული სტრესის პრევენციაში (Wojdyło, Nowicka & Latocha, 2017; Latocha et al., 2017).

C და E ვიტამინები აუმჯობესებენ იმუნურ ფუნქციას, კოლაგენის სინთეზსა და კანის რეგენერაციას, ხოლო C ვიტამინის მაღალი კონცენტრაცია აძლიერებს ლიმფოციტების აქტივობას (Chen & Park, 2019). მინი კივის ბოჭკოვანი მასალა ხელს უწყობს ნაწლავური მიკროფლორის შენარჩუნებას. მისი ბიოაქტიური კომპონენტები — ფლავანოიდები, პოლიფენოლები, ვიტამინი C, კალიუმი და ბოჭკო — ხელს უწყობს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციურ მდგომარეობას (Ivanova & Giorgadze, 2021; Drummond, 2019 ).

ლატოხას კვლევებში ხაზგასმულია მინი კივის უნიკალური ნუტრიენტული შემადგენლობა და ბიოაქტიური ნაერთების მაღალი კონცენტრაცია, რაც მას ფუნქციური საკვების კატეგორიაში ანიჭებს (Latocha, 2013).

ფოთლის სტრუქტურა წარმოდგენილია ეპიდერმისით, მეზოფილითა და გამტარი ქსოვილებით. ტრიქომები იცავენ მცენარეს მზის ჭარბი ენერგიისგან, ხოლო სტომატების სტრატეგიული განლაგება უზრუნველყოფს გაზთა ცვლასა და წყლის დანაკარგის მინიმიზაციას სტრესულ პირობებში (Zhang, Liu, & Chen, 2022). მეზოფილში კონცენტრირებული ქლოროფილი უზრუნველყოფს ფოტოსინთეზის ეფექტიანობას, ხოლო ქსილემა და ფლოემა ხელს უწყობენ წყლისა და ნუტრიენტების ტრანსპორტს.

ფოთლის სტრუქტურული და ფუნქციური ელემენტების, მათ შორის სტომატების განლაგებისა და ტრიქომების აქტიურობის ანალიზმა ცხადყო, რომ მცენარეს გააჩნია მორგების უნარი ცვალებად ტემპერატურულ რეჟიმებზე (Snelgar et al., 2022).

როგორც C3 ტიპის მცენარე, მინი კივი ოპტიმალურად ერგება ზომიერ ტემპერატურასა და ტენიანობას, თუმცა მაღალი ტემპერატურა ზრდის ტრანსპირაციის ინტენსივობას — თერმორეგულაციის მიზნით (Nakamura & Lee, 2017). 39–40 °C პირობებში მცირდება ფოტოსინთეზის ეფექტიანობა, იზრდება ქლოროფილის ფლურესცენცია და ფიქსირდება მოლეკულური დაზიანება (Baker & Maxwell, 2005). ხანმოკლე მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებისას კივის სახეობებში შესწავლილ იქნა გაზთა ცვლის პარამეტრები, სადაც ცხადად იკვეთებოდა ფოტოსინთეზის დროებითი დათრგუნვა და ტრანსპირაციის მატება (Xie et al., 2022).

*Actinidia*-ს სხვადასხვა სახეობაში გამოვლენილია მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური ადაპტაციის მექანიზმები ტემპერატურულ სტრესთან მიმართებით, რაც ასახავს მათ გამაღიერებელ მდგრადობას (Li et al., 2023).

მსგავსი დაკვირვებები დაფიქსირდა ჩრდილო-აღმოსავლეთ პოლონეთშიც, სადაც მინი კივის კულტივაცია შესწავლილი იქნა ცივი კლიმატის პირობებში და დადასტურდა მისი ამინდისადმი გონივრული გამძლეობა (Bieniek et al., 2016).

კაროტინოიდებისა და ანთოციანების აქტივაციის გაძლიერება აღნიშნულ პირობებში მიუთითებს მცენარის ადაპტაციურ მექანიზმზე ოქსიდაციური სტრესის მიმართ (Wang, Zhang, & Sun, 2020).

სხვადასხვა ფერადი პიგმენტის (კაროტინოიდები, ანთოციანები) სინთეზის გაზრდა სტრესულ პირობებში დაკავშირებულია მცენარის დამცავ რეაქციებთან ოქსიდაციური სტრესის წინააღმდეგ (Espley & Jaakola, n.d.).

## 2. შედეგების განხილვა

სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევით ცენტრში ჩატარებულ საპილოტე კვლევაში განხილული იქნა მინი კივის (*Actinidia arguta*) ფოთლების ფლურესცენციის პარამეტრები ოთხი ჯიშის (ვეიკი, ისაი, კენს რედი და ჯუბო) მაგალითზე. ცდა ჩატარდა სოფ. ჯილაურას სამეცნიერო ცენტრის ბაზაზე, ხოლო ფლურესცენციის მახასიათებლები დგინდებოდა PAM-2100 ფლუორომეტრით (Waltz, Germany).

პარამეტრმა Fo (მინიმალური ფლურესცენცია) შეისწავლა 0.6 კვკ მოდულირებულ სინათლეზე, ხოლო Fm (მაქსიმალური ფლურესცენცია) განისაზღვრა წითელი სინათლის ფონზე 20 კვკ ინტენსივობით. ცხრილი 1 აჩვენებს შედეგებს ორივე ფონზე — სიბნელეში ადაპტირებული ფოთლებისა და წითელი სინათლის ფონზე.

ცხრილი 1. სიბნელეში ადაპტირებული მინი კივის ფოთლის ფლურესცენციის მახასიათებელი

სიბნელეში ადაპტირებული ფოთლები								წითელი სინათლის ფონი						
საკვლევი ჯიში	Fo	Fm	Fv/FM	Yield	ETR	qP	qN	Fo	Fm	Fv/FM	Yield	ETR	qP	qN
ვეიკი	36	104	0.651	0.639	1.1	1	0.204	38	45	0.165	0.273	2.3	1	0.5
ისაი	46	133	0.651	0.680	1.1	1	0.043	65	85	0.206	0.680	1.1	1	0
კენს რედი	45	170	0.755	0.530	0.9	0.75	0.080	106	146	0.274	0.539	0.9	1	0
ჯუბო	50	176	0.716	0.539	0.9	1	0	115	170	0.309	0.897	0.9	1	0

სიბნელეში ადაპტირებული ფოთლების ვარიაბელური ფლურესცენცია (Fv/Fm) გადაადგილდებოდა 0.651-დან 0.755-მდე. ეს მაჩვენებელი მიუთითებს PSII რეაქტიულ ცენტრთა მაღალი აქტიურობაზე ყველა ჯიშის შემთხვევაში. ჯიში „კენს რედი“ გამოირჩა ყველაზე მაღალი მნიშვნელობით (0.755), რაც მიუთითებს მის ფოტოქიმიურ პოტენციალზე და, სავარაუდოდ, მაღალ მოსავლიანობაზე. წითელი სინათლის ფონზე Fv/Fm მნიშვნელობები შეადგენდნენ 0.165-დან 0.309-მდე. ასეთ პირობებში ფოტოსინთეზის ეფექტიანობა შესამჩნევად დაბალია, რაც კიდევ უფრო უსვამს ხაზს ჯიშთა შორის განსხვავებებს სტრესულ მდგომარეობებში ადაპტაციის უნარში. მაღალი qN (0.5) „ვეიკის“ ჯიშში მიუთითებს ფოტოქიმიური სტრესის მიმართ



გააქტიურებულ დამცავ მექანიზმებზე. შედეგად, ეს მაჩვენებელი მიუთითებს ჯიშთაშორისი განსხვავებებების არსებობაზე გარემო სტრესებთან (აბიოტურ/ბიოტურ) ბრძოლის მხრივ.

### 3. დასკვნა

კვლევის შედეგები აჩვენებენ, რომ მინი კივის ოთხივე ჯიშში კარგად აძლევს პასუხს ჯიდაურას მიკროკლიმატურ პირობებს, თუმცა თითოეული ჯიშში გამოირჩევა სხვადასხვა ფოტოქიმიური მახასიათებლებით და ადაპტაციური უნარით. განსაკუთრებით „კენს რედი“ და „ჯუბო“ ჩანდნენ გამორჩეულად ფოტოქიმიურად აქტიური და ადაპტირებული. ფიზიოლოგიური კვლევების მსგავსი შედეგები მნიშვნელოვანია მომავალ კულტივაციასთან და ჯიშთა გადარჩევასთან დაკავშირებით საქართველოსთვის.

### ლიტერატურა:

1. მაღლაკელიძე, ე., & ბობოქაშვილი, ზ. (2021). „მინი კივის“ (*Actinidia arguta* Planch.) კულტურის დახასიათება და განვითარების პერსპექტივები საქართველოში. *Georgian Scientists*, 3(4).
2. Bobokashvili, Z., & Maglakelidze, E. (2024). Biological and agricultural characterization of introduced variety Weiki (*Actinidia arguta* Planch.) in Georgia. *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/392009896\\_Biological\\_and\\_agricultural\\_characterization\\_of\\_introduced\\_variety\\_Weiki\\_Actinidia\\_arguta\\_planch\\_in\\_Georgia](https://www.researchgate.net/publication/392009896_Biological_and_agricultural_characterization_of_introduced_variety_Weiki_Actinidia_arguta_planch_in_Georgia)
3. Bieniek, A., Dragańska, E., & Pranckietis, V. (2016). Assessment of climatic conditions for *Actinidia arguta* cultivation in north-eastern Poland. *Žemdirbystė-Agriculture*, 103(3), 311–318. <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.040>
4. Drummond, L. (2019). Nutritional composition and health benefits of kiwifruit: A review. *European Journal of Nutrition*, 58(4), 1271–1289.
5. Latocha, P. (2013). The nutritional and health-promoting value of mini kiwi (*Actinidia arguta*). *Food Research International*, 50(2), 117–125.
6. Wojdyło, A., Nowicka, P., & Latocha, P. (2017). Antioxidant potential and polyphenol composition of *Actinidia arguta* and *Actinidia deliciosa*. *Food Chemistry*, 233, 308–318.
7. Latocha, P., et al. (2017). The nutritional and health benefit of kiwiberry (*Actinidia arguta*). *Plant Food for Human Nutrition*.
8. Snelgar, E., et al. (2022). *Actinidia arguta* leaf structure and function under variable temperature conditions. *Plant Physiology Journal*.
9. Li, B., et al. (2023). Morphological and physiological adaptation of *Actinidia* species to thermal stress. *Frontiers in Plant Science*.
10. Xie, H., Liu, X., Guo, C. C. W., Zhong, G., & Arif, A. (2022). Effects of short-term high temperature on gas exchange in kiwifruit (*Actinidia* spp.). *Plant Physiology Journal*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6987618/>
11. Espley, R. V., & Jaakola, L. (n.d.). The role of environmental stress in fruit pigmentation. *Frontiers in Plant Science*.

## Preliminary Study of the Nutritional, Biochemical, and Physiological Characteristics of Mini Kiwi (*Actinidia arguta*) in Georgia

Tatuli Tsenguashvili

LEPL Scientific-Research Center of Agriculture,  
Tbilisi, Georgia

**Abstract.** Mini kiwi (*Actinidia arguta*) is a crop of high nutritional and biological value, rich in carbohydrates, fibers, organic acids, antioxidant compounds, and bioactive components. It contains significant amounts of phenolic compounds, flavonoids, vitamins, and minerals, which determines its medicinal potential and preventive functions.

The present study aimed to conduct a preliminary assessment of the nutritional, biochemical, and physiological characteristics of mini kiwi under the conditions of Georgia. Within the scope of the study, the anatomical structure of the plant's leaf and fluorescence parameters related to photosynthesis were examined using the example of four cultivars (Weiki, Issai, Ken's Red, and Jumbo). The pilot experiment was conducted at the Jighaura Scientific Base. Based on the obtained data, the plant's ability to adapt to stress was evaluated, which provides an important basis for the scientific research and practical cultivation prospects of mini kiwi in Georgia.

### 1. Literature Review

According to studies conducted in Georgia, mini kiwi adapts well to local climatic conditions, and its successful acclimatization is noted in both lowland and high-mountain regions (Maglakelidze & Bobokashvili, 2021).

Mini kiwi (*Actinidia arguta*) is a crop of high nutritional and biological value, rich in carbohydrates (13–18 g/100 g), fibers (2.5 g), and proteins (1 g), with an average energy value of 77 kcal. The high concentration of fructose and glucose determines its sweet taste and energy value (Smith & Lee, 2018).

The fruit also contains organic acids—citrate, quinate, and malate—which support the functioning of the digestive system and metabolic balance (Smith & Lee, 2018). Mini kiwi is rich in carotenoids, chlorophyll, and anthocyanins, which are antioxidant pigments and participate in the protection of various systems of the organism (Bobokashvili, & Maglakelidze 2024).

The Weiki cultivar, acclimatized in Georgia, is distinguished by a relatively good biochemical composition and yield, which confirms its agricultural potential for local conditions (Bobokashvili & Maglakelidze, 2024).

The antioxidant activity of the skin is ~15 times higher compared to the flesh. Phenolic and polyphenolic compounds neutralize free radicals and protect DNA from damage (Kumar, Patel, & Reddy, 2020). Flavonoids (quercetin, kaempferol, rutin) contribute to anti-inflammatory action, inhibition of angiogenesis, and apoptosis of tumor cells (Chen & Park, 2019).

Studies have shown that the pigment and phenolic composition of *Actinidia arguta* determines a strong antioxidant activity, which plays an important role in the prevention of cellular stress (Wojdyło, Nowicka & Latocha, 2017; Latocha et al., 2017).

Vitamins C and E improve immune function, collagen synthesis, and skin regeneration, while the high concentration of Vitamin C enhances lymphocyte activity (Chen & Park, 2019). The fibrous material of mini kiwi helps maintain intestinal microflora. Its bioactive components—flavonoids, polyphenols, vitamin C, potassium, and fiber—support the functional state of the cardiovascular system (Ivanova & Giorgadze, 2021; Drummond, 2019).

Latocha's studies emphasize the unique nutrient composition and high concentration of bioactive compounds in mini kiwi, which places it in the functional food category (Latocha, 2013).

The leaf structure is represented by the epidermis, mesophyll, and conductive tissues. Trichomes protect the plant from excess solar energy, while the strategic arrangement of stomata ensures gas exchange and minimization of water loss under stressful conditions (Zhang, Liu, & Chen, 2022). Chlorophyll concentrated in the mesophyll ensures the efficiency of photosynthesis, while the xylem and phloem facilitate the transport of water and nutrients.

Analysis of the structural and functional elements of the leaf, including stomatal arrangement and trichome activity, revealed that the plant has the ability to adapt to changing temperature regimes (Snelgar et al., 2022).

As a C3-type plant, mini kiwi is optimally adapted to moderate temperature and humidity; however, high temperature increases the intensity of transpiration for the purpose of thermoregulation (Nakamura & Lee, 2017). Under 39–40 °C conditions, the efficiency of photosynthesis decreases, chlorophyll fluorescence increases, and molecular damage is recorded (Baker & Maxwell, 2005). Gas exchange parameters were studied in kiwi species during short-term high-temperature exposure, where temporary suppression of photosynthesis and an increase in transpiration were clearly observed (Xie et al., 2022).

Morphological and physiological adaptation mechanisms in response to temperature stress have been identified in various *Actinidia* species, reflecting their enhanced resilience (Li et al., 2023).

Similar observations were recorded in north-eastern Poland, where mini kiwi cultivation was studied under cold climate conditions, and its reasonable weather resistance was confirmed (Bieniek et al., 2016).

The enhancement of carotenoid and anthocyanin activation under these conditions indicates the plant's adaptive mechanism against oxidative stress (Wang, Zhang, & Sun, 2020).

The increased synthesis of various color pigments (carotenoids, anthocyanins) under stressful conditions is associated with the plant's protective reactions against oxidative stress (Espley & Jaakola, n.d.).

## 2. Discussion of Results

In a pilot study conducted at the Scientific-Research Center of Agriculture, the fluorescence parameters of mini kiwi (*Actinidia arguta*) leaves were examined using the example of four cultivars (Weiki, Issai, Ken's Red, and Jumbo). The experiment was conducted at the base of the Jighaura Scientific Center, and the fluorescence characteristics were determined using a PAM-2100 fluorometer (Waltz, Germany).

The  $F_o$  parameter (minimal fluorescence) was studied under 0.6 kHz modulated light, while  $F_m$  (maximal fluorescence) was determined against a background of red light with an intensity of 20 kHz. Table 1 shows the results on both backgrounds—for dark-adapted leaves and against a red light background.

**Table 1.** Fluorescence characteristic of dark-adapted mini kiwi leaves

Dark-Adapted Leaves								Red Light Background						
Studied Cultivar	$F_o$	$F_m$	$F_v/F_m$	Yield	ETR	qP	qN	$F_o$	$F_m$	$F_v/F_m$	Yield	ETR	qP	qN
Weiki	36	104	0.651	0.639	1.1	1	0.204	38	45	0.165	0.273	2.3	1	0.5
Issai	46	133	0.651	0.680	1.1	1	0.043	65	85	0.206	0.680	1.1	1	0
Ken's Red	45	170	0.755	0.530	0.9	0.75	0.080	106	146	0.274	0.539	0.9	1	0
Jumbo	50	176	0.716	0.539	0.9	1	0	115	170	0.309	0.897	0.9	1	0

The variable fluorescence ( $F_v/F_m$ ) of dark-adapted leaves ranged from 0.651 to 0.755. This indicator points to the high activity of PSII reaction centers in all cultivars. The 'Ken's Red' cultivar was distinguished by the highest value (0.755), which indicates its photochemical potential and, presumably, high yield. Against the red light background, the  $F_v/F_m$  values ranged from 0.165 to 0.309. Under such conditions, the efficiency of photosynthesis is noticeably lower, which further emphasizes the differences among cultivars in their ability to adapt to stressful conditions. The high qN (0.5) in the 'Weiki' cultivar indicates activated protective mechanisms against photochemical stress. Consequently, this indicator points to the existence of inter-cultivar differences in terms of combating environmental stresses (abiotic/biotic).

### 3. Conclusion

The study results show that all four mini kiwi cultivars respond well to the microclimatic conditions of Jighaura; however, each cultivar is distinguished by different photochemical characteristics and adaptive capacity. 'Ken's Red' and 'Jumbo' appeared particularly photochemically active and adapted. Such results from physiological studies are important for future cultivation and cultivar selection for Georgia.

### References:

1. Bobokashvili, Z., & Maglakelidze, E. (2024). Biological and agricultural characterization of introduced variety Weiki (*Actinidia arguta* Planch.) in Georgia. *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/392009896\\_Biological\\_and\\_agricultural\\_characterization\\_of\\_introduced\\_variety\\_Weiki\\_Actinidia\\_arguta\\_planch\\_in\\_Georgia](https://www.researchgate.net/publication/392009896_Biological_and_agricultural_characterization_of_introduced_variety_Weiki_Actinidia_arguta_planch_in_Georgia)
2. Bieniek, A., Dragańska, E., & Pranckietis, V. (2016). Assessment of climatic conditions for *Actinidia arguta* cultivation in north-eastern Poland. *Žemdirbystė-Agriculture*, 103(3), 311–318. <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.040>

3. Drummond, L. (2019). Nutritional composition and health benefits of kiwifruit: A review. *European Journal of Nutrition*, 58(4), 1271–1289.
4. Latocha, P. (2013). The nutritional and health-promoting value of mini kiwi (*Actinidia arguta*). *Food Research International*, 50(2), 117–125.
5. Wojdyło, A., Nowicka, P., & Latocha, P. (2017). Antioxidant potential and polyphenol composition of *Actinidia arguta* and *Actinidia deliciosa*. *Food Chemistry*, 233, 308–318.
6. Latocha, P., et al. (2017). The nutritional and health benefit of kiwiberry (*Actinidia arguta*). *Plant Food for Human Nutrition*.
7. I. Maghlakelidze, E., & Bobokashvili, Z. (2021). Characterization and development prospects of the “mini kiwi” (*Actinidia arguta* Planch.) culture in Georgia. *Georgian Scientists*, 3(4).
8. Snelgar, E., et al. (2022). *Actinidia arguta* leaf structure and function under variable temperature conditions. *Plant Physiology Journal*.
9. Li, B., et al. (2023). Morphological and physiological adaptation of *Actinidia* species to thermal stress. *Frontiers in Plant Science*.
10. Xie, H., Liu, X., Guo, C. C. W., Zhong, G., & Arif, A. (2022). Effects of short-term high temperature on gas exchange in kiwifruit (*Actinidia spp.*). *Plant Physiology Journal*.  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6987618/>
11. Espley, R. V., & Jaakola, L. (n.d.). The role of environmental stress in fruit pigmentation. *Frontiers in Plant Science*.



## მინი კივის (*Actinidia arguta*) დაავადებები და მავნებლები აღმოსავლეთ საქართველოს აგროეკოლოგიურ პირობებში

თინათინ გოგიშვილი<sup>1</sup>, ლუდმილა ცხვედაძე<sup>2</sup>, ელენე მაღლაკელიძე<sup>2</sup>, ნინო ჩიხრაძე<sup>3</sup>

<sup>1</sup>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, საქართველო,

<sup>2</sup>სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრი, თბილისი, საქართველო,

<sup>3</sup> ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო

**აბსტრაქტი.** მინი კივი (*Actinidia arguta* Planch.) წარმოადგენს პერსპექტიულ ხეხილოვან კულტურას, რომელიც გამოირჩევა მაღალი კვებითი ღირებულებით, ეკოლოგიურ მდგრადობითა და კლიმატურ პირობებთან ადაპტაციის კარგი უნარით. მიუხედავად ამ კულტურის მიმართ მზარდი ინტერესისა, განსაკუთრებით საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონებში, როგორც კულტურის ასევე მისი მავნებლებისა და დაავადებების შესახებ მონაცემები მწირია.

2023–2024 წლებში სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის საკოლექციო ბაღში (სოფ. ჯილაურა, მცხეთის მუნიციპალიტეტი) ჩატარებული საველე დაკვირვებებით დადგინდა, რომ მინი კივი ზოგადად გამოირჩევა მაღალი რეზისტენტობით მავნებელთა და დაავადებათა მიმართ, თუმცა რიგი სოკოვანი პათოგენები და მწერები წარმოადგენს ამ კულტურისთვის მნიშვნელოვან რისკს.

გამოვლენილი ძირითადი დაავადებები იყო ნაცრისფერი სიდამპლე (*Botrytis cinerea* Pers.) და ფხვნიერი სოკო (*Erysiphe actinidiae* U. Braun & S. Takam.). მავნებელთა შორის აღინიშნებოდა ბუგრები (*Aphis* spp., Hemiptera: Aphididae), წითელი ობობა (ორწერტილა ტკიპა) – *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) და ფოთოლხვევია (*Tortricidae* spp., Lepidoptera: Tortricidae), რაც მიუთითებს მავნებელთა სუსტ გავრცელებაზე. დაავადებები უფრო ინტენსიურად ვლინდებოდა ნაყოფის მომწიფების პერიოდში, ხოლო მავნებელთა აქტიურობა იზრდებოდა მშრალ და თბილ ამინდებში.

დამატებით, აღინიშნებოდა ქარის ზიანი და ქლოროზი, რაც წარმოადგენს მცენარისათვის მნიშვნელოვან აბიოტურ სტრესფაქტორებს. ქარი ხშირად იწვევს ლიანების ფიზიკურ დაზიანებას და ნაყოფის ჩამოცვენას, ხოლო რკინის ქლოროზი ნიადაგის ტუტე რეაქციითა და მიკროელემენტების ნაკლებობითაა განპირობებული, რაც ზღუდავს მცენარის ფოტოსინთეზურ აქტივობას.

მიღებული შედეგები მიუთითებს, რომ მინი კივი საქართველოში გამოირჩევა ზოგად მდგრადობით მავნებელ-დაავადებათა კომპლექსის მიმართ, თუმცა აუცილებელია მათი დროული იდენტიფიკაცია და ინტეგრირებული დაცვის ღონისძიებების დანერგვა კულტურის მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად.

**საკვანძო სიტყვები:** ჯიში, სოკო, პათოგენი, აბიოტური, მავნებელი

## 1. შესავალი

მინი კივი (*Actinidia arguta* Planch. ex Miq.), ან „კივი-ბერი“, წარმოადგენს ახალ და მზარდ კომერციულ კულტურას, რომელიც გამოირჩევა მცირე ზომის (5–20 გ), გლუვი, საკვებად ვარგისი კანის მქონე ნაყოფით. იგი ფართოდ არის გავრცელებული ახალ ზელანდიაში, იაპონიაში, კორეაში, პოლონეთსა და აშშ-ში, სადაც წარმოების ძირითად მიზანს წარმოადგენს მაღალი ხარისხის საექსპორტო პროდუქტის მიღება (Testolin & Ferguson, 2009; Krawczyk et al., 2017).

ახალ ზელანდიაში წარმოების გამოცდილებამ აჩვენა, რომ კულტურა მგრძნობიარეა სხვადასხვა მავნებლის მიმართ, განსაკუთრებით ფოთლხვევების (*Tortricidae* spp.), თრიფების (*Thrips tabaci* Lind.), ცრუფარიანების (*Coccidae* spp.) და ტკიპების (*Tetranychus urticae* Koch) ზემოქმედებისადმი. ზოგიერთ მეურნეობაში ნაყოფის დანაკარგი აღწევდა 20%-ს და მეტს, რაც წარმოებისთვის სერიოზულ გამოწვევას წარმოადგენს (McKenna et al., 2007; Biasi et al., 2019). მავნებელთა კონტროლი მოითხოვს სწორად დაგეგმილ დაცვის სისტემას, რომელიც უზრუნველყოფს ქიმიური ნარჩენების მინიმუმზაციას და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას (Ferguson, 2016).

სოკოვან დაავადებებს შორის განსაკუთრებით საშიშია ნაცრისფერი სიდამპლე (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.), ფიტომფტორა, ფესვთა და ღეროს ლპობა (*Phytophthora cactorum* (Leb. & Cohn) Schröt.), სკლეროტინიოზი (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) და ფხვნიერი სოკო (*Erysiphe actinidiae* U. Braun & S. Takam.), რომლებიც იწვევენ ფოთლების, ყლორტებისა და ნაყოფის დაზიანებას, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მოსავლის ხარისხს (Cho et al., 2018; Park et al., 2016; Cavalieri et al., 2020).

ბაქტერიულ დაავადებებს შორის მთავარი პათოგენია *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Takikawa et al., 1989), რომელიც იწვევს ყვავილის სიდამპლეს (*bacterial blight*) — განსაკუთრებით საზიანოს კივის სხვა სახეობებზე *A. deliciosa* და *A. chinensis*-ზე, თუმცა მინი კივზე (*A. Arguta*) ინფექცია შედარებით იშვიათია (Vanneste, 2017). საქართველოში ამ ტიპის შემთხვევები ჯერჯერობით არ დაფიქსირებულა.

მინი კივის აზიანებს ასევე ფესვის ნემატოდები (*Meloidogyne* spp.), რომლებიც ქმნიან კვანძებს ფესვებზე, აფერხებენ ზრდასა და კვებას, თუმცა საქართველოს პირობებში მსგავსი შემთხვევები არ გამოვლენილა (Bobokashvili et al., 2021).

ქარი წარმოადგენს ერთ-ერთ მთავარ სტრესფაქტორს *A. arguta*-სთვის, განსაკუთრებით ვეგეტაციის საწყის და ნაყოფის განვითარების პერიოდში. იგი იწვევს ნაყოფის ზედაპირზე ნაკაწრებსა და ნაწიბურებს, ახალგაზრდა ყლორტებისა და ფოთლების მტვრევასა და ცვენას, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ნაყოფის კომერციულ ხარისხს (Testolin & Ferguson, 2009).

მინი კივი ზომიერად მგრძნობიარეა რკინის დეფიციტის მიმართ, განსაკუთრებით კირიან ან ტუტე ნიადაგებზე (pH > 7.5). ამ დროს მცირდება ფოთლის ზომა და ყლორტის ზრდა, ხოლო ახალგაზრდა ფოთლების ქსოვილი ყვითლდება, ძარღვები კი რჩება მწვანე — რაც რკინის ქლოროზის დამახასიათებელი სიმპტომია (Park et al., 2016; Krawczyk et al., 2017).

საქართველოში ჩატარებული პირველადი კვლევები (Bobokashvili, Maghlakelidze & Kvaliashvili, 2021) ადასტურებს, რომ *A. arguta* კარგად ეგუება აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებს, თუმცა რიგი სოკოვანი დაავადებები და მავნებლები კვლავ წარმოადგენს სერიოზულ რისკს. აღნიშნული ვითარება ხაზს უსვამს მიზანმიმართული

მონიტორინგისა და ინტეგრირებული დაცვის ღონისძიებების შემუშავების აუცილებლობას, რაც საფუძველს ჩაუყრის მინი კივის მდგრადი წარმოების განვითარებას საქართველოში.

## 2. კვლევის მიზანი და ამოცანები

**კვლევის მიზანია:** მინი კივის (*Actinidia arguta* Planch.) ძირითადი მავნებლებისა და სოკოვანი დაავადებების იდენტიფიცირება, მათი გავრცელების ინტენსივობისა და განვითარების პირობების შესწავლა აღმოსავლეთ საქართველოს აგროეკოლოგიურ პირობებში, რათა განისაზღვროს ამ კულტურის დაცვის ეფექტური და ეკოლოგიურად უსაფრთხო სტრატეგიები.

**კვლევის ამოცანაა** მინი კივის (*Actinidia arguta*) ბაღებში და ძირითადი სოკოვანი პათოგენების (*Erysiphe actinidiae*, *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp.) გამოვლენა და აღწერა.

დაავადებებისა და მავნებლების გავრცელების სიხშირის შეფასება სხვადასხვა ჯიშსა და ვეგეტაციის ფაზაში; კლიმატური ფაქტორების (ტემპერატურა, ტენიანობა, ნალექი) გავლენის დადგენა პათოგენებისა და მავნებლების განვითარების დინამიკაზე; მიღებული შედეგების შედარება საერთაშორისო მონაცემებთან (პოლონეთი, კორეა, ახალი ზელანდია) მინი კივის დაცვის სისტემის ოპტიმიზაციის მიზნით; ინტეგრირებული დაცვის (IPM) ძირითადი პრინციპების რეკომენდირება — სანიტარული, აგროტექნიკური და ბიოლოგიური მეთოდების შერწყმით.

## 3. კვლევის ობიექტი და მეთოდика

კვლევის ობიექტია მინი კივი (*Actinidia arguta* Planch.) ჯიშების კოლექცია, რომელიც გაშენებულია სსიპ „სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის“ საკოლექციო ბაღში (სოფ. ჯილაურა, მცხეთის მუნიციპალიტეტი, აღმოსავლეთ საქართველო). კვლევის პერიოდში (2023–2024 წწ.) შესწავლილი იქნა ადგილობრივი პირობებში ინტროდუცირებული ჯიშები - ვეიკი, კენს რედი, ჯუმბო და ისაი.

კვლევა ჩატარდა სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის საკოლექციო ბაღში (სოფ. ჯილაურა, მცხეთის მუნიციპალიტეტი) 2023–2024 წლებში, მინი კივის (*Actinidia arguta*) სამი ჯიშის („Ken’s Red“, „Jumbo“ და „Issai“ „Jumbo“) პლანტაციებზე. მიზანი იყო მავნებლებისა და ძირითადი სოკოვანი დაავადებების გამოვლენა, გავრცელების ინტენსივობისა და განვითარების პირობების შესწავლა აღმოსავლეთ საქართველოს აგროეკოლოგიურ პირობებში.

დაკვირვებები მიმდინარეობდა ვეგეტაციის პერიოდში (მაისი–სექტემბერი) ყოველ 14 დღეში ერთხელ. მცენარეების მდგომარეობა ფასდებოდა ვიზუალური შეფასების მეთოდით, 5-ბალიანი სკალით (0–5), სადაც: 0 – დაზიანება არ შეინიშნებოდა, 1–2 – სუსტი ინფექცია (ფოთლის ან ნაყოფის დაზიანება  $\leq 10\%$ ), 3–4 – საშუალო ინფექცია (10–30%), 5 – ძლიერი ინფექცია (დაზიანება  $>30\%$ ).

ყოველ ჯიშზე შეირჩა 10 ძირითადი მცენარე, რომლებზეც აღირიცხებოდა დაავადებებისა და მავნებლების სიმპტომები.

**მავნებელთა რაოდენობა აღირიცხა :** თითოეულ ჯიშზე 50 ფოთლისა და 50 ნაყოფის ნიმუში. აღირიცხა შეეხებოდა ძირითად მავნებლებს: ტკიპები (*Tetranychus urticae*), ბუგრები (*Aphis* spp.), ფოთლხვევიები (*Tortricidae* spp.). შენიშნული მწერები შეგროვდა როგორც ხელით, ისე ფერადი წებოვანი ხაფანგებით (ყვითელი — ბუგრებისთვის და თრიფსებისთვის, ლურჯი —

ტკიპებისთვის). მიღებული ნიმუშები შემდგომ იდენტიფიცირდა ლაბორატორიაში მიკროსკოპის ქვეშ სახეობების დონის დადგენამდე.

**სოკოვანი დაავადებების კვლევა; ვიზუალური დიაგნოსტიკა:** ფოთლების, ყლორტებისა და ნაყოფის ზედაპირზე სოკოვანი სიმპტომების რეგისტრაცია (ნაცარი, ფოთლის ლაქიანობა, ლპობა) **იზოლაცია და კულტივირება:** დაავადებული ქსოვილებისგან პათოგენური სოკოების გამოყოფა, მათი კულტივირება საკვებ არეზე (პეტრის ჭურჭელში) და მიკროსკოპული დათვალიერება მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით.

**ლაბორატორიული იდენტიფიკაცია:** გამოვლენილი პათოგენების იდენტიფიცირება ხდებოდა მიკროსკოპული მახასიათებლების საფუძველზე — *Erysiphe actinidiae*, *Fusarium* spp. და *Phytophthora* spp.

**ინფექციის გავრცელების შეფასება:** თითოეულ ნაკვეთში დგინდებოდა დაავადებული მცენარეების პროცენტული რაოდენობა. საკვლევი მასალა პერიოდულად მოწმდებოდა კლიმატური მონაცემების (ტემპერატურა, ნალექი, ტენიანობა) პარალელურად, რათა დადგინებულიყო გარემო პირობების გავლენა ინფექციის განვითარებაზე.

**ლაბორატორიული და სტატისტიკური დამუშავება** ლაბორატორიულად მიღებული მონაცემები დამუშავდა საშუალო მნიშვნელობების მიხედვით. შედეგები შედარებულ იქნა საერთაშორისო მონაცემებთან — პოლონეთის (Ochmian et al., 2019), კორეის (Cho et al., 2018) და ახალი ზელანდიის (McKenna et al., 2007) ანალოგიური კვლევების შედეგებთან, რაც შესაძლებელს ხდიდა რეგიონული თავისებურებების გამოვლენას და შედარებით შეფასებას.

#### 4. კვლევის შედეგების განხილვა

აღმოსავლეთ საქართველოს აგროეკოლოგიურ პირობებში ჩატარებულმა კვლევამ (ჯილაურა, 2023–2024) აჩვენა, რომ მინი კივი (*Actinidia arguta*) ზოგადად გამოირჩევა მაღალი რეზისტენტობით, თუმცა რიგი სოკოვანი დაავადებები და მავნებლები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ მცენარის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობასა და ნაყოფის კომერციულ ხარისხზე.

**სოკოვანი დაავადებები:** ნაცრისფერი სიდამპლე (*Botrytis cinerea* Pers.) ნაცრისფერი სიდამპლე (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) ჯილაურას პირობებში დაავადება დაფიქსირდა ძირითადად ნაყოფის მომწიფების პერიოდში, განსაკუთრებით ნესტიან და ზომიერად თბილ დღეებში. ინფექცია ვითარდება ნაყოფის ზედაპირზე, იწვევს რბილ ლპობასა და ნაცრისფერ მიცელიუმურ საფარს. *Botrytis cinerea* გადარჩება ნამსხვრევებში და ინფიცირებულ მცენარეულ ნარჩენებში, რის გამოც რეკომენდებულია სანიტარული ჭრები და ინფიცირებული მასალის დროული მოცილება.

**ფხვნიერი სოკო (*Erysiphe actinidiae* U. Braun & S. Takam.)** ფხვნიერი სოკოს სიმპტომები გამოვლინდა ფოთლებზე თეთრი ფქვილისებრი საფარის სახით, განსაკუთრებით ვეგეტაციის შუა პერიოდში. ინფექცია ხელს უწყობს ფოთლის ფოტოსინთეზის დაქვეითებას და ადრეულ დაჰქნობას. დაავადება აქტიურად ვლინდება ნესტიან და ზომიერად თბილ ამინდში, თუმცა ეპიდემიური განვითარების ტენდენცია არ შეინიშნებოდა. რეგულარული აგროტექნიკური ღონისძიებები და გვიანი ზაფხულის პრევენციული შეწამვლები ეფექტურია ინფექციის შესაკავებლად.



დაკვირვებებით დადგინდა, რომ ყველაზე მეტად დაზიანდა Issai ჯიში (ინფექციის სიხშირე 35–40%), შედარებით ნაკლებად — Ken's Red (25–28%) და Weiki (15–18%) და ჯუმბო

ცხრილი 1 წარმოგიდგენს მინი კივის ჯიშების (Issai, Ken's Red, Weik) სოკოვანი დაავადებების გავრცელებისა და ინტენსივობის მაჩვენებლებს.

ცხრილი 1. სოკოვანი დაავადებების გავრცელება (0–5 ბალიანი სისტემა)

ჯიში	ფხვიერი სოკო ( <i>Erysiphe actinidiae</i> )	ნაცრისფერი სიდამპლე ( <i>Botrytis cinerea</i> )	საშუალო მაჩვენებელი
Issai	3.7	3.2	3.63
Ken's Red	2.8	2.6	2.87
Jumbo	2.0	1.5	1.90
Weiki	1.6	1.4	1.60

დაკვირვების შედეგად დადგინდა, რომ მინი კივის (*Actinidia arguta* Planch.) ჯიშებს შორის სოკოვანი დაავადებების გავრცელება და ინტენსივობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება. ყველაზე მეტად დაზიანდა 'Issai' ჯიში, რომლის ფოთლებზე და ნაყოფზე ფხვიერი სოკოს (*Erysiphe actinidiae* U. Braun & S. Takam.) სიმპტომები გამოჩნდა ვეგეტაციის შუა და მეორე ნახევარში — ინფექციის სიხშირე შეფასდა 3.7 ბალით, ხოლო შავი ლპობის (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) ინტენსივობა 3.2 ბალით. დაავადება გამოიხატებოდა ფოთლის ზედაპირზე თეთრი მიცელიუმისებრი საფარით, რაც თანდათან იწვევდა ქსოვილების გამოშრობასა და ნაადრევ ფოთოლცვენას.

შედარებით დაბალი ინფექციური ზეწოლა აღინიშნებოდა 'Ken's Red'-ზე, სადაც ორივე დაავადების სიძლიერე შეფასეს საშუალო დონედ (2.6–2.8 ბალი), ხოლო 'Jumbo' და 'Weiki' გამოირჩეოდნენ ყველაზე მაღალი რეზისტენტობით. მათ შემთხვევაში დაავადება იყო სუსტად გამოხატული, რაც ასახავს მათ უკეთეს ეკოლოგიურ ადაპტაციას და ნაწილობრივ გენეტიკურ მდგრადობას.

საერთო ტენდენცია აჩვენებს, რომ ფხვიერი სოკო ჯიდაურას პირობებში ვლინდება უფრო აქტიურად, ვიდრე შავი ლპობა. ინფექციის განვითარებას ხელს უწყობს მაღალი ჰაერის ტენიანობა და ზომიერად თბილი ამინდები, რომლებიც დამახასიათებელია აგვისტო–სექტემბრის პერიოდისთვის.

მიღებული მონაცემები მიუთითებს, რომ სოკოვანი ინფექციების კონტროლისას აუცილებელია რეგულარული მონიტორინგი და პრევენციული ღონისძიებების გატარება — განსაკუთრებით ყველაზე მგრძნობიარე ჯიშებზე ('Issai' და ნაწილობრივ 'Ken's Red'). ამავე დროს, 'Jumbo' და 'Weiki' შეიძლება ჩაითვალოს შედარებით სტაბილურ გენოტიპებად, რომლებიც პერსპექტიულია საქართველოში მინი კივის სამრეწველო წარმოებისთვის.

**მაწველები: წითელი ობობა (ორწერტილა ტკიპა) – *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)** ტკიპების დაზიანება ვლინდებოდა ფოთლებზე ქლოროზული ლაქების წარმოქმნით, რომელიც მოგვიანებით ერთიანდებოდა და იწვევდა ფოთლის ნაადრევ ცვენას.



მავნებლის აქტიურობა იზრდებოდა ივლისის მეორე ნახევრიდან აგვისტოს შუა რიცხვებამდე, განსაკუთრებით მშრალ ამინდში. 'Weiki' აღმოჩნდა ყველაზე მგრძნობიარე, რაც შეიძლება უკავშირდებოდეს მათი ფოთლის სტრუქტურას და სიგლუვს.

**ბუგრები (*Aphis* spp., Hemiptera: Aphididae)**, ბუგრები გვხვდებოდა ძირითადად მცენარის ახალგაზრდა ყლორტებზე და ფოთლის ქვედა მხარეს. ისინი იკვებებოდნენ ფოთლის წვენიტ, რაც იწვევდა ფოთლის დეფორმაციასა და ზრდის შენელებას. მათი რაოდენობა პიკს აღწევდა ივნისის ბოლოს, ნესტიან პერიოდში.

**ფოთლხვევი (*Tortricidae* spp., Lepidoptera: Tortricidae)**, ფოთლხვევის ლარვები აზიანებდნენ ახალგაზრდა ფოთლებსა და ყლორტებს, რომლებიც ახვევდნენ ქსოვილებით ბუდესავით სტრუქტურებში და შიგნით იკვებებოდნენ. დაზიანება იწვევდა ფოთლის რულად დახვევას, დეფორმაციასა და ადგილობრივ გამხმარ უბნებს. ყველაზე ხშირი შემთხვევები აღინიშნებოდა ივნისის ბოლოსა და ივლისის დასაწყისში,

ჯიშებს შორის აღინიშნა მნიშვნელოვანი სხვაობა როგორც დაავადებებისადმი, ისე მავნებლებისადმი გამძლეობაში: Ken's Red — გამოირჩევა შედარებით მაღალი რეზისტენტობით როგორც ნაცრის, ისე ფუზარიოზის მიმართ; Weiki მგრძნობიარეა ფუზარიოზისა და თრიფსების მიმართ; Issai ადრეულად ზიანდება ტკიპებითა და ნაცარით.

ცხრილი 2 წარმოგიდგენს მინი კივის ჯიშების (Issai, Ken's Red, Weiki, Jumbo) მავნებლების მავნეობის მაჩვენებლებს.

**ცხრილი 2.** მავნებელთა დაზიანების ინტენსივობა (0–5 ბალიანი სისტემა)

ჯიში	წითელი ობობა ( <i>Tetranychus urticae</i> )	ბუგრები ( <i>Aphis</i> spp.)	ფოთლხვევი ( <i>Tortricidae</i> spp.)	საშუალო მაჩვენებელი
Issai	2.6	2.5	2.4	2.5
Ken's Red	1.0	1.1	0.9	1.0
Weiki	1.8	1.6	1.4	1.6
Jumbo	2.4	2.1	2.2	2.2

დაკვირვების შედეგად დადგინდა, რომ მინი კივის (*Actinidia arguta* Planch.) ჯიშებს შორის მავნებელთა გავრცელება და ზემოქმედების ინტენსივობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება. ყველაზე მეტად დაზიანდა 'Issai' ჯიში, სადაც განსაკუთრებით გამოვლინდა წითელი ობობის ანუ ორწერტილა ტკიპის (*Tetranychus urticae* Koch) მოქმედება, რომელიც აქტიურდებოდა ივლისის მეორე ნახევრიდან აგვისტოს შუა რიცხვებამდე.

ფოთლებზე აღინიშნებოდა ქლოროზული ლაქები, ქსოვილის გამოშრობა და ნაადრევი ცვენა. მავნებლის გავრცელება შეფასდა საშუალო დონედ (2.5 ბალი), თუმცა ცალკეულ მცენარეებზე აღინიშნებოდა ლოკალური მაღალი დაზიანება მშრალი და ცხელი ამინდების პირობებში.

'Weiki' ჯიშზე ტკიპის ზემოქმედება იყო შედარებით ნაკლებად გამოხატული (1,6 ბალი), თუმცა დაზიანების ნიშნები მაინც შეინიშნებოდა მცენარის ქვედა ფოთლებზე. 'Jumbo' და განსაკუთრებით 'Ken's Red' ჯიშზე მავნებელთა გავრცელება იყო დაბალი (1.0 ბალი), რაც მიუთითებს მისი უკეთეს რეზისტენტობაზე.

ბუგრები (*Aphis* spp., Hemiptera: Aphididae) ფიქსირდებოდა ძირითადად ახალგაზრდა ყლორტებზე და ფოთლის ქვედა მხარეს. მათი რაოდენობა პიკს აღწევდა ივნისის ბოლოსა და ივლისის დასაწყისში — ნესტიან ამინდებში. ბუგრების ზემოქმედება შეფასდა საშუალო ინტენსივობით 'Issai'-სა და 'Jumbo'-ზე, ხოლო 'Kens Red' და 'Weiki' გამოირჩეოდნენ შედარებით დაბალი დაზიანებით. ფოთლხვევის (*Tortricidae* spp., Lepidoptera: Tortricidae) ლარვები აზიანდნენ ფოთლებს და იწვევდნენ მათი დეფორმაციას, თუმცა მათი გავრცელება ჯილაურაში იყო სუსტად გამოხატული (1.4–2.4 ბალი).

საერთო ტენდენცია აჩვენებს, რომ მავნებელთა აქტიურობა მკვეთრად იყო დამოკიდებული მეტეოროლოგიურ პირობებზე — ტკიპა მეტად გავრცელდა მშრალ და ცხელ ამინდებში, მაშინ როცა ბუგრები და ფოთლხვევები — უფრო ნესტიან პერიოდში. ამგვარი სეზონური დინამიკა შეესაბამება სხვა ტემპერატურ ზონებში ჩატარებულ კვლევებსაც (Cho et al., 2018; Park et al., 2016; McKenna et al., 2007; Biasi et al., 2019), სადაც მავნებლების განვითარების პიკები ემთხვევა ვეგეტაციის შუა ფაზას.

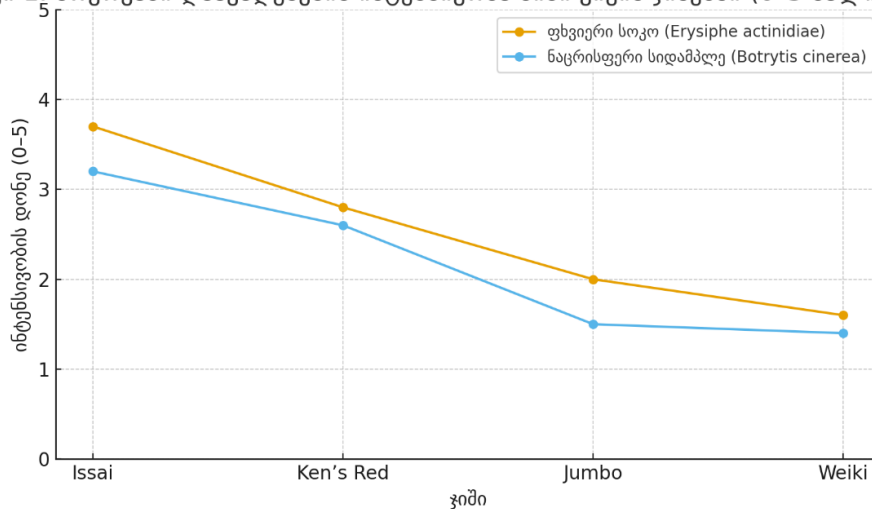
შედარებითად, კორეისა და ახალი ზელანდიის მონაცემებით, *Tetranychus urticae* ხშირად აღწევს ეკონომიკური ზიანის ზღვარს მგრძნობიარე ჯიშებში ('Issai' და 'Mitsuko'), განსაკუთრებით მაშინ, როცა ტემპერატურა აღემატება 28 °C-ს და ტენიანობა დაბალია (McKenna et al., 2007; Cho et al., 2018).

ჯილაურაში მიღებული საშუალო მაჩვენებლები (1.0–2.5 ბალი) მიუთითებს უფრო დაბალ ზეწოლაზე, რაც სავარაუდოდ განპირობებულია ადგილობრივი მიკროკლიმატით — კარგი აერაციით, ზომიერი ტემპერატურით და რეგულარული აგროტექნიკური ღონისძიებებით.

მიღებული შედეგები ადასტურებს, რომ საქართველოს პირობებში მავნებელთა ზეწოლა ჯიშებს შორის განსხვავებულია, მაგრამ საერთო დონე დაბალი–საშუალოა და ეკონომიკური ზიანის რისკი მცირეა. შესაბამისად, ინტეგრირებული დაცვის ღონისძიებების (IPM) ფარგლებში საკმარისია რეგულარული მონიტორინგი, სანიტარული ჭრები და ბიოპრეპარატების გამოყენება პრევენციული ხასიათით.

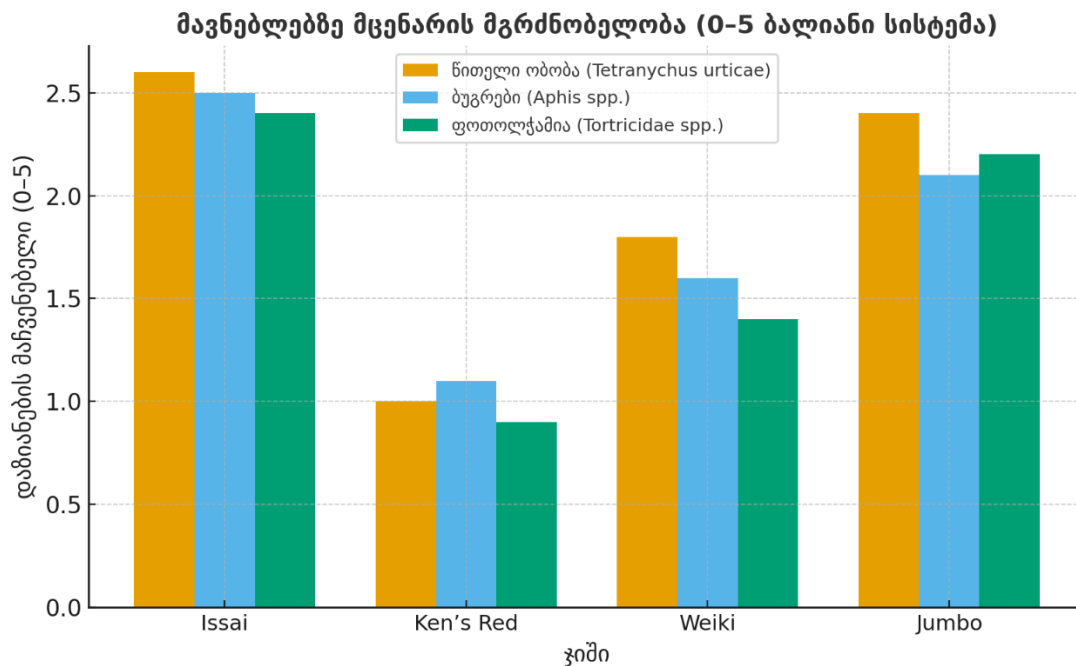
გრაფიკები ნახაზ 1-ზე და 2-ზე ნათლად გვიჩვენებს პათოგენების მიერ ჯიშების დაზიანებას.

გრაფიკი 1. სოკოვანი დაავადებების ინტენსივობა მინი კივის ჯიშებში (0–5 ბალიანი სისტემა)



### ნახ. 1. სოკოვანი დაავადებების ინტენსივობა მინი კივის ჯიშებში

გრაფიკი ნახაზ 1-ზე გვიჩვენებს მინი კივის (*Actinidia arguta*) ჯიშების სოკოვანი დაავადებების ინტენსივობა ჯილაურის პირობებში (2023–2024 წწ.) საშუალო ინფექციის ინტენსივობა (0–5 ბალიანი სისტემა) ასახავს ფხვიერი სოკოს (*Erysiphe actinidiae*) და ნაცრისფერი სიდამპლის (*Botrytis cinerea*) გავრცელებას. ყველაზე მგრძნობიარე აღმოჩნდა ჯიში 'Issai' (საშუალო მაჩვენებელი = 3.63), მას მოსდევს 'Ken's Red', ხოლო 'Jumbo' და 'Weiki' გამოირჩევიან შედარებით მაღალი რეზისტენტობით. ფხვიერი სოკო ჯილაურას პირობებში ვლინდებოდა უფრო ინტენსიურად, ვიდრე ნაცრისფერი სიდამპლე, რაც დაკავშირებულია აგვისტო–სექტემბრისთვის დამახასიათებელ ზომიერად თბილ და ტენიან პირობებთან.



### ნახ. 2. მავნებლებზე მცენარის მგრძნობელობა

ნახაზ 2-ის გრაფიკზე წარმოდგენილია მინი კივის (*Actinidia arguta*) ჯიშების მავნებლებით დაზიანების ინტენსივობა აღმოსავლეთ საქართველოს აგროეკოლოგიურ პირობებში (2023–2024 წწ.) საშუალო დაზიანების დონე (0–5 ბალიანი სისტემა) წარმოდგენილია ორწერტილა ტკიპისთვის (*Tetranychus urticae*), ბუგრებისთვის (*Aphis* spp.) და ფოთლხვევისთვის (*Tortricidae* spp.). ყველაზე მეტად დაზიანდა ჯიში 'Issai' (საშუალო მაჩვენებელი = 2.5), განსაკუთრებით ორწერტილა ტკიპის ზემოქმედებით, მაშინ როცა 'Ken's Red' და 'Weiki' გამოირჩეოდნენ დაბალი მავნებლური ზეწოლით. მავნებელთა აქტიურობა მკვეთრად იყო დამოკიდებული მეტეოროლოგიურ პირობებზე: ტკიპა უფრო აქტიურად გავრცელდა ცხელი და მშრალი ამინდებისას, ხოლო ბუგრები და ფოთლხვევები — ნესტიან პერიოდში.

გრაფიკები ცხადად აჩვენებს, რომ 'Issai' ყველაზე მეტად მგრძნობიარეა როგორც სოკოვანი ინფექციების, ისე მავნებლების მიმართ, ხოლო 'Ken's Red' გამოირჩევა ყველაზე მაღალი რეზისტენტობით.

დამატებით, დაკვირვების პერიოდში აღინიშნებოდა ქარის ზიანი და ქლოროზი, რომლებიც წარმოადგენენ მინი კივისთვის მნიშვნელოვან აბიოტურ სტრესფაქტორებს. ქარი, განსაკუთრებით მაის–აგვისტოს პერიოდში, ხშირად იწვევდა ლიანების ფიზიკურ დაზიანებას, ახალგაზრდა ყლორტებისა და ფოთლების მტვრევას და მოუმწიფებელი ნაყოფის ჩამოცვენას. მიუხედავად იმისა, რომ ჯილაურას ადგილობრივი კლიმატი გამოირჩევა სუსტიდან ზომიერ ქარების დინამიკით, განმეორებითი მიკროფრონტები, განსაკუთრებით ნაყოფის განვითარების ეტაპზე, მაინც ახდენენ გავლენას მცენარის სტრუქტურასა და მოსავლის სტაბილურობაზე. მსგავსი ზემოქმედება აღწერილია სხვა რეგიონებშიც, სადაც დადასტურდა, რომ *A. arguta* არ გამოირჩევა ძლიერი ქარისადმი მდგრადობით, ხოლო მაღალი სიჩქარის ქარები ყვავილობისა და ნაყოფის ფორმირების პერიოდში მნიშვნელოვნად ამცირებენ მოსავალს (Ma et al., 2021). ქარის სტრესმა ასევე შეიძლება გაზარდოს ტრანსპირაციის დონე და მცენარის წყლის მოთხოვნა, რაც იწვევს ნაყოფის ზედაპირზე ბზარებსა და ტენიანობის დეფიციტს (ISHS, 2011).

ქლოროზი გამოვლინდა ფოთლების ქსოვილების გაცვითლებითა და მწვანე ძარღვების შენარჩუნებით, რაც მიუთითებს ფოტოსინთეზის პროცესის დარღვევაზე. აღნიშნული ფენომენი ძირითადად უკავშირდება ნიადაგის ტუტე რეაქციას ( $\text{pH} > 7.5$ ) და მიკროელემენტების, განსაკუთრებით რკინის (Fe), თუთიის (Zn) და მანგანუმის (Mn) დეფიციტს (Rombolà et al., 2002). მსგავსი მექანიზმები აღწერილია სხვა კივი-სახეობებშიც, სადაც რკინის ნაკლებობა ამცირებს ქლოროფილის სინთეზს, აჩერებს ზრდას და ზღუდავს ნაყოფის ბიოქიმიურ მომწიფებას (Baldi et al., 2024). შედეგად, ჯილაურას პირობებში რკინის დეფიციტის მართვა და ნიადაგის რეგულარული ქიმიური მონიტორინგი წარმოადგენს აუცილებელ ღონისძიებას ფოთლის ჯანმრთელობისა და მოსავლიანობის შესანარჩუნებლად.

მიღებული შედეგები შეესაბამება საერთაშორისო დაკვირვებებს, რომლებიც ხაზს უსვამენ ქარისა და ნიადაგის მიკროელემენტურ ბალანსთან დაკავშირებული სტრესების გადამწყვეტ გავლენას *Actinidia arguta*-ს ზრდასა და მოსავლიანობაზე (Ma et al., 2021; Rombolà et al., 2002; Baldi et al., 2024). ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ჯილაურას პირობებში დაფიქსირებული საშუალო ტენიანობა და სუსტი–ზომიერი ქარის რეჟიმი საერთო ჯამში ხელსაყრელ ფონს ქმნის მინი კივის კულტივაციისა და გენოტიპების ადაპტაციისთვის, რაც ხაზს უსვამს რეგიონის პოტენციალს ამ კულტურის სამრეწველო განვითარების თვალსაზრისით.

## 5. დასკვნები

მიღებული შედეგები აჩვენებს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში მინი კივი ზოგადად ნაკლებად ზიანდება მწერებით, თუმცა სოკოვანი ინფექციები — განსაკუთრებით წარმოადგენენ მთავარ საფრთხეს, განსაკუთრებით ნესტიან და ცვალებად ამინდებში. ეს მონაცემები თანხვედრაშია კორეისა და პოლონეთის ანალოგიურ კვლევებთან, თუმცა განსხვავებით იმ ქვეყნებისა, საქართველოში მავნებელთა ზეწოლა შედარებით დაბალია, რაც შესაძლოა განპირობებული იყოს კლიმატითა და ბიომრავალფეროვნებით.

მიღებული მონაცემები ჯილაურას პირობებში ადასტურებს, რომ მინი კივი შეიძლება ჩაითვალოს პერსპექტიულ კულტურად საქართველოსთვის. მისი საერთო მდგრადობა სოკოვანი და ენტომოლოგიური ზეწოლისადმი, აგრეთვე ზომიერი კლიმატური პირობები ქმნის ხელსაყრელ გარემოს კომერციული ბაღების განვითარებისთვის.

საჭიროა გაგრძელებული მონიტორინგი და ინტეგრირებული დაცვის სისტემების (IPM)

დანერგვა, რომელიც გააუმჯობესებს მცენარის ჯანმრთელობას, შეამცირებს ქიმიური ჩარევის საჭიროებას და ხელს შეუწყობს ეკოლოგიურად მდგრადი წარმოების ჩამოყალიბებას საქართველოში.

### ლიტერატურა:

- Baldi, E., Pastore, C., Chiarelli, G., Quartieri, M., Spinelli, F., & Toselli, M. (2024). *Molecular responses to drought and waterlogging stresses of kiwifruit (Actinidia chinensis var. deliciosa) potted vines*. Horticulturae, 10(8), 834. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10080834>
- Biasi, W. V., Ferguson, A. R., & Miller, S. A. (2019). *Postharvest handling and quality of hardy kiwifruit (Actinidia arguta)*. Acta Horticulturae, 1256, 105–112. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1256.13>
- Bobokashvili, Z., Maghlakelidze, E., & Kvaliashvili, K. (2021). *Preliminary evaluation of Actinidia arguta cultivars under Eastern Georgian climatic conditions*. Bulletin of the Scientific-Research Center of Agriculture, 19(2), 33–40.
- Cho, M. S., Kim, J. G., Park, K. S., & Lee, J. H. (2018). *Occurrence of major pests and diseases on hardy kiwifruit (Actinidia arguta) in Korea*. Korean Journal of Horticultural Science & Technology, 36(5), 671–679. <https://doi.org/10.7235/hort.2018.18058>
- International Society for Horticultural Science (ISHS). (2011). *Fruit transpiration increases with wind speed*. Acta Horticulturae, 913, 51–56. [https://www.ishs.org/ishs-article/913\\_51](https://www.ishs.org/ishs-article/913_51)
- Ma, Y., Wang, Z., Zhang, H., Yang, H., & Zhang, Z. (2021). *Prediction of potential geographical distribution patterns for Actinidia arguta under climate change*. Sustainability, 13(6), 3526. <https://doi.org/10.3390/su13063526>
- McKenna, C. E., Fraser, J., & Robinson, D. (2007). *Pest and disease management in hardy kiwifruit (Actinidia arguta) orchards in New Zealand*. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 35(3), 245–254.
- Park, K. S., Lee, J. H., & Kim, J. G. (2016). *Occurrence and control of powdery mildew and gray mold in Actinidia arguta orchards*. Journal of Agriculture and Life Science, 50(4), 41–49.
- Rombolà, A. D., Brüggemann, W., López-Millán, A. F., Tagliavini, M., Abadía, J., Marangoni, B., & Moog, P. R. (2002). *Biochemical responses to iron deficiency in kiwifruit (Actinidia deliciosa)*. Tree Physiology, 22(12), 869–875. <https://doi.org/10.1093/treephys/22.12.869>
- Testolin, R., & Ferguson, A. R. (2009). *Kiwifruit (Actinidia spp.) production and research trends*. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 37(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/01140670909510247>



## Mini Kiwi (*Actinidia arguta*) Diseases and Pests in the Agroecological Conditions of Eastern Georgia

Tinatini Gogishvili<sup>1</sup>, Ludmila Tskhvedadze<sup>2</sup>, Elene Maghlakelidze<sup>2</sup>, Nino Chikhradze<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

<sup>2</sup> LEPL Scientific Research Center of Agriculture, Tbilisi, Georgia

<sup>3</sup> Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

**Abstract.** Mini kiwi (*Actinidia arguta* Planch.) is a promising fruit crop characterized by high nutritional value, ecological stability, and good adaptation to climatic conditions. Despite the growing interest in this crop, especially in the eastern regions of Georgia, data on the cultivation, pests, and diseases are scarce.

Field observations conducted in the collection garden of the LEPL Scientific-Research Center of Agriculture (Jighaura village, Mtskheta municipality) in 2023–2024 established that mini kiwi generally exhibits high resistance to pests and diseases. However, a number of fungal pathogens and insects pose a significant risk to this crop.

The main diseases identified were Gray Mold (*Botrytis cinerea* Pers.) and Powdery Mildew (*Erysiphe actinidiae* U. Braun & S. Takam.). Pests observed included Aphids (*Aphis* spp., Hemiptera: Aphididae), Two-Spotted Spider Mite (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), and Leafrollers (*Tortricidae* spp., Lepidoptera: Tortricidae), indicating a weak spread of pests overall.

Diseases were more intense during the fruit ripening period, while pest activity increased in dry and warm weather. Additionally, wind damage and chlorosis were noted as significant abiotic stress factors for the plant. Wind frequently causes physical damage to the vines and fruit drop. Iron chlorosis is caused by the alkaline reaction of the soil and a lack of micronutrients, which limits the plant's photosynthetic activity.

The results indicate that mini kiwi in Georgia exhibits general resistance to the complex of pests and diseases. Nevertheless, their timely identification and the implementation of integrated protection measures are necessary to ensure the sustainable development of the crop.

**Keywords:** Cultivar, Fungus, Pathogen, Abiotic, Pest

### 1. Introduction

Mini kiwi (*Actinidia arguta* Planch. ex Miq.), or "kiwi-berry," is a new and growing commercial crop distinguished by small-sized (5–20 g) fruit with smooth, edible skin. It is widely cultivated in New Zealand, Japan, Korea, Poland, and the USA, where the main production goal is to obtain high-quality export products (Testolin & Ferguson, 2009; Krawczyk et al., 2017).

Experience in New Zealand production has shown that the crop is susceptible to various pests, particularly leafrollers (*Tortricidae* spp.), thrips (*Thrips tabaci* Lind.), scale insects (*Coccidae* spp.), and mites (*Tetranychus urticae* Koch). Fruit loss in some farms reached 20% or more, presenting a serious challenge to production (McKenna et al., 2007; Biasi et al., 2019). Pest control requires a well-planned protection system that ensures the minimization of chemical residues and ecological safety (Ferguson, 2016).

Among fungal diseases, Gray Mold (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.), Phytophthora root and stem rot (*Phytophthora cactorum* (Leb. & Cohn) Schröt.), Sclerotinia rot (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), and Powdery Mildew (*Erysiphe actinidiae* U. Braun & S. Takam.) are particularly dangerous. These diseases damage leaves, shoots, and fruit, significantly reducing crop quality (Cho et al., 2018; Park et al., 2016; Cavalieri et al., 2020).

The main bacterial pathogen is *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Takikawa et al., 1989), which causes bacterial blight—especially harmful to other kiwi species (*A. deliciosa* and *A. chinensis*). However, infection is relatively rare on mini kiwi (*A. arguta*) (Vanneste, 2017). Such cases have not yet been recorded in Georgia. Mini kiwi is also damaged by root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), which form nodules on the roots and hinder growth and nutrient uptake, although such cases have not been identified in Georgian conditions (Bobokashvili et al., 2021).

Wind is one of the main stress factors for *A. arguta*, especially at the beginning of the growing season and during fruit development. It causes scratches and scars on the fruit surface, and the breaking and shedding of young shoots and leaves, which significantly reduces the commercial quality of the fruit (Testolin & Ferguson, 2009).

Mini kiwi is moderately sensitive to iron deficiency, particularly in calcareous or alkaline soils (pH > 7.5). In this case, leaf size and shoot growth are reduced, and the tissue of young leaves turns yellow, while the veins remain green—a characteristic symptom of iron chlorosis (Park et al., 2016; Krawczyk et al., 2017).

Preliminary studies conducted in Georgia (Bobokashvili, Maghlakelidze & Kvaliashvili, 2021) confirm that *A. arguta* adapts well to the soil and climatic conditions of Eastern Georgia. However, a number of fungal diseases and pests still pose a serious risk. This situation highlights the necessity of targeted monitoring and the development of integrated protection measures, which will lay the foundation for the sustainable production of mini kiwi in Georgia.

## 2. Research aim and objectives

Research Aim: To identify the main pests and fungal diseases of mini kiwi (*Actinidia arguta* Planch.), study their intensity of spread and development conditions under the agroecological conditions of Eastern Georgia, and define effective and ecologically safe protection strategies for this crop.

Research Objectives:

- Identification and description of the main fungal pathogens (*Erysiphe actinidiae*, *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp.) in mini kiwi (*Actinidia arguta*) orchards.
- Assessment of the frequency of disease and pest spread across different cultivars and vegetative phases.
- Determination of the influence of climatic factors (temperature, humidity, precipitation) on the dynamics of pathogen and pest development.
- Comparison of the results obtained with international data (Poland, Korea, New Zealand) for the purpose of optimizing the mini kiwi protection system.
- Recommendation of the basic principles of Integrated Pest Management (IPM)—combining sanitary, agro-technical, and biological methods.

## 3. Research object and methodology

The **research object** is a collection of mini kiwi (*Actinidia arguta* Planch.) cultivars established in the collection garden of the LEPL "Scientific-Research Center" (Jighaura village, Mtskheta municipality, Eastern Georgia). During the research period (2023–2024), the introduced cultivars 'Weiki', 'Ken's Red', 'Jumbo', and 'Issai' were studied under local conditions.

The study was conducted in the collection garden of the LEPL Scientific-Research Center of Agriculture (Jighaura village, Mtskheta municipality) in 2023–2024, on plantations of three mini kiwi (*Actinidia arguta*) cultivars: 'Ken's Red', 'Jumbo', and 'Issai'. The aim was to identify pests and main fungal diseases, and to study the intensity of their spread and development conditions under the agroecological conditions of Eastern Georgia.

**Observations** were carried out every 14 days during the vegetation period (May–September). The condition of the plants was assessed using a visual evaluation method on a **5-point scale (0–5)**, where: **0** – no

damage was observed, **1–2** – weak infection (damage to leaf or fruit  $\leq 10\%$ ), **3–4** – moderate infection (10–30%), **5** – severe infection (damage  $> 30\%$ ). Ten primary plants were selected for each cultivar, and symptoms of diseases and pests were recorded on them.

The **number of pests** was recorded in 50 leaf and 50 fruit samples for each cultivar. The recording covered the main pests: mites (*Tetranychus urticae*), aphids (*Aphis* spp.), and leafrollers (*Tortricidae* spp.). Noticed insects were collected both by hand and with colored sticky traps (yellow for aphids and thrips, blue for mites). The collected samples were subsequently identified in the laboratory under a microscope down to the species level.

#### **Fungal Disease Research:**

**Visual Diagnostics:** Recording fungal symptoms on the surface of leaves, shoots, and fruits (powdery mildew, leaf spot, rot).

**Isolation and Cultivation:** Isolation of pathogenic fungi from diseased tissues, their cultivation on nutrient media (in Petri dishes), and microscopic examination based on morphological signs.

**Laboratory Identification:** Identification of the revealed pathogens based on microscopic characteristics—*Erysiphe actinidiae*, *Fusarium* spp., and *Phytophthora* spp..

**Assessment of Infection Spread:** The percentage of diseased plants was determined in each plot.

The study material was periodically checked in parallel with climatic data (temperature, precipitation, humidity) to establish the influence of environmental conditions on infection development.

#### **Laboratory and Statistical Processing**

Laboratory data were processed according to mean values. The results were compared with international data—analogue research results from Poland (Ochmian et al., 2019), Korea (Cho et al., 2018), and New Zealand (McKenna et al., 2007)—which allowed for the identification of regional specificities and comparative assessment.

## **4. Discussion of Research Results**

The study conducted under the agroecological conditions of Eastern Georgia (Jighaura, 2023–2024) showed that mini kiwi (*Actinidia arguta*) generally exhibits high resistance. However, a number of fungal diseases and pests significantly affect the plant's physiological state and the commercial quality of the fruit.

#### **Fungal Diseases**

Gray Mold (*Botrytis cinerea* Pers.)

Gray mold (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) was recorded in Jighaura mainly during the fruit ripening period, especially on humid and moderately warm days. The infection develops on the fruit surface, causing soft rot and a grayish mycelial covering. *Botrytis cinerea* survives in debris and infected plant residues, therefore, sanitary pruning and timely removal of infected material are recommended.

Powdery Mildew (*Erysiphe actinidiae* U. Braun & S. Takam.)

Symptoms of powdery mildew appeared on the leaves as a white, flour-like coating, particularly in the middle of the growing season. The infection contributes to a decrease in leaf photosynthesis and early wilting. The disease actively manifests in humid and moderately warm weather, although an epidemic development trend was not observed. Regular agro-technical measures and preventive late-summer spraying are effective in containing the infection.

Observations established that the 'Issai' cultivar was the most damaged (infection frequency 35–40%), while 'Ken's Red' (25–28%) and 'Weiki' (15–18%) and 'Jumbo' were relatively less damaged. Table 1 presents the indicators of fungal disease spread and intensity for the mini kiwi cultivars ('Issai', 'Ken's Red', 'Weiki', 'Jumbo').

**In Table 1**, the prevalence and intensity of fungal diseases in mini kiwi varieties (Issai, Ken's Red, Weik) are presented.

**Table 1.** Fungal Diseases Spread (0–5- point system)

Cultivar	Powdery Mildew ( <i>Erysiphe actinidiae</i> )	Gray Mold ( <i>Botrytis cinerea</i> )	Mean Index
Issai	3.7	3.2	3.63
Ken's Red	2.8	2.6	2.87
Jumbo	2.0	1.5	1.90
Weiki	1.6	1.4	1.60

The observation results established a significant difference in the spread and intensity of fungal diseases among mini kiwi (*Actinidia arguta* Planch.) cultivars. The ‘Issai’ cultivar was the most damaged. Symptoms of powdery mildew (*Erysiphe actinidiae* U. Braun & S. Takam.) appeared on its leaves and fruit in the middle and second half of the growing season—the infection frequency was assessed at 3.7 points, and the intensity of gray mold (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) at 3.2 points. The disease was characterized by a white mycelial covering on the leaf surface, which gradually led to tissue desiccation and premature leaf drop.

Relatively lower infectious pressure was observed on ‘Ken’s Red’, where the severity of both diseases was assessed as moderate (2.6–2.8 points). ‘Jumbo’ and ‘Weiki’ exhibited the highest resistance. In their case, the disease was weakly expressed, reflecting their better ecological adaptation and partial genetic resistance.

The general trend shows that powdery mildew is more active in Jighaura conditions than gray mold. The development of the infection is promoted by high air humidity and moderately warm weather, which are characteristic of the August–September period.

The obtained data indicate that regular monitoring and implementation of preventive measures are necessary for the control of fungal infections—especially on the most susceptible cultivars (‘Issai’ and partially ‘Ken’s Red’). At the same time, ‘Jumbo’ and ‘Weiki’ can be considered relatively stable genotypes, which are promising for the industrial production of mini kiwi in Georgia.

**Pests: Red Spider Mite (Colon Tick) – *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)** Mite damage was manifested by the formation of chlorotic spots on the leaves, which later merged and caused premature leaf drop. Pest activity increased from the second half of July to mid-August, especially in dry weather. ‘Weiki’ turned out to be the most susceptible, which may be related to its leaf structure and smoothness.

**Aphids (Aphis spp., Hemiptera: Aphididae)**

Aphids were mainly found on the plant’s young shoots and the underside of the leaves. They fed on leaf sap, which caused leaf deformation and slowed growth. Their numbers peaked at the end of June, during the humid period.

**Leafrollers (Tortricidae spp., Lepidoptera: Tortricidae)**

Leafroller larvae damaged young leaves and shoots, which they rolled into nest-like structures with webbing and fed inside. The damage caused leaves to roll up, become deformed, and have local dried-out areas. The most frequent cases were recorded at the end of June and the beginning of July.

A significant difference in resistance to both diseases and pests was noted among the cultivars:

- ‘Ken’s Red’ – exhibits relatively high resistance to both powdery mildew and Fusarium.
- ‘Weiki’ – susceptible to Fusarium and thrips.
- ‘Issai’ – damaged early by mites and powdery mildew.

Table 2 presents the indicators of pest damage intensity for the mini kiwi cultivars (‘Issai’, ‘Ken’s Red’, ‘Weiki’, ‘Jumbo’).

**Table 2.** Pests Damage Intensity (0–5-point system)

Cultivar	Red Spider ( <i>Tetranychus urticae</i> )	Aphids ( <i>Aphis spp.</i> )	Leafroller ( <i>Tortricidae spp.</i> )	Mean Index
Issai	2.6	2.5	2.4	2.5
Ken's Red	1.0	1.1	0.9	1.0
Weiki	1.8	1.6	1.4	1.6
Jumbo	2.4	2.1	2.2	2.2

The observation results established a significant difference in the spread and impact intensity of pests among mini kiwi (*Actinidia arguta* Planch.) cultivars. The ‘**Issai**’ cultivar was the most damaged. The action of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch), in particular, was evident, becoming active from the second half of July to mid-August. Chlorotic spots, tissue desiccation, and premature leaf drop were noted on the leaves. The spread of the pest was assessed as moderate (2.5 points), although localized high damage was noted on individual plants under dry and hot weather conditions.

The impact of mites on the ‘Weiki’ cultivar was relatively less pronounced (1.6 points), though signs of damage were still observed on the lower leaves of the plant. The spread of pests on the ‘Jumbo’ and especially ‘Ken’s Red’ cultivars was low (1.0 point), which indicates their better resistance.

Aphids (*Aphis spp.*, Hemiptera: Aphididae) were recorded mainly on young shoots and the underside of the leaves. Their numbers peaked at the end of June and the beginning of July—in humid weather. The impact of aphids was assessed as moderate intensity on ‘Issai’ and ‘Jumbo’, while ‘Ken’s Red’ and ‘Weiki’ exhibited relatively low damage.

Leafroller (*Tortricidae spp.*, Lepidoptera: Tortricidae) larvae damaged the leaves and caused their deformation, but their spread in Jighaura was weakly expressed (1.4–2.4 points).

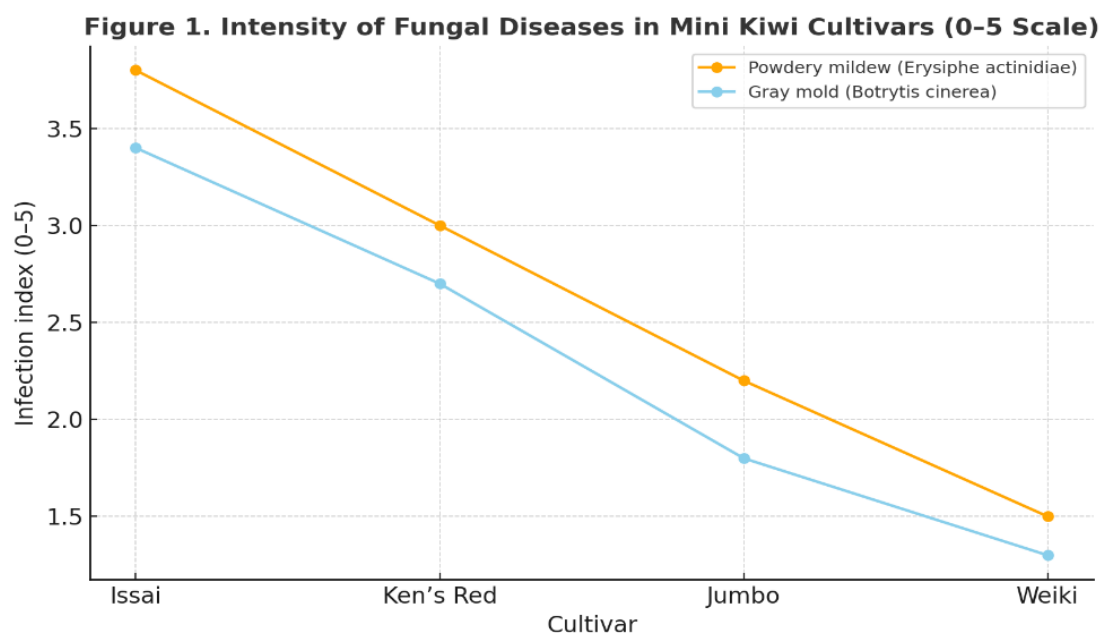
The general trend shows that pest activity was strongly dependent on meteorological conditions—mites spread more actively in dry and hot weather, while aphids and leafrollers were more prevalent during the humid period. Such seasonal dynamics correspond to studies conducted in other temperate zones (Cho et al., 2018; Park et al., 2016; McKenna et al., 2007; Biasi et al., 2019), where the peaks of pest development coincide with the mid-vegetation phase.

Comparatively, according to data from Korea and New Zealand, *Tetranychus urticae* often reaches the economic injury level in susceptible cultivars (‘Issai’ and ‘Mitsuko’), especially when the temperature exceeds 28°C and humidity is low (McKenna et al., 2007; Cho et al., 2018). The average indices obtained in Jighaura (1.0–2.5 points) indicate lower pressure, which is likely due to the local microclimate—good aeration, moderate temperature, and regular agro-technical measures.

The results confirm that pest pressure in Georgian conditions varies between cultivars, but the overall level is low to moderate, and the risk of economic damage is minor. Accordingly, within the framework of Integrated Pest Management (IPM), regular monitoring, sanitary pruning, and the use of biopreparations for prevention are sufficient.

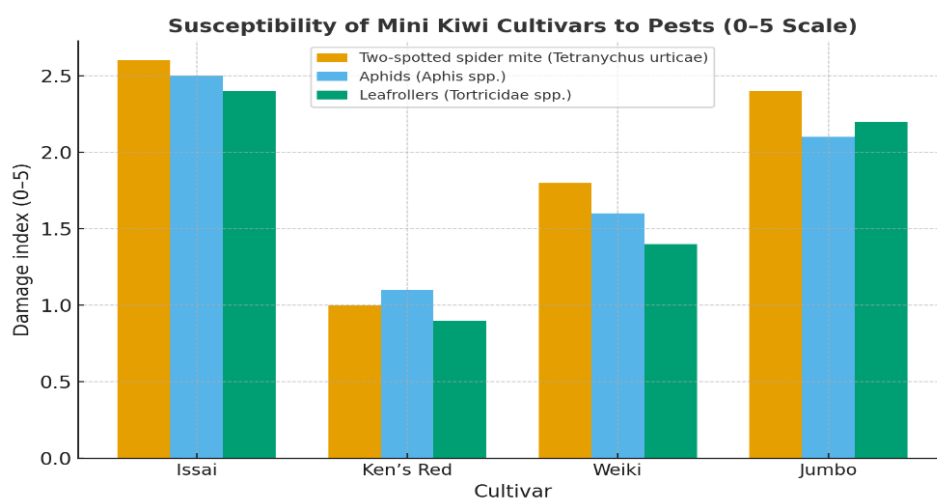
Figures 1 and 2 clearly show the damage to the cultivars by pathogens. The graph in Figure 1 shows the intensity of fungal diseases on mini kiwi (*Actinidia arguta*) cultivars under Jighaura conditions (2023–2024). The average infection intensity (0–5 point system) reflects the spread of Powdery Mildew (*Erysiphe actinidiae*) and Gray Mold (*Botrytis cinerea*). The most susceptible cultivar was ‘Issai’ (mean index = 3.63), followed by ‘Ken’s Red’, while ‘Jumbo’ and ‘Weiki’ exhibited relatively high resistance. Powdery mildew was more intense in Jighaura conditions than gray mold, which is related to the moderately warm and humid conditions characteristic of the August–September period.





**Fig. 1.** Intensity of fungal diseases in mini kiwi cultivars

The graph in Figure 2 shows the pest damage intensity on mini kiwi (*Actinidia arguta*) cultivars under the agroecological conditions of Eastern Georgia (2023–2024). The average damage level (0–5 point system) is presented for the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), aphids (*Aphis* spp.), and leafrollers (*Tortricidae* spp.). The most damaged cultivar was ‘Issai’ (mean index = 2.5), especially due to the impact of the two-spotted spider mite, while ‘Ken’s Red’ and ‘Weiki’ exhibited low pest pressure. Pest activity was strongly dependent on meteorological conditions: mites spread more actively during hot and dry weather, while aphids and leafrollers were more prevalent during the humid period.



**Fig. 2.** Susceptibility of mini kiwi cultivars to pests

The graphs clearly show that ‘Issai’ is the most susceptible to both fungal infections and pests, while ‘Ken’s Red’ exhibits the highest resistance.

Additionally, wind damage and chlorosis were noted during the observation period, which are significant abiotic stress factors for mini kiwi.

Wind, especially during the May–August period, frequently caused physical damage to the vines, the breaking of young shoots and leaves, and the shedding of unripe fruit. Although the local climate of Jighaura is characterized by weak to moderate wind dynamics, repeated microfronts, particularly during the fruit development stage, still affect the plant structure and crop stability. Similar effects are described in other regions, where it was confirmed that *A. arguta* is not resistant to strong winds, and high-speed winds during the flowering and fruit formation periods significantly reduce the harvest (Ma et al., 2021). Wind stress can also increase the level of transpiration and the plant's water demand, leading to cracks on the fruit surface and moisture deficit (ISHS, 2011).

Chlorosis was manifested by the yellowing of leaf tissues while the green veins were preserved, indicating a disruption of the photosynthetic process. This phenomenon is mainly linked to the alkaline reaction of the soil ( $\text{pH} > 7.5$ ) and a deficit of micronutrients, especially **iron** (Fe), zinc (Zn), and manganese (Mn) (Rombolà et al., 2002). Similar mechanisms are described in other kiwi species, where iron deficiency reduces chlorophyll synthesis, stops growth, and limits the biochemical ripening of the fruit (Baldi et al., 2024). Consequently, the management of iron deficiency and regular chemical monitoring of the soil in Jighaura conditions are necessary measures to maintain leaf health and yield.

The obtained results align with international observations that emphasize the crucial impact of stresses related to wind and soil micronutrient balance on the growth and yield of *Actinidia arguta* (Ma et al., 2021; Rombolà et al., 2002; Baldi et al., 2024). Furthermore, it is noteworthy that the average humidity and weak-to-moderate wind regime recorded in Jighaura conditions generally create a favorable background for mini kiwi cultivation and the adaptation of genotypes, which underscores the region's potential for the industrial development of this crop.

## 5. Conclusions

The results show that mini kiwi in the conditions of Eastern Georgia is generally less damaged by insects. However, fungal infections—especially powdery mildew—represent the main threat, particularly in humid and changeable weather. This data is consistent with analogous studies in Korea and Poland. However, unlike those countries, pest pressure is relatively lower in Georgia, which may be due to the climate and biodiversity.

The data obtained in Jighaura conditions confirm that mini kiwi can be considered a promising crop for Georgia. Its general resistance to fungal and entomological pressure, as well as the moderate climatic conditions, create a favorable environment for the development of commercial orchards.

Continued monitoring and the implementation of Integrated Pest Management (IPM) systems are necessary. This will improve plant health, reduce the need for chemical intervention, and promote the establishment of ecologically sustainable production in Georgia.

## References:

- Baldi, E., Pastore, C., Chiarelli, G., Quartieri, M., Spinelli, F., & Toselli, M. (2024). *Molecular responses to drought and waterlogging stresses of kiwifruit (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*) potted vines*. *Horticulturae*, 10(8), 834. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10080834>
- Biasi, W. V., Ferguson, A. R., & Miller, S. A. (2019). *Postharvest handling and quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta*)*. *Acta Horticulturae*, 1256, 105–112. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1256.13>

- Bobokashvili, Z., Maghlakelidze, E., & Kvaliashvili, K. (2021). *Preliminary evaluation of Actinidia arguta cultivars under Eastern Georgian climatic conditions*. Bulletin of the Scientific-Research Center of Agriculture, 19(2), 33–40.
- Cho, M. S., Kim, J. G., Park, K. S., & Lee, J. H. (2018). *Occurrence of major pests and diseases on hardy kiwifruit (Actinidia arguta) in Korea*. Korean Journal of Horticultural Science & Technology, 36(5), 671–679. <https://doi.org/10.7235/hort.2018.18058>
- International Society for Horticultural Science (ISHS). (2011). *Fruit transpiration increases with wind speed*. Acta Horticulturae, 913, 51–56. [https://www.ishs.org/ishs-article/913\\_51](https://www.ishs.org/ishs-article/913_51)
- Ma, Y., Wang, Z., Zhang, H., Yang, H., & Zhang, Z. (2021). *Prediction of potential geographical distribution patterns for Actinidia arguta under climate change*. Sustainability, 13(6), 3526. <https://doi.org/10.3390/su13063526>
- McKenna, C. E., Fraser, J., & Robinson, D. (2007). *Pest and disease management in hardy kiwifruit (Actinidia arguta) orchards in New Zealand*. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 35(3), 245–254.
- Park, K. S., Lee, J. H., & Kim, J. G. (2016). *Occurrence and control of powdery mildew and gray mold in Actinidia arguta orchards*. Journal of Agriculture and Life Science, 50(4), 41–49.
- Rombolà, A. D., Brüggemann, W., López-Millán, A. F., Tagliavini, M., Abadía, J., Marangoni, B., & Moog, P. R. (2002). *Biochemical responses to iron deficiency in kiwifruit (Actinidia deliciosa)*. Tree Physiology, 22(12), 869–875. <https://doi.org/10.1093/treephys/22.12.869>
- Testolin, R., & Ferguson, A. R. (2009). *Kiwifruit (Actinidia spp.) production and research trends*. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 37(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/01140670909510247>

## ***Actinidia arguta*, როგორც მეზღეობისა და ბიოტექნოლოგიური პოტენციური მოლდოვას რესპუბლიკაში კულტივაციისთვის**

კალუგარუ-სპატარუ ტატიანა<sup>1\*</sup>, კაუშ მარია<sup>1</sup>, დასკალიუკ ალექსანდრუ<sup>1</sup>, პარი ია<sup>2</sup>

<sup>1</sup> გენეტიკის, ფიზიოლოგიისა და მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი, მოლდოვას სახელმწიფო უნივერსიტეტი, RM, ელ. ფოსტა: tatiana.calugaru.spataru@sti.usm.md;

<sup>2</sup> უკრაინის მცენარეთა სელექციის სამეცნიერო ინსტიტუტი, კიევი, უკრაინა

**აბსტრაქტი.** *Actinidia arguta* (მდგრადი კივი, მინი-კივი ან პატარა კივი) წარმოადგენს სახეობას, რომელსაც აქვს მაღალი პოტენციური მოლდოვას რესპუბლიკაში მეზღეობის სექტორის დივერსიფიკაციისთვის, მისი უმაღლესი ეკოლოგიური მდგრადობის, ნაყოფის ბიოქიმიური ღირებულებისა და მიკროგამრავლების გზით სწრაფი გამრავლების შესაძლებლობების გამო. მიღებული შედეგების ბიოტექნოლოგიურ, ბიოქიმიურ და საბაზრო დონეზე ინტეგრაცია ადასტურებს, რომ *Actinidia arguta*-ს აქვს ყველა წინაპირობა, რომ გახდეს პერსპექტიული კულტურა მოლდოვას რესპუბლიკაში. გამოყენებითი კვლევის გაძლიერება, საპილოტე პლანტაციების განვითარება და პროდუქტის აქტიური პოპულარიზაცია მომხმარებლებისთვის შეიძლება ამ სახეობას ეროვნული მეზღეობის სტრატეგიულ ელემენტად და ფუნქციური ხილის პორტფელის დივერსიფიკაციის მნიშვნელოვან ფაქტორად აქცევდეს რეგიონულ და ევროპულ დონეზე. შედეგები აჩვენებს როგორც სახეობის აგრონომიულ, ასევე ბიოტექნოლოგიურ ღირებულებას, ასევე მისი ინტეგრაციის შესაძლებლობებს ადგილობრივ და საერთაშორისო „სუპერხილის“ ბაზარზე.

**საკვანძო სიტყვები:** *Actinidia arguta*, მიკროგამრავლება in vitro, SDS-PAGE, ქიტინაზას აქტივობა.

## ***Actinidia arguta* as a Horticultural and Biotechnological Potential for Cultivation in the Republic of Moldova**

Călugăru-Spătaru Tatiana<sup>1\*</sup>, Cauș Maria<sup>1</sup>, Dascaluic Alexandru<sup>1</sup>, Pariy Ya<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Institute of Genetics, Physiology & Plant Protection, Moldova State University, RM  
e-mail: tatiana.calugaru.spataru@sti.usm.md;

<sup>2</sup> Ukrainian Scientific Institute of Plant Breeding, Kyiv city, Ukraine

**Abstract.** *Actinidia arguta* (hardy kiwi, mini-kiwi, or baby kiwi) represents a species with high potential for diversifying the horticultural sector in the Republic of Moldova, due to its superior ecological resistance, the biochemical value of its fruit, and the possibilities of rapid multiplication through micropropagation. The integration of the obtained results at the biotechnological, biochemical, and market levels confirms that

*Actinidia arguta* has all the prerequisites to become a promising crop in the Republic of Moldova. Strengthening applied research, developing pilot plantations, and actively promoting the product to consumers could turn this species into a strategic element of national horticulture and an important factor in diversifying the functional fruits portfolio at regional and European levels. The results demonstrate both the agronomic and biotechnological value of the species, as well as opportunities for its integration into the domestic and international “superfruit” market.

**Keywords:** *Actinidia arguta*, micropropagation *in vitro*, SDS-PAGE, chitinase activity.

## 1. Introduction

The genus *Actinidia* (family *Actinidiaceae*) comprises approximately 54 species originating from East Asia (China, Korea, Japan, and the Russian Far East), of which only a few have been introduced into cultivation for food consumption or ornamental purposes (Zhang et al., 2023). The best-known species in the world is *Actinidia deliciosa* (kiwi), valued for its high vitamin C content and economic importance. In recent decades, however, increasing attention has been directed toward species with higher tolerance to stress factors and superior nutritional potential, such as *A. arguta* (mini-kiwi), due to its favorable biological characteristics and potential to be promoted as a functional fruit - “superfruit” (Kupska et al., 2016).

*A. arguta* plants exhibit high ecological adaptability and, according to Marosz (2009), can withstand extreme temperatures of up to  $-34^{\circ}\text{C}$ , which provides agronomic advantages in regions with continental climates, including the Republic of Moldova. An illustrative example is the winter of 2011–2012, when air temperatures dropped to  $-27^{\circ}\text{C}$ , yet locally cultivated plants survived without significant damage, confirming the feasibility of cultivating this species under the climatic conditions of Moldova.

From a nutritional perspective, *A. arguta* fruits are small, sweet, and have edible skin. They are rich in chlorophyll, lutein, and  $\beta$ -carotene, and are considered one of the most important sources of lutein among commonly consumed fruits (Nishiyama, 2005). Biochemical analyses carried out by our colleagues (Ivanova & Dascalu, 2010) confirmed high concentrations of vitamin C, significant levels of polyphenols, and strong antioxidant activity in *A. arguta* fruits, supporting the positioning of this species as a premium product with outstanding nutritional benefits. Furthermore, studies conducted by Nishiyama (2005) and Zuo (Zuo et al., 2012) have shown that some *A. arguta* genotypes, as well as certain varieties of *A. chinensis*, accumulate anthocyanins in the pulp during ripening, which enhances antioxidant activity and increases the commercial attractiveness of the fruits.

From the phytochemical and pharmacological point of view, the recent analysis by Zhang (Zhang et al., 2023) identified 539 compounds isolated from *A. arguta*, including terpenoids, flavonoids, phenols, phenylpropanoids, lignins, organic acids, volatile compounds, alkanes, coumarins, anthraquinones, alkaloids, polysaccharides, and inorganic elements. Analysis of the specialized literature shows that most of the pharmacological properties attributed to the plant, such as antioxidant, anti-inflammatory, and antitumor, are mainly associated with flavonoids, phenols, and polysaccharides, which have been repeatedly identified as the main biologically active classes. These properties, supported by local data on vitamin C and polyphenol content, classify *A. arguta* as both a functional fruit and a resource with phytotherapeutic potential.

In the Republic of Moldova, the introduction and cultivation of *Actinidia* species represent an emerging direction for diversifying the horticultural sector in a context of climate change and growing consumer orientation towards healthy fruits with high functional value. The domestic market is currently dominated by the hairy kiwi (*A. deliciosa*, *A. chinensis*), imported mainly from Greece, Italy, and New Zealand, with consumption almost entirely covered by imports. This dependence reveals a supply deficit in the local market and opens opportunities for the introduction and expansion of *A. arguta* cultivation.

Although commercial mini-kiwi plantations have not yet been widely developed in the Republic of Moldova, there are promising experimental results. Locally adapted *A. arguta* has demonstrated a productivity



of 2–10 kg per plant at maturity and superior biological quality, confirming the agronomic feasibility of the species under local pedoclimatic conditions. The harvest season in October–November, when the availability of domestic fruits is limited, represents a significant competitive advantage, supporting the positioning of *A. arguta* in both domestic and international markets, especially in premium segments (HoReCa, organic retail, niche export).

However, the development of this crop is constrained by several key factors, including the lack of certified and standardized planting material on a large scale, the need for significant investments in auxiliary infrastructure (trellises, pergolas), as well as the biological characteristics of the species associated with dioecy and the need for effective pollination. In addition, low consumer awareness of the product in the domestic market necessitates educational campaigns to familiarize consumers with mini-kiwi fruits and their uses.

From a scientific perspective, research carried out in the Republic of Moldova on this species has focused on three major areas: rapid propagation through *in vitro* culture techniques to meet the demand for planting material; proteomic characterization of leaves to identify molecular markers for sex differentiation in dioecious plants; and the study of biochemical defense mechanisms against biotic stress, with emphasis on interactions with pests such as the greenhouse whitefly. The results of these studies confirm not only the agronomic potential but also the biotechnological importance of *A. arguta*.

Therefore, this article aims to integrate available data on the biology, micropropagation, and biochemical value of *A. arguta* with the analysis of market trends and technological constraints, to highlight the prospects for the introduction and expansion of this crop in the Republic of Moldova.

## 2. Materials and Methods

### *Micropropagation and ex vitro acclimatization*

The research was carried out in the Laboratory of Plant Biochemistry at the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, using biological material of *A. arguta*. The plant material was obtained from mother plants maintained in the experimental collection of the institute.

Explant material consisted of meristematic apices and fragments of young shoots. Sampling was performed during the active growth phase of shoots, in April–May. Explants were surface-sterilized by sequential immersion in ethanol solution (70%) and sodium hypochlorite solution (0.5–1.0%), followed by repeated rinsing with sterile distilled water.

For shoot initiation and proliferation, Murashige and Skoog (MS) medium variants (Murashige & Skoog, 1962) were used, in some cases with the salt concentration reduced by half. Growth regulation was achieved by supplementation with 6-benzylaminopurine (BAP, 0.5–1.0 mg/L) and indole-3-acetic acid (IAA, 0.1–0.2 mg/L), in combination with activated charcoal (1200 mg/L) to reduce browning and stimulate rhizogenesis. This composition enabled the simultaneous development of shoot regeneration and root formation. Cultures were maintained under controlled conditions: photoperiod of 16 h light/8 h dark, light intensity of 3000–3500 lux (cool white fluorescent tubes), and constant temperature of  $24 \pm 2$  °C.

Plants with developed root systems were transferred to a sterilized substrate composed of peat: perlite (3:1). *Ex vitro* acclimatization was achieved by initially maintaining plants in mini-greenhouses under high humidity (90–95%), followed by a gradual reduction of humidity and an increase in light intensity. After 4–6 weeks, plants were transferred to the greenhouse, where the survival rate ranged between 70 and 75%.

### *Analysis of polypeptide spectra*

Leaves from male and female plants grown in the greenhouse (3 years old, obtained through micropropagation) and in lysimeters (11 years old, mature plants) were used for protein extraction. Polypeptides were separated by SDS-PAGE (10–15% polyacrylamide gradient gels) according to the method of Laemmli (1970). Gels were stained with Coomassie Brilliant Blue R-250 and analyzed using specialized software for gel image analysis and quantification.

### *Determination of chitinase activity*

Chitinase activity was measured in protein extracts from healthy and *Trialeurodes vaporariorum*-infested leaves of male and female *A. arguta* plants. The method was based on spectrophotometric determination of the hydrolysis products of N-acetyl-D-glucosamine.

### 3. Results and Discussion

The micropropagation procedure developed for *A. arguta* aimed to optimize *in vitro* multiplication by reducing culture time and increasing the multiplication coefficient. Experiments demonstrated that the use of Murashige–Skoog (MS) medium with half-strength salts, supplemented with 1200 mg/L activated charcoal, enabled the simultaneous occurrence of shoot regeneration and root induction. Under these conditions, accelerated plantlet development was achieved, with the formation of 3–5 cm shoots 30 days after inoculation and a high rhizogenesis rate.

Unlike classical protocols, which require two distinct stages (shoot proliferation followed by rooting), the developed procedure enabled micropropagation in a single stage, reducing the *in vitro* culture period from 14–16 weeks to 10–12 weeks. Under these conditions, the multiplication coefficient increased significantly, from approximately 300 plants/year using the standard method to about 8000 plants/year—an improvement of more than 26-fold (Călugăru-Spătaru & Dascalu, 2013).

During *ex vitro* acclimatization, the obtained plants showed a survival rate of 70–75%, confirming the efficiency of the procedure. The methodological advantage consisted not only in the increased yield but also in the reduced consumption of reagents and culture space, thereby lowering the production costs of planting material.

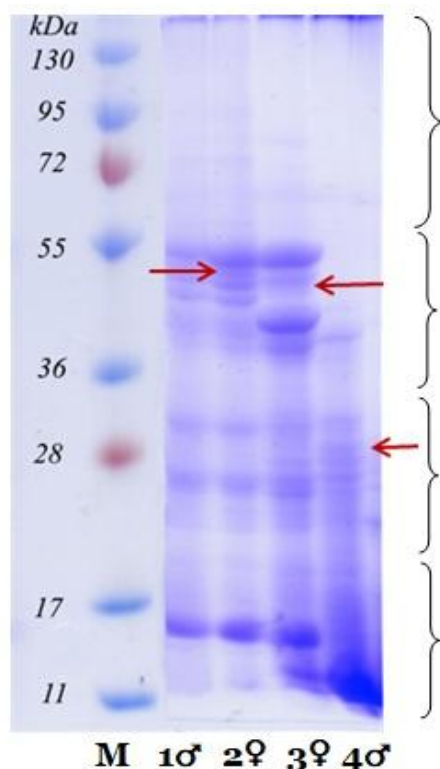
Micropropagation of *Actinidia* species is considered an essential method for obtaining planting material; however, a number of limitations have been noted in the international literature, especially concerning rhizogenesis and plant survival during acclimatization. Classical protocols show a multiplication rate of 3–6 shoots/explant and rooting rates between 40 and 70% (Goralski et al., 2005; Rugini & Gutiérrez-Pesce 2003; Wu & Long, 2011). In addition, the duration of the complete cultivation cycle is 14–16 weeks, which limits annual yield and increases costs.

By comparison, our results demonstrate higher efficiency, both through the integration of multiplication and rhizogenesis stages into a single cycle and due to the higher survival rates during acclimatization (70–75%). Thus, the developed and patented procedure not only exceeds performances reported in the international literature but also has great practical importance for horticulture in the Republic of Moldova, where the lack of certified planting material remains one of the main obstacles to the expansion of commercial plantations.

The results obtained for *A. arguta* confirm both the agronomic value and the biotechnological potential of the species under Moldovan conditions. By optimizing the micropropagation method, it was possible to integrate multiplication and rhizogenesis into a single cycle, which led to a significant increase in yield and a reduction in cultivation time. This methodological innovation directly meets the need for certified planting material for the creation of commercial plantations.

Integration of these biotechnological results with molecular biology studies opens new perspectives for understanding and exploiting the species. While efficient micropropagation provides practical solutions for multiplication and cultivation expansion, proteomic characterization supplies fundamental insights into the genetic and physiological peculiarities of the plants.

Electrophoretic analysis (SDS-PAGE) of protein extracts from *A. arguta* leaves revealed a complex spectrum of polypeptides with molecular weights ranging from 14 to 97 kDa (Fig. 1). Both male and female plants displayed a common set of constitutive proteins, but with qualitative and quantitative differences in the



**Figure 1.** Polypeptide profile of *A. arguta* plants obtained by SDS-PAGE (10–15% gradient). M – PageRuler™ molecular marker (11–250 kDa); 1–2 – plants grown in lysimeters; 3–4 – plants grown under greenhouse conditions.

30–70 kDa range. These differences suggest the existence of molecular markers useful for sex differentiation at juvenile stages, which would represent a major technological advance for this dioecious species. International studies have confirmed the importance of protein markers for sex identification in *Actinidia*. Polypeptides with molecular weights between 24–45 kDa have been reported as more abundant in male plants, while fractions of 60–70 kDa were found in female plants (Zhang et al., 2021). These observations partially coincide with our results obtained in Moldova, where stable protein differences between sexes were identified, suggesting their potential use for early selection of planting material.

Furthermore, the literature shows that certain heat shock proteins and antioxidant proteins, with molecular weights between 45–70 kDa, are associated with increased resistance to abiotic stress. Their presence in the protein spectrum of *A. arguta* supports the hypothesis of a correlation between protein profile and the high adaptability of the species to the continental conditions of Moldova.

The polypeptide profile of *A. arguta* leaves obtained in this study falls within the range previously described for the genus *Actinidia*, where bands between 13 and 95 kDa and a denser distribution in the 55–20 kDa region have been reported (Khukhunaishvili & Dzhokhadze, 2006). The present results (14–18 fractions) confirm the conserved character of the protein core in this genus.

The constant element identified was a fraction of ~30 kDa, corresponding to actinidin, a protease specific to the genus *Actinidia*, previously reported in fruits, seeds, and leaves, which plays a role in digestive processes and possible insecticidal effects (Boyes et al., 1997). Its presence in all samples, regardless of sex and culture conditions, confirms its stability as a biochemical marker.

In addition, a fraction of ~28–29 kDa was detected that was compatible with kiwellin, a major allergen documented in kiwi fruits (*A. chinensis*, *A. deliciosa*) (Tamburrini et al., 2005; Wang et al., 2019). Its expression in leaves is rarely mentioned in the literature, which adds interest to this observation and justifies targeted testing using modern proteomic methods (LC-MS/MS, Western blotting).

With regard to sex differences, the results obtained confirm previous findings that SDS-PAGE does not allow the identification of exclusive sex-specific protein markers and that variations are often attributed to environmental conditions and developmental stage (Khukhunaishvili & Dzhokhadze, 2006). This is in line with the international trend of combining protein analysis with genomic markers for reliable sex determination in *Actinidia* (Zhou et al., 2020a).

In parallel, recent literature highlights the role of quantitative proteomics in elucidating responses to biotic and abiotic stress, identifying proteins involved in defense (PR proteins, chitinases) when interacting with pathogens such as *Pseudomonas syringae* (Zhu et al., 2020). Thus, future research directions for *A. arguta*

should include the integration of quantitative proteomics with sex-specific molecular markers, as well as extending the analysis to fruits, seeds, and roots.

Overall, the present study is consistent with international observations on protein diversity in *Actinidia* and contributes by identifying relevant fractions (actinidin, kiwellingin) that may serve as potential biochemical markers.

Under conditions of experimental infestation with greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*), *A. arguta* leaves exhibited a significant increase in chitinase activity. After 24 hours, enzymatic activity increased by 60% compared to the control, reaching a maximum at 48 hours (twice the initial level), and subsequently remaining above control values. This rapid response suggests that chitinase-type enzymes represent a major defense mechanism of *A. arguta* against biotic stress (Cauș & Călugăru-Spătaru, 2020).

Chitinases are considered worldwide as classical markers of plant defense responses, as they are involved both in protection against fungal pathogens and in insect resistance mechanisms (Kasprzewska, 2003). In the case of the genus *Actinidia*, studies have revealed increased activity of chitinases and  $\beta$ -1,3-glucanases following fungal infections and insect attacks.

Compared to literature data, our results demonstrated that *A. arguta* leaves exhibit high resistance to infestation by greenhouse whiteflies, which partially explains the species' high tolerance to biotic stress. This data confirms the value of *A. arguta* not only as a fruit crop but also as an experimental model for studying the enzymatic defense mechanisms of perennial plants.

Overall, the combination of efficient micropropagation, identification of molecular markers, and characterization of biochemical responses to stress places *A. arguta* in a strategic position for the development of niche horticulture in the Republic of Moldova. Integration of these results provides a solid basis for expanding applied research and economic valorization of the species in the context of a regional “superfruit” market.

#### 4. Conclusions

The integration of the obtained results at the biotechnological, biochemical, and market levels confirms that *Actinidia arguta* has all the prerequisites to become a promising crop in the Republic of Moldova. Strengthening applied research, developing pilot plantations, and actively promoting the product to consumers could turn this species into a strategic element of national horticulture and an important factor in diversifying the functional fruits portfolio at regional and European levels.

**Acknowledgment.** Research was carried out within the framework of the *Subprogram 011101*, funded by the *Ministry of Education and Research of Moldova*, and within the *Moldova-Georgia Bilateral Project*, #25.80013.7007.01GEO financed by the *National Agency for Research and Development of the Republic of Moldova*.

#### References:

- Boyes, S.; Strubi, P.; & Marsh, H. (1997). Actinidin levels in fruit of *Actinidia* species and some *Actinidia arguta* rootstock-scion combinations. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*. 30(4): 379-389.
- Cauș, M., & Călugăru-Spătaru, T. (2020). Chitinase activity in the leaves of *A. arguta* L. plants grown in greenhouse conditions and infested with the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). *Plant Protection – Achievements and Perspectives* (57th ed.). Chișinău: Print-Caro LLC. 15–19.
- Călugăru-Spătaru, T.; Dascaliuc, A. (2013). Patent: Process for micropropagation of *Actinidia arguta* plants *in vitro*. MD 605 Z. 2013-10-31.
- Goralski, G.; Marzena, O.; Slesak, H.; Siwinska, D.; Batycka, M. (2005). Organogenesis in endosperm of *Actinidia deliciosa* cv. Hayward cultured *in vitro*. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 47.

- Ivanova, R.; Dascalu, A. (2010). *In vitro* study of antioxidant capacity of *Actinidia* fruits growing in Moldova. *Medium Amb.* 4(52): 29–31.
- Kasprzewska A. (2003). Plant chitinases-regulation and function. *Cell Mol Biol Lett.* 8(3):809-24.
- Khukhunaishvili, R.; Dzhokhadze, D. (2006). Electrophoretic study of the proteins from actinidia leaves and sex identification. *Applied Biochemistry & Microbiology*, 42(1): 107-110.
- Kupska, M.; Wasilewski, T.; Jędrkiewicz, R.; Gromadzka, J.; Namieśnik, J. (2016). Determination of terpene profiles in potential superfruits. *Int. J. Food Prop.* 19: 2726–2738.
- Laemmli, U.K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4, *Nature*, 227: 680-685.
- Marosz, A. (2009). Comparison of winter hardiness and growth of *Actinidia arguta* and *A. kolomikta* cultivars grown in central Poland. *Acta Agrobot*, 62(2): 79–85.
- Murashige T., Skoog F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*, 15: 473–497.
- Nishiyama, I.; Fukuda, T.; Oota, T. (2005). Genotypic differences in chlorophyll, lutein, and beta-carotene contents in the fruits of *Actinidia* species. *J Agr. Food. Chem.* 53(16): 6403–6407.
- Rugini, E.; Gutiérrez-Pesce, P. (2003). Micropropagation of kiwifruit (*Actinidia* spp.). In *Micropropagation of Woody trees and fruits*. Dordrecht: Springer Netherlands. 647-669.
- Tamburrini, M.; Cerasuolo, I.; Carratore, V.; Stanziola, L., Zofra, S.; & Ciardiello, M. A. (2005). Kiwellin, a novel protein from kiwi fruit with allergenic properties. *Protein Journal*, 24(7–8), 423–429.
- Wang, J.; Vanga, SK.; McCusker, C.; Raghavan, V. (2019). A Comprehensive Review on Kiwifruit Allergy: Pathogenesis, Diagnosis, Management, and Potential Modification of Allergens Through Processing. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 18(2):500-513
- Wu, Y., Xie, M., & Long, Q. (2011). *In vitro* organogenesis and plant regeneration from leaves of *Actinidia eriantha* Benth. cv White (kiwifruit). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 39(4), 231–240.
- Zhang, Y., Wang, Y., Zhou, W. et al. (2021). Comparative proteomics analysis reveals differentially accumulated proteins associated with male and female *A. chinensis* var. *chinensis* bud development. *Proteome Sci.* 19, 8.
- Zhang, H.; Teng, K.; Zang, H. (2023). *Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. ex Miq.: A Review of Phytochemistry and Pharmacology. *Molecules*. 28(23):7820.
- Zhou, J.; Wang, Z.; Li, Y., et al. (2020). Development of sex-linked molecular markers in *Actinidia arguta*. *BMC Plant Biology*, 20, 58.
- Zhu, L.; Zhao, H.; Zhang, H.; et al. (2020). Quantitative proteomics reveals defense responses in kiwifruit (*Actinidia chinensis*) against *Pseudomonas syringae*. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1354.
- Zuo, L. L.; Wang, Z. Y.; Fan, Z. L., et al. (2012). Evaluation of antioxidant and antiproliferative properties of three *Actinidia* (*Actinidia kolomikta*, *Actinidia arguta*, *Actinidia chinensis*) extracts *in vitro*. *Int. J. Mol. Sci.* 13, 5506–5518.



## პერსპექტიული კენკროვანი კულტურის იოშტას (*Ribes × nidigrolaria*) მოყვანის შესაძლებლობები საქართველოს პირობებში

ლალი გოგინავა<sup>1,2</sup>, მარიკა ვახტანგაშვილი<sup>1</sup>, ვანო კაკაშვილი<sup>1</sup>, ლაშა ციგრიაშვილი<sup>1</sup>

<sup>1</sup> სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, მეხილეობის კვლევის სამსახური, თბილისი, საქართველო;

<sup>2</sup> ბიოლოგიურ მეურნეობათა ასოციაცია „ელკანა“, თბილისი, საქართველო  
ელ.ფოსტა: laligoinava12@gmail.com

**აბსტრაქტი.** ცნობილია, რომ იოშტა (*Ribes × nidigrolaria*) წარმოადგენს მეტად საინტერესო და პერსპექტიულ კენკროვან კულტურას, რომელიც მიღებულია შავი მოცხარის (*Ribes nigrum*) და ხურტკმელის (*Ribes grossularia*) შეჯვარების საფუძველზე, სასელექციო მეთოდებით. საქართველოში იოშტას გავრცელება დაიწყო XX საუკუნის 1990-იან წლებში, თავდაპირველად მოყვარული მეხილეობის ინიციატივით. ხოლო სამეცნიერო მიზნებისთვის მისი ინტროდუქცია განხორციელდა 2000-იანი წლების შუა პერიოდში, მეზღვრობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის საკოლექციო ნაკვეთებში.

წარმოდგენილი კვლევის მიზანია იოშტას ბიოლოგიურ-სამეურნეო თვისებების კომპლექსური შესწავლა და მისი გავრცელების პოტენციალის შეფასება საქართველოს პირობებში, კერძოდ — ცენტრალურ ქართლში. სტატიამი წარმოდგენილია სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის ჯილაურას ბაზაზე ჩატარებულ პირველადი დაკვირვებების შედეგები.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე დადგინდა, რომ იოშტა იწყებს სიმწიფეს ივნისის ბოლოს — ივლისის პირველ დეკადაში, რაც ხელს უწყობს ადრეული მოსავლის მიღებას და კენკროვანი კულტურების სეზონურ დივერსიფიკაციას. მისი სიმწიფის პერიოდი სრულდება აგვისტოს მეორე ნახევარში, და მცენარეს არ ახასიათებს რემონტანტური (განმეორებითი) მოსავლიანობა.

კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით, უნდა აღინიშნოს, რომ იოშტა შეიძლება შეფასდეს როგორც პერსპექტიული კულტურა მცირე ფერმერული მეურნეობებისთვის, რომლებიც უკვე დაკავებული არიან ან გეგმავენ შავი/წითელი მოცხარისა და ხურტკმელის წარმოებას. იოშტას მოყვანას თან ახლავს რამდენიმე მნიშვნელოვანი აგრონომიული უპირატესობა: ეკლების არარსებობა ამარტივებს მოსავლის აღებას და ამცირებს შრომით დანახარჯს, განსაკუთრებით ხურტკმელთან შედარებით, ნაყოფის შედარებით დიდი ზომა (შავი მოცხარის ფონზე) ზრდის სავაჭრო ღირებულებას და მომხმარებლის ინტერესს, ხსნადი მშრალი ნივთიერების მაღალი შემცველობა (<sup>o</sup>Brix) ხელს უწყობს გადამუშავების მრავალმხრივ შესაძლებლობებს — ჯემების, წვენების, კომპოტებისა და კონცენტრატების და სხვა პროდუქტების სახით.

აღნიშნული მახასიათებლების გათვალისწინებით, იოშტას გააჩნია ნიშური პოტენციალი კენკროვანი კულტურების მწარმოებელი ფერმერებისთვის - როგორც პერსპექტიული. ნაკლებად გავრცელებული, მაგრამ მაღალი საგემოვნო და კვებითი ღირებულების მქონე კენკრა.

**საკვანძო სიტყვები:** კენკროვანი კულტურები, პომოლოგიური მაჩვენებლები, საქართველო, იოშტა, შესწავლა

## 1. შესავალი

ცნობილია, რომ გასული XX საუკუნის პირველი ნახევრიდან მსოფლიოს წამყვანი მეხილე სელექციონერების კვლევითი ინტერესების ცენტრში მოექცა ხეხილოვანი და კენკროვანი კულტურების სახეობათშორისი ჰიბრიდიზაცია. აღნიშნული მიმართულება ძირითადად მიზნად ისახავდა როგორც აგრონომიული თვისებების გაუმჯობესებას (უხვმოსავლიანობა, დაავადებებისადმი გამძლეობა, კლიმატური-ნიადაგობრივი პირობებისადმი ადაპტაცია), ასევე სრულიად ახალი, კომერციულად მიმზიდველი ნაყოფის მომცემი კულტურების შექმნას.

სწორედ ამ მრავალწლოვანი სელექციური მუშაობის შედეგია, რომ 1960-იანი წლებიდან მეხილეობაში გამოჩნდა რამდენიმე საინტერესო ჰიბრიდული კულტურა, მათ შორის: Cerapadus, Padoceras - მიღებული საბჭოთა სელექციონერის, ივან მიჩურინის მიერ; Pluot, Aprium, Apriplum, Plumcot — შექმნილი ამერიკელი სელექციონერის, ფლოიდ ზაიგერის მიერ, Kroma - ფ. ნილსონი, და სხვა.

თუმცა, სამართლიანად ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ მათგან არც თუ ისე ბევრმა მოიპოვა ადგილი კომერციულ მეხილეობაში. მათგან მხოლოდ ზოგიერთი მათგანი ინტეგრირდა სამოყვარულო თუ მცირე ფერმერულ მეურნეობებში, როგორც ადგილობრივი ბაზრის დივერსიფიკაციისა და ნიშური მიმართულების თვისებების მქონე კულტურა.

აღნიშნულთაგან ერთ-ერთს წარმოადგენს სწორედ კენკროვანი კულტურა - იოშტა, რომელიც მიღებულია ხურტკმელისა და შავი მოცხარის შეჯვარებით. კულტურის სახელწოდება - Josta, Josta berry - წარმოიშვა ორი გერმანული სიტყვის — Johannesbeere (მოცხარი) და Stachelbeere (ხურტკმელი) — პირველი მარცვლების გაერთიანებით. მისი წარმოშობა უპირატესად დაკავშირებულია ცნობილი გერმანელი სელექციონერის რუდოლფ ბაუერის მრავალწლოვან შრომატევად სამუშაოსთან, რომლის მიზანი იყო უეკლო, დაავადებების მიმართ გამძლე გენოტიპების მიღება, თუმცა ისიც აღსანიშნავია, რომ მის შრომას წინ უძღოდა 1920-იანი წლებიდან ცნობილი მეცნიერის პოლ ლორენცის აღნიშნული მიმართულებით დაწყებული სელექციური სამუშაოები.

იოშტა (*Ribes × nidigrolaria* Rud.Bauer & A.Bauer) ბოტანიკურად ვარდისებრთა ოჯახის რთული ინტერსპეციფიკური ჰიბრიდია, რომელიც მიღებულია კლასიკური ჰიბრიდიზაციის გზით კომპლექსური მშობელი ფორმების შეჯვარების შედეგად. მისი გენეტიკური საფუძველი მოიცავს შავი მოცხარის (*Ribes nigrum*) ნაცრისადმი გამძლე F1-ჰიბრიდს (*R. nigrum* 'Langtraubige Schwarze' × *R. divaricatum*) და ფიჭვის ჟანგისადმი რეზისტენტულ ფორმას (*R. nigrum* 'Silvergieters Schwarze' × *R. grossularia* 'Grüne Hansa'). აღნიშნული კომბინაცია უზრუნველყოფს იოშტას გამორჩეულ აგრონომიულ თვისებებს, მათ შორის ზოგიერთი პათოგენის (ნაცარი (*Sphaerotheca mors-uvae*), ფიჭვის ჟანგა (*Cronartium ribicola*). კვირტის ტკიპა (*Cecidophyopsis ribis*)) მიმართ გამძლეობას, უეკლო ფორმას და გარემო პირობებთან მაღალ ადაპტაციას.

საქართველოში იოშტას შემოტანა საქართველოში დაიწყო გასული საუკუნის 90-იან წლებში ძირითადად მოყვარული მეხილეების მიერ. მისი სამეცნიერო მიზნით შემოტანა განხორციელდა 2000 წლების შუა პერიოდში მეხილეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის საკოლექციო ნარგაობებში.

იომტას კენკრა შეიცავს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო მრავალ ნივთიერებას. კერძოდ, შაქარებს, ორგანულ მჟავებს, პექტინს, მასში შემავალი ქიმიური ელემენტებიდან, უპირველეს ყოვლისა, აღსანიშნავია რკინა, კალიუმი, იოდი და სხვა. მისი ნაყოფები მდიდარია C და P ვიტამინებით. იომტა ანტოციანებსაც (წითელი, ლურჯი და იისფერი პიგმენტები) შეიცავს, რომლებსაც დაავადების გამომწვევ ბაქტერიებთან ბრძოლის, სისხლძარღვების კედლების გამაგრებისა და სისხლის მიმოქცევის გაუმჯობესების თვისებები აქვს. რაც შეეხება მის კვებით ღირებულებას, იომტა დაბალკალორიული პროდუქტია (100 გრ. – 45 კკალ), რაც მის დიეტოლოგიაში გამოყენების საშუალებას იძლევა. იომტას შეუძლია სისხლში ჰემოგლობინის გაზრდა, რეკომენდებულია როგორც ანემიის ასევე, ჰიპერტონიის დროს. ნაყოფი განსაკუთრებით სასარგებლოა დიდ ქალაქებში მცხოვრები ადამიანებისთვის, რადგან მას ორგანიზმიდან მძიმე ლითონების, ტოქსინების, მარილების და რადიოაქტიური ნივთიერებების გამოყვანა შეუძლია; C-ვიტამინის რაოდენობით ის არ ჩამოუვარდება ლიმონს, ასკილს, შავ მოცხარს; მისი რეგულარული მოხმარება აძლიერებს ორგანიზმის იმუნიტეტს. იმის გათვალისწინებით, რომ იომტა შაქარის შედარებით დაბალი შემცველობით ხასიათდება, – სასარგებლოა დიაბეტით დაავადებული ადამიანებისთვისაც.

ბოტანიკურად იომტა (*Ribes × nidigrolaria* Rud.Bauer & A.Bauer) ვარდისებრთა ოჯახის მრავალწლიანი ბუჩქოვანი მცენარეა ფუნჯა ფესვთა სისტემით, რომელიც ხასიათდება საკმაოდ ძლიერი 1.2 -2.0-მდე ზრდით. მცენარის სიცოცხლის კომერციული ხანგრძლივობა 20-25 წელია, მსხმოიარობაში შედის დარგვიდან მეორე-მესამე წელს, ხოლო სრული მსხმოიარე მეოთხე წლიდან ხდება. საშუალო მოსავლიანობა 1 ჰა-ზე განსხვავებული აგრონომიული მოვლის პირობებში 6- 8 ტონას შეადგენს 1 ჰა-ზე.

იომტას ყვავილები ღია ოქროსფერია, ნაყოფი მრგვალი, შავი ფერის, მეწამული ელფერით. იომტას ნაყოფები ზომით ხურტკმელზე პატარაა, მაგრამ შავ მოცხარზე გაცილებით უფრო მსხვილია. ნაყოფი წვნიანია, მოტკბო მომჟავო, მაღალი შაქრიანობით და დაბალი მჟავიანობით, ორიგინალური არომატით. ადრეულ სიმწიფეში საგემოვნო თვისებები წააგავს ხურტკმელს, ხოლო სრულ სიმწიფეში შავ მოცხარს, თუმცა ნედლად მოხმარების გაცილებით უკეთესი საგემოვნო მაჩვენებლებით. მისი დადებითი თვისებაა, რომ მწიფე ნაყოფები დიდხანს ჩერდება მცენარეზე და ნაკლებად ახასიათებს ცვენადობა.

იომტა ჯიდაურას (მცხეთა-მთიანეთი) პირობებში ყვავილობს მაისის მეორე ნახევრიდან, ხოლო მწიფდება 5 ივლისიდან, მცენარე ხასიათდება მაღალი ზამთარგამძლეობით ( $-18-20^{\circ}\text{C}$ ), მრავლდება ვეგეტატიურად: კალმებით, ამონაყრებით, ბუჩქის დაყოფით.

იომტა, როგორც *Ribes*-ის გვარის სხვა მრავალი წარმომადგენელი, მდიდარია C ვიტამინით, ამიტომ მისი მოხმარება უმჯობესია ნედლად, რაც შავ მოცხართან შედარებით მნიშვნელოვანი უპირატესობაა, რადგან ამ უკანასკნელის ნედლად მოხმარება მარტივი არ არის. ისევე როგორც სხვა კენკროვანი კულტურები, იომტა ასევე ფართოდ გამოიყენება გადამუშავებისთვისაც, წვენების, კომპოტების, ჯემების, პიურების დასამზადებლად და გაყინვისთვის. იომტას შედარებით მკვახე ნაყოფი შეიძლება გამოყენებულ იქნას კულინარიულ რეცეპტებში, როგორც ხურტკმელის შემცვლელი.

## 2. მასალები და მეთოდები

კვლევის მიზანია შესწავლილი იქნას იომტას ბიოლოგიურ-სამეურნეო თვისებები საქართველოს პირობებში. ქვემოთ მოცემულია შესწავლის პირველადი შედეგები სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის ჯიდაურას ბაზაზე. კვლევა ჩატარებულია 2025 წელს. საკოლექციო ნარგავი გაშენებულია 2020 წელს. კვების არე: 3.0 მეტრი \* 1.75 მეტრი,

მორწყვა წვეთოვანი ირიგაციის საშუალებით. ფორმირება - ბუჩქის ტიპის. მოვლისთვის გამოყენებულია სტანდარტული აგრონომიული ოპერაციები: სარეველების კონტროლი, განოყიერების სისტემა და მავნე პათოგენებისგან დაცვის ღონისძიებები. საკონტროლოდ აღებულია ხურტკმელის ჯიში - ჰინომაკი რედი (ნახ.1).



ნახ. 1. იოშტა (მარცხნივ), ჰინომაკი რედი (მარჯვნივ)

### 3. შედეგები და დისკუსია

მიღებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ იოშტას (*Ribes × nidigrolaria*) ნაყოფების სიმწიფის პერიოდი იწყება ივლისის პირველი დეკადიდან. ნაყოფების საშუალო მასა მერყეობს 2.9-დან 3.9 გრამამდე, ხოლო დიამეტრი შეადგენს 13.7–14.6 მმ-ს, რაც მიუთითებს ზომიერად კომპაქტურ, მაგრამ სტაბილურ პომოლოგიურ მახასიათებლებზე. მიმდინარე წლის მონაცემებით, ერთ ბუჩქზე მიღებულმა მოსავლიანობამ შეადგინა - 1.479 კგ-ს, რაც 0,364 კგ-ით ნაკლებია საკონტროლო ჯიშზე — ჰინომაკი რედი, რომლის მოსავლიანობა აღწევდა 1.843,2 კგ-ს. მიუხედავად ამისა, დადგინდა, რომ იოშტას ნაყოფები გამოირჩევა მაღალი ბიოქიმიური მაჩვენებლებით. ხსნადი მშრალი ნივთიერების შემცველობა მის ნაყოფებში მერყეობს 11.4–12.8 °Brix-ის ფარგლებში, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება ჰინომაკი რედის შესაბამის მაჩვენებელს — 10.3 °Brix.

აღნიშნული მონაცემები მიუთითებს იოშტას პოტენციალზე როგორც ხსნადი მშრალი ნივთიერების მხრივ უპირატეს კენკროვან კულტურაზე, რაც მნიშვნელოვანია როგორც ნედლად, ასევე საკონსერვო, გადამუშავების მიმართულებით. ცხრილი 1-ში მოცემულია საკვლევი ჯიშების ნაყოფის პომოლოგიური მახასიათებლები და მოსავლიანობის მაჩვენებლები (2025 წელი).

ცხრილი 1. საკვლევი ჯიშების ნაყოფის პომოლოგიური მახასიათებლები და მოსავლიანობა (2025 წელი)

ჯიში	ნაყოფის მასა, გრამი	ნაყოფის დიამეტრი, მმ	ნაყოფის ფერი	მოსავალი 1 მცენარეზე, გრამი	ხსნადი მშრალი ნივთიერება, °Brix
იოშტა	3,3	14,2	მუქი იისფერი - შავი	1 479,6	12,4



ჰინომაკი რედი (ხურტკმელი)	4,8	24,7	წითელი - მუქ წითელში გარდამავალი	1 843,2	10,3
------------------------------	-----	------	----------------------------------------	---------	------

მცენარეების მორფოლოგიურ მახასიათებლებზე დაკვირვებების შედეგად გამოიკვეთა მნიშვნელოვანი განსხვავებები იოშტასა და საკონტროლო ჯიშ ჰინომაკის ბუჩქის ფორმას და აგრონომიულ მახასიათებლებს შორის. იოშტას მცენარე გამოირჩევა უეკლო ტოტებით, რაც კრეფის პროცესს მნიშვნელოვნად ამარტივებს და ზრდის მისი გამოყენების ეფექტიანობას როგორც სამეურნეო, ისე სამრეწველო პირობებში. ამის საპირისპიროდ, ჰინომაკი რედი ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული ეკლიანობით, რაც მუშაობისას დამატებით სირთულეებს ქმნის, განსაკუთრებით ხელით კრეფისას (ნახ. 2).



ნახ. 2. მცენარეების ეკლიანობა. ჰინომაკი რედი (მარცხნივ); იოშტა (მარჯვნივ)

ბუჩქის ფორმის მიხედვით, იოშტა გამოირჩევა გადაშლილი და ნახევრად სწორმდგომი სტრუქტურით, რაც უზრუნველყოფს უკეთეს განათებას და ჰაერის ცირკულაციას, თუმცა ამონაყრების რაოდენობით იგი ჩამორჩება საკონტროლო ჯიშს: იოშტაზე დაფიქსირდა 9–11 ძირითადი ტოტი, მაშინ როცა ჰინომაკი რედიზე — 12–16 ტოტი, რაც მიუთითებს ხურტკმელის უფრო ინტენსიურ ზრდაზე და ფესვის კვირტებიდან ტოტების განვითარების მაღალ ინტენსივობაზე (ცხრილი 2)

ცხრილი 2. საკვლევი ჯიშების მცენარეების მორფოლოგიური მახასიათებლები (2025 წელი)

ჯიში	მცენარის ფორმა	ტოტების რაოდენობა	ჰინომაკი რედი (ხურტკმელი)	ეკლიანობა
იოშტა	გადაშლილი- ნახევრად სწორმდგომი	7	ჰინომაკი რედი (ხურტკმელი)	არ აქვს
ჰინომაკი რედი (ხურტკმელი)	ნახევრად სწორმდგომი	12	ჰინომაკი რედი (ხურტკმელი)	ეკლიანია

იოშტას კულტურაზე საქართველოს პირობებში (მცხეთა-მთიანეთის პირობები) პირველადი დაკვირვების შედეგად დადგინდა, რომ იოშტა სიმწიფეს იწყებს ივნისის ბოლოს-ივლისის პირველ დეკადაში, რაც ადრეული მოსავლის მიღების საშუალებას იძლევა და ხელს



უწყობს კენკროვანი კულტურების სეზონურ დივერსიფიკაციას. იოშტა სიმწიფეს ამთავრებს აგვისტოს მეორე ნახევრისთვის და მას არ ახასიათებს რემონტატულობა.

საკვლევი ჯიშის ნაყოფის საშუალო მასა (2.3–2.9 გ) და დიამეტრი (13.7–14.6 მმ) მიუთითებს სასურველ პომოლოგიურ მახასიათებლებზე, თუმცა მოსავლიანობით (1.479 კგ/ბუჩქზე) იგი ჩამორჩება საკონტროლო ჯიშ ჰინომაკი რედს (1.843 კგ). ხსნადი მშრალი ნივთიერების შემცველობა (11.4–12.8 °Brix) იოშტას ნაყოფებში მნიშვნელოვნად აღემატება ჰინომაკი რედის მაჩვენებელს (10.3 °Brix), რაც იოშტას უპირატესობას ანიჭებს გადამუშავებისა და საკონსერვო მიმართულებით. მცენარეზე მორფოლოგიური დაკვირვებით დადასტურდა, რომ იოშტას ბუჩქი არ არის ეკლიანი, რაც კრეფის პროცესს ამარტივებს, თუმცა ამონაყრების რაოდენობით (5–9 ტოტი) იგი მცირედით ჩამორჩება ჰინომაკი რედს (10–15 ტოტი).

#### 4. რეკომენდაციები

ქვემოთ მოყვანილი გვაქვს რამდენიმე მნიშვნელოვანი აგრონომიული ასპექტი, რომელიც გათვალისწინებული უნდა იყოს აღნიშნული კულტურის ბაღის გაშენების დროს.

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება გასაშენებელი ადგილმდებარეობის შერჩევას, მისი გაშენება საქართველოში უმჯობესია შედარებით გრილი ზაფხულის მქონე რეგიონებში, სავარაუდოდ არანაკლებ ზღვის დონიდან 600 -700 მეტრიდან 1500 -1700 მეტრამდე პირობებში. მისთვის ყველაზე უკეთესია ვაკე ადგილი, 5-7 გრადუსის დაქანებით. აუცილებელია, ნარგავების გარშემო იყოს ჰაერის სათანადო მოძრაობა, რომელიც ამცირებს ტენიანობას მცენარეთა გარშემო და ხელს უშლის ფოთლების დაავადების ხელშემწყობი პირობების შექმნას. მცენარისთვის ნიადაგის ოპტიმალური მჟავიანობა შეადგენს pH 6.0-7.2 -მდე.

ნიადაგის მოსამზადებელი სამუშაო უნდა განხორციელდეს ხეხილის ბაღის გაშენებისთვის გამოყენებული სტანდარტული აგროტექნოლოგიის შესაბამისად, კერძოდ. ნაკვეთი უნდა გაიწმინდოს წინა კულტურის დარჩენილი ნებისმიერი ნარჩენებისგან, ნიადაგი უნდა გასწორდეს, მოიხნას ნახევრად პლანტაჟით, 40 -45 სმ-ზე, შემოდგომაზე, მომავალ გაზაფხულზე დასარგავად; აუცილებელია ნიადაგის სტრუქტურის გაუმჯობესება - ნიადაგის ზედაფენაში ორგანული ნივთიერებების (ბიოჰუმუსის, კომპოსტის ან ტორფის) შეტანა; მინერალური ნივთიერებების (ფოსფორი, კალიუმი) დამატებით ნიადაგის ანალიზის საფუძველზე.

იოშტას ბაღს აშენებენ 3,0 X 1.5 – 1,8 მ კვების არეზე, იოშტას ახლად გაშენებულ ბაღში უნდა დამონტაჟდეს წვეთოვანი სისტემა. მიჩნეულია, რომ იოშტა თვითდამტკერავია, თუმცა პრაქტიკის მიხედვით აუცილებელია დამამტკერიანებლად ხურტკმელის დარგვა, პროპორციით 5-6 რიგი \* 1 რიგი.

იოშტას დარგვა შესაძლებელია როგორც გაზაფხულზე ან შემოდგომაზე. იღებენ 30-40 სმ დიამეტრის და სიღრმის ორმოს, დარგვის წინ ყურადღება უნდა მიექცეს, რომ მოხდეს ნერგების ფესვების გამოშრობა; ნერგის ფესვთა სისტემა კარგად უნდა გაიშალოს ნიადაგში; დარგვის შემდეგ ნიადაგი შესაბამისად უნდა დაიტკეპნოს და მოირწყას.

იოშტას ბუჩქის სხვა- ფორმირების პროცესს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს, რადგან იგი პირდაპირ გავლენას ახდენს როგორც მცენარის სიჯანსაღეზე, ასევე მოსავლის ხარისხსა და რაოდენობაზე. პრაქტიკაში იოშტას ფორმირებას ხშირად ახორციელებენ ხურტკმელის ტიპის მიხედვით, რაც საშუალებას იძლევა მისი გაშენება განხორციელდეს როგორც კლასიკური ბუჩქოვანი სისტემით, ასევე შპალერული (საყრდენიანი) სისტემით, რომელიც აქტიურად გამოიყენება თანამედროვე კენკროვანი კულტურების წარმოებაში. შპალერული სისტემა, მიუხედავად იმისა, რომ უზრუნველყოფს უკეთეს განათებას, აერაციას და

მოსავლის ხარისხის ზრდას, მოითხოვს დამატებით ინვესტიციას საყრდენი სტრუქტურის მოწყობისთვის, რის გამოც მისი არჩევა უნდა მოხდეს ხარჯ-სარგებლიანობის ანალიზის საფუძველზე, ფერმერული რესურსებისა და წარმოების მიზნების გათვალისწინებით.

კლასიკური ბუჩქოვანი სისტემის შემთხვევაში, გასხვლა უნდა დაიწყოს ადრე გაზაფხულზე, კვირტების დაბერვამდე. მისი ძირითადი მიზანია მცენარის მდგომარეობის გაუმჯობესება და ძირითადი/სანაყოფე ტოტების ზრდის სტიმულირება რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იოშტასთვის, რადგან იგი ბუნებრივად ივითარებს გადაშლილ, თავისუფალ ბუჩქს.

რეგულარული გასხვლა არა მხოლოდ ხელს უწყობს ნაყოფის ხარისხის და მოსავლიანობის გაუმჯობესებას, არამედ უზრუნველყოფს ზომის კონტროლს, ამცირებს გადატვირთვის რისკს, და ხელს უშლის ჩახშირებული, დაბერებული ნარგავობის გაუარესებას.

- **პირველი წელი** - შიშველფესვიანი ნერგის (2-3 წლიანი) დარგვის შემდეგ შეირჩევა 4-5 თანაბრად სივრცეში განაწილებული ტოტი და დამოკლდება 4-5 კვირტამდე (15- 20 სმ) -მდე. ზაფხულში ხორციელდება ძალიან ძლიერი ტოტების პინცირება, ბუჩქის გათანაბრების მიზნით
- **მეორე და მესამე წელი** - ხდება შიდა ჩამახშირებელი ტოტების ამოჭრა, სუსტი ამონაყრების მოცილება, ტოტების დატოვება ჯამისებური ტიპით. ძირითადი ტოტების დამოკლება არ ხდება. ზაფხულში ხორციელდება ძალიან ძლიერი ტოტების პინცირება, ბუჩქის გათანაბრების მიზნით
- **მეოთხე და შემდეგი წლები** - ყოველწლიურად უნდა ჩატარდეს 1-2 გადაბერებული ტოტების ამოჭრა და ახალი ძლიერი 1-2 ტოტის დატოვება ჩანაცვლების მიზნით. უკვე მოსხმული ლატერალური გვერდითი ტოტები უნდა დამოკლდეს 3 -4 კვირტამდე. ჩამახშირებელი და გადაზრდილი ტოტები ან უნდა ამოიჭრას ფესვთან რგოლზე ან დამოკლდეს 40 -50 სმ-სიმაღლეზე ახალგაზრდა განტოტვაზე.

იოშტა გამოირჩევა მავნებლებისა (კვირტის ტკიპა) და დაავადებებისადმი შედარებით მაღალი გამძლეობით, რაც მას უპირატესობას ანიჭებს სხვა კენკროვან კულტურებთან შედარებით. მიუხედავად ამისა, ხშირი ნალექების პირობებში შესაძლებელია მისი დაავადება კენკროვნების ნაცრით (*Sphaerotheca* spp.), რაც საჭიროებს დროულ და კომპლექსურ ფიტოსანიტარულ ღონისძიებებს. როგორც წესი, მცენარეთა ინტეგრირებული დაცვის ღონისძიებები მოიცავს, დაზიანებული და დაავადებული ფოთლებისა და ტოტების მოცილებას, რაც ხელს უწყობს დაავადების გავრცელების შეჩერებას; საჭიროა ბიო(ორგანული) და მხოლოდ უკიდურესი საჭიროების შემთხვევაში კონვენციური კონტაქტური და სისტემური ფუნგიციდების კომბინირებულ გამოყენებას, რაც უზრუნველყოფს როგორც ზედაპირული, ისე ღრმა მოქმედებას. გარდა ფიტოპათოლოგიური საფრთხეებისა, იოშტას ბუჩქებს შესაძლოა დაემუქროს მღრნელების (თხუნელა, წყლის ვირთაგვა,თაგვი და სხვა) გავრცელება, განსაკუთრებით ნაკვეთებზე, რომელთა გვერდზე მოჰყავთ მარცვლოვანი კულტურები. ამ რისკის შესამცირებლად რეკომენდებულია დამატებითი მცენარეული ბარიერების გამოყენება: რიგებს შორის ან პერიმეტრზე ნარცისისა და კალენდულას ბუჩქების დარგვა, რომელთა ინტენსიური სუნი მოქმედებს და ხელს უშლის მღრნელებს დააზიანონ მცენარეები.

ბიო (ორგანული) მეთოდებით იოშტას მცენარეთა დაცვა მოიცავს შემდეგ საორიენტაციო სქემას:

1. **თვეში ერთხელ — სპილენძის შემცველი პრეპარატებით წამლობა**  
კოსაიდი: 300 გრამი / 100 ლიტრი წყალი, ან

ბორდო იტალიური ან კუპერვალი: 1 კგ / 100 ლიტრი წყალი,

შესხურება ფოთლიდან, პროფილაქტიკური და სამკურნალო მოქმედებისთვის

**2. ყვავილობის წინ — მავნებლების წინააღმდეგ**

ლეპიდინი 2 ლიტრი + ტურინგენი 2 ლიტრი / 100 ლიტრი წყალი,

შესხურება ფოთლიდან მავნებლების აქტიური ფაზის წინ

**3. ერთი კვირის შემდეგ — განმეორებითი წამლობა**

იგივე პრეპარატებით, რაც მეორე წამლობისას, რომლის მიზანია მავნებლების განვითარების ციკლის შეჩერება

**4. ყვავილობის შემდეგ — ნაყოფის გამონასკვის ეტაპზე**

ნიმის ზეთი: 0.5 ლიტრი / 100 ლიტრი წყალი

**5. ერთი კვირის შემდეგ**

იგივე დოზით და პრეპარატით

**6. დამწიფებამდე ერთი კვირით ადრე**

ბიოკატენა: 2 ლიტრი + აგროკატენა: 2 ლიტრი / 100 ლიტრი წყალი. მიზანია - სიდამპლეების პრევენცია, ნაყოფის შენარჩუნება და ხარისხის დაცვა

იოშტას ბაღში აგრონომიული მოვლის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტია ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნება და გაუმჯობესება, რაც პირდაპირ აისახება მცენარის პროდუქტიულობაზე და ნაყოფის ხარისხზე. ამ პროცესში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ბიოლოგიური (ორგანული) მეთოდების გამოყენებას, რათა შემცირდეს სინთეზური პრეპარატებით გარემოს დაბინძურების რისკი და უზრუნველყოფილი იყოს ეკოლოგიურად მდგრადი წარმოება.

ბიო (ორგანული) მცენარის კვების სისტემის ფარგლებში, იოშტასთვის რეკომენდებულია შემდეგი მიდგომების გამოყენება:

- ადრეული გაზაფხული (ფოთლის გაშლის ფაზა) - ბიოჰუმუსი — თითოეულ ბუჩქზე 200 გრამი, ფესვიდან, რომლის მიზანია მცენარის ფესვთა სისტემის გაძლიერება.
- პირველი წამლობიდან 20 დღის შემდეგ - ორგანიკა — 3 ლიტრი / 100 ლიტრი წყალი, ფოთლიდან კვება. ვეგეტატიური ზრდის გაძლიერებისა და ფოტოსინთეზის სტიმულირების მიზნით
- მეორე წამლობიდან 20 დღის შემდეგ - პელოიდჰუმუსი — 300 გრამი / 100 ლიტრი წყალი, ფოთლიდან კვება. აღნიშნული ღონისძიება ნიადაგის მიკრობიოტას გაძლიერება და მინერალური ელემენტების ბალანსი.
- მესამე წამლობიდან 30 დღის შემდეგ - ორგანიკა 3 ლიტრი / 100 ლიტრი წყალი, ფოთლიდან კვება. დამუშავების მიზანია მოსავლის ხარისხის უზრუნველყოფა და ნაყოფის ბიოქიმიური მაჩვენებლების გაზრდა.

იოშტას (*Ribes × nidigrolaria*) ნაყოფი მტევნებში არათანაბრად მწიფდება, რის გამოც მოსავლის აღება მოითხოვს სათითაოდ კენკრების შერჩევით კრეფას. ეს პროცესი საჭიროებს განსაკუთრებულ სიფრთხილესა და ყურადღებას, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს ნაყოფის დაზიანების რისკი. სეზონის განმავლობაში მოსავლის აღება, როგორც წესი, ხდება 3–4 ეტაპად, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში საჭირო ხდება მეტჯერ კრეფაც.

მოკრეფილი ნაყოფი უნდა მოთავსდეს პატარა ზომის ყუთებში ან ვედროებში, რათა არ მოხდეს მისი დაჟყლეტა და დეფორმაცია. ნედლად რეალიზაციის შემთხვევაში რეკომენდებულია ნაყოფის პირდაპირ სარეალიზაციო ტარაში ჩაწყობა კრეფის პროცესშივე, რაც ამცირებს გადატვირთვისა და დაზიანების ალბათობას. გადამუშავებისთვის განკუთვნილი ნაყოფი შეიძლება მოთავსდეს შედარებით მოცულობით დიდ ტარებში, რადგან ამ შემთხვევაში ვიზუალური დაზიანება ნაკლებად კრიტიკულია.

იოშტა მიეკუთვნება მალფუჭებად კენკროვან კულტურებს, რის გამოც აუცილებელია მოსავლის სწრაფი გატანა და შენახვა შესაბამის პირობებში. პროდუქტის სასაქონლო სახის, კვებითი ღირებულებისა და ორგანოლექტიკური თვისებების შესანარჩუნებლად, ტრანსპორტირება მიზანშეწონილიაგანხორციელდეს რეფრეჟირატორული ავტომობილებით, რაც უზრუნველყოფს ტემპერატურული რეჟიმის დაცვას და პროდუქტის ხარისხის შენარჩუნებას საბოლოო მომხმარებელამდე.

## 5. დასკვნები

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ კენკროვანი კულტურა იოშტა შესაძლოა განვიხილოთ როგორც პერსპექტიული საინტერესო კულტურა მცირე ფერმერული მეურნეობებისთვის, რომლებიც უკვე დაკავებულნი არიან ან აპირებენ შავი მოცხარის, წითელი მოცხარისა და ხურტკმელის წარმოებას.

იოშტას მოყვანა მათთვის შესაძლოა წარმოადგენდეს დივერსიფიკაციის კარგ საშუალებას, რომელიც ხასიათდება, რამდენიმე პრაქტიკული უპირატესობით. კერძოდ, ეკლების არარსებობა ამარტივებს მოსავლის აღებას და ამცირებს მოსავლის აღების შრომით დანახარჯს ხურტკმელთან შედარებით, ნაყოფის შედარებით დიდი ზომა (შავ მოცხართან შედარებით) ზრდის მის სავაჭრო ღირებულებას და მომხმარებლის ინტერესს, მაღალი ხსნადი მშრალი ნივთიერების შემცველობა ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) ხელს უწყობს გადამამუშავების მრავალმხრივ შესაძლებლობებს (ჯემები, წვენები, კონცენტრატები და სხვა). გარდა ამისა, ხაზგასასმელია, რომ მას აქვს ბაზარზე ნიშური დანიშნულების პოტენციალი — როგორც ახალი, ნაკლებად გავრცელებული, მაგრამ მაღალი საგემოვნო-სასარგებლო თვისებების მქონე კენკროვანი კულტურა.

## ლიტერატურა

- ბობოქაშვილი ზ. (2013) წითელი და შავი მოცხარი მოყვანის აგროტექნოლოგიური თავისებურებები // ახალი აგრარული საქართველო. — თბილისი, 2013. — №2. გვ. 16–19.
- გოგინავა ლ. (2015) ხურტკმელის უნიკალური თვისებები / ელკანას რჩევები ბიომეურნეებს, 2015. თბილისი
- საქართველოს აგრარული ბიომრავალფეროვნება: კატალოგი (2019) ავტორები: ზ. ბობოქაშვილი, ლ. გოგინავა, ნ. რუსიშვილი, მ. მოსულიშვილი, თ. სამადაშვილი და სხვა; რედაქტორი: ნათია ხუზულაური. თავი: ხილი და კენკრა, გვ. 79–138. თბილისი
- Bauer, R. (1978): Josta - eine neue Beerenobstart aus der Kreuzung der schwarzen Johannisbeere x Stachelbeere. Erwerbsobstbau 6, S. 116–119.
- Barney, D. L.; Hummer, K. E. (2005): Currants, gooseberries, and jostaberries – A Guide for growers, marketers, and researchers in North America. Food Products Press: New York
- Gwozdecki, J., & Pluta, S. (2013). Evaluation of selected blackcurrant  $\times$  gooseberry hybrids (*Ribes nigrum  $\times$  *Ribes grossularia*) in Poland. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 21(1), 5–14.*
- Hempfling, K.; Fastowski, O.; Celik, J.; Engel, K.-H. (2013): Analysis and sensory evaluation of jostaberry (*Ribes x nidigrolaria* Bauer) volatiles. J. Agric. Food Chem. 61 (38), S. 9067-9075
- Kovalenko, A. V., & Mikhaylova, I. S. (2021). Biochemical characterization of fruits of *Ribes* hybrids. Horticulture and Viticulture, (3), 42–47. [in Russian]
- Kiselev, V. V. (2020). Jostaberry as a promising crop for northern regions. Fruit and Berry Growing of Russia, (62), 115–119. [in Russian]
- Lim, T.K. (2012). *Ribes x nidigrolaria*. In: Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4053-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4053-2_7)

- Pluta, S., & Żurawicz, E. (2007). Breeding of new interspecific hybrids of *Ribes*. In: *Acta Horticulturae*, 765, 229–234. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.765.32>
- Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur [Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops]. — Orel : VNIISPK, 1999. — P. 358, 364–366, 608. [in Russian]
- Öztürk Erdem, S. (2024). Effect of Selenium Application on Quality, Phytochemical Composition and Mineral Content Properties of Red Currant (*Ribes rubrum* L.) and Jostaberry (*Ribes* × *nidigrolaria* Bauer). *HortScience*, 59(8), 1049–1055. DOI: 10.21273/HORTSCI17862-24
- UPOV. (2008). Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability: Gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.). Geneva: International Union for the Protection of New Varieties of Plants.



## Cultivation Potential of the Promising Berry Crop Jostaberry (*Ribes* × *nidigrolaria*) under Georgian Conditions

Lali Goginava<sup>1,2</sup>, Marika Vakhtangashvili<sup>1</sup>, Vano Kakashvili<sup>1</sup>, Lasha Tsigriashvili<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> LEPL Scientific-Research Center of Agriculture, Fruit Crop Research Division, Tbilisi, Georgia;

<sup>2</sup> Biological Farming Association “Elkana”, Tbilisi, Georgia, e-mail: laligoginava12@gmail.com

**Abstract.** Well known, that Jostaberry (*Ribes* × *nidigrolaria*) is a highly promising and interesting berry crop, developed through selective hybridization between blackcurrant (*Ribes nigrum*) and gooseberry (*Ribes grossularia*). In Georgia, the introduction of jostaberry began in the 1990s, initially through amateur horticulturists. Its scientific introduction was carried out in the mid-2000s within the collection plots of the Scientific-Research Institute of Horticulture, Viticulture, and Winemaking.

The aim of the present study is to conduct a comprehensive assessment of jostaberry's biological and agronomic traits and to evaluate its potential for wider cultivation under Georgian conditions, specifically in the region of Central Kartli. The article presents preliminary findings based on observations conducted in 2025 at the Jighaura base of the Scientific-Research Center of Agriculture (SRCA).

According to the collected data, In conditions of research place jostaberry begins ripening in late June to early July, enabling early harvest and contributing to seasonal diversification among berry crops. The ripening period concludes by the second half of August, and the plant does not exhibit remontant (ever bearing) characteristics.

Based on the research results, jostaberry may be considered a viable crop for small-scale farming operations, particularly for Georgian growers already engaged in or planning the cultivation of blackcurrant, redcurrant, or gooseberry. Jostaberry offers several agronomic advantages: (i) The absence of thorns simplifies harvesting and reduces labor costs, especially compared to gooseberry, (ii) The relatively large fruit size (compared to blackcurrant) enhances market value and consumer appeal, (iii) The high content of soluble solids (°Brix) supports diverse processing opportunities, including jams, juices, compotes, concentrates, and other value-added products.

Given these characteristics, jostaberry holds niche-market potential for The local berry producers – as a less common but highly flavorful, nutritionally valuable and economically efficient berry crop.

**Keywords:** Berry, Pomological traits, Georgia, Jostaberry, Study

### 1. Introduction

It is known that since the first half of the 20th century, interspecific hybridization of fruit and berry crops has been at the center of research interests of the world's leading fruit breeders. This direction was mainly aimed at improving agronomic properties (yield, disease resistance, adaptation to climatic and soil conditions), as well as creating completely new, commercially attractive fruit-bearing crops.

It is precisely as a result of this many years of selection work that several interesting hybrid cultures have appeared in horticulture since the 1960s, including: Cerapadus, Padoceras - obtained by the Soviet breeder Ivan Michurin; Pluot, Aprium, Apriplum, Plumcot - created by the American breeder Floyd Zeiger, Kroma - F. Nilsson, and others.

However, it is fair to say that not many of them have found a place in commercial fruit growing. Only a few of them have been integrated into amateur or small-scale farming as a crop with local market diversification and niche orientation.

One of these is the berry crop - Josta, which was obtained by crossing gooseberry and black currant. The name of the crop - Josta, Josta berry - originated from the combination of two German words - Johannisbeere (currant) and Stachelbeere (gooseberry) - the first berries. Its origin is primarily associated with the many years of painstaking work of the famous German breeder Rudolf Bauer, whose goal was to obtain disease-resistant genotypes, although it is also worth noting that his work was preceded by the selection work in this direction of the famous scientist Paul Lorenz, which began in the 1920s.

Jostaberry (*Ribes* × *nidigrolaria* Rud.Bauer & A.Bauer) is a complex interspecific hybrid of the Rosaceae family, obtained by classical hybridization as a result of crossing complex parental forms. Its genetic basis includes a blackcurrant (*Ribes nigrum*) F1-hybrid resistant to ash (*R. nigrum* 'Langtraubige Schwarze' × *R. divaricatum*) and a pine rust resistant form (*R. nigrum* 'Silvergieters Schwarze' × *R. grossularia* 'Grüne Hansa'). This combination provides Jostaberry with outstanding agronomic properties, including resistance to some pathogens (ash (*Sphaerotheca mors-uvae*), pine rust (*Cronartium ribicola*), bud mite (*Cecidophyopsis ribis*)), perfect shape and high adaptation to environmental conditions.

The introduction of Jostaberry to Georgia began in the 1990s, mainly by amateur fruit growers. Its scientific introduction was carried out in the mid-2000s in the collection plantations of the Scientific Research Institute of Horticulture, Viticulture and Enology.

Jostaberry berries contain many substances beneficial to human health. In particular, sugars, organic acids, pectin, among the chemical elements contained in it, first of all, it is worth noting iron, potassium, iodine, etc. Its fruits are rich in vitamins C and P. Jostaberry also contains anthocyanins (red, blue and purple pigments), which have the properties of fighting disease-causing bacteria, strengthening the walls of blood vessels and improving blood circulation. As for its nutritional value, Jostaberry is a low-calorie product (100 g. - 45 kcal), which allows its use in dietetics. Jostaberry can increase hemoglobin in the blood, it is recommended for both anemia and hypertension. The fruit is especially useful for people living in big cities, as it can remove heavy metals, toxins, salts and radioactive substances from the body; In terms of vitamin C content, it is not inferior to lemon, aquilegia, and black currant; its regular consumption strengthens the body's immunity. Given that Jostaberry is characterized by a relatively low sugar content, it is also useful for people with diabetes.

Botanically, Jostaberry (*Ribes* × *nidigrolaria* Rud.Bauer & A.Bauer) is a perennial shrub of the Rosaceae family with a taproot system, which is characterized by a fairly strong growth of up to 1.2 -2.0. The commercial life span of the plant is 20-25 years, it enters fruiting in the second-third year after planting, and full fruiting occurs from the fourth year. The average yield per 1 ha under different agronomic care conditions is 6-8 tons per 1 ha.

Jostaberry flowers are light golden, the fruits are round, black, with a purple tint. Jostaberry fruits are smaller in size than gooseberries, but much larger than black currants. The fruits are juicy, sweet and sour, with high sugar content and low acidity, with an original aroma. In early maturity, the taste properties resemble gooseberries, and in full maturity, black currants, although with much better taste characteristics when consumed raw. Its positive feature is that ripe fruits stay on the plant for a long time and are less prone to falling off.

In the conditions of Jighaura (Mtskheta-Mtianeti), Jostaberry blooms from the second half of May, and ripens from July 5. The plant is characterized by high winter hardiness (-18-20° C), and reproduces vegetatively: by cuttings, layering, and dividing the bush.

Jostaberry, like many other members of the *Ribes* genus, is rich in vitamin C, so it is best consumed raw, which is a significant advantage over black currants, which are not easy to consume raw. Like other berries, Jostaberry is also widely used for processing, making juices, compotes, jams, purees, and freezing. The relatively soft fruits of Jostaberry can be used in culinary recipes as a substitute for currants.

## 2. Materials and Methods

The aim of the research is to study the biological and economic properties of Jostaberry in Georgian conditions. Below are the initial results of the study at the Jighaura base of the Agricultural Scientific Research Center. The research was conducted in 2025. The collective plantation was planted in 2020. Feeding area: 3.0 meters \* 1.75 meters, irrigation by drip irrigation. Formation - bush type. Standard agronomic operations were used for care: weed control, a mulching system and measures to protect against harmful pathogens. The control variety of khurtkmeli was taken - Hinomaki Red (Fig. 1).



**Fig. 1.** Jostaberry (left), Hinomaki Red (right)

## 3. Results and discussion

Based on the analysis of the data obtained, it was established that the ripening period of the fruits of Jostaberry (*Ribes × nidigrolaria*) begins in the first decade of July. The average mass of the fruits ranges from 2.9 to 3.9 grams, and the diameter is 13.7–14.6 mm, which indicates moderately compact but stable pomological characteristics. According to the data of the current year, the yield obtained per bush amounted to 1.479 kg, which is 0.364 kg less than the control variety - Hinomaki Red, the yield of which reached 1.843.2 kg. Nevertheless, it was established that the fruits of Jostaberry are distinguished by high biochemical indicators. The soluble dry matter content in its fruits ranges from 11.4–12.8 °Brix, which is significantly higher than the corresponding indicator for Hinomaki Redi — 10.3 °Brix.

These data indicate the potential of Jostaberry as a berry crop with a high soluble dry matter content, which is important both for fresh consumption and for canning and processing. Table 1 shows the pomological characteristics and yield indicators of the fruits of the studied varieties (2025).

**Table 1.** Pomological characteristics and yield of the fruits of the study varieties (2025)

Cultivar	Fruit weight, grams	Fruit diameter, mm	Fruit color	Yield per plant, grams	Soluble dry matter, °Brix
Jostaberry	3.3	14.2	Dark purple - black	1 479.6	12.4
Hinomaki Red (Kurtkmel)	4.8	24.7	Red - transitioning to dark red	1 843.2	10.3

Observations of the morphological characteristics of the plants revealed significant differences in the shape and agronomic characteristics of the bush of Jostaberry and the control variety Hinomaki. The Jostaberry plant is distinguished by thornless branches, which significantly simplifies the picking process and increases the efficiency of its use in both agricultural and industrial conditions. In contrast, Hinomaki Red is characterized by pronounced thorns, which creates additional difficulties during work, especially when picking by hand (Fig. 2).



**Fig. 2.** Thorniness of plants. Hinomaki Red (left); Jostaberry (right)

According to the shape of the bush, Jostaberry is distinguished by a spreading and semi-upright structure, which provides better lighting and air circulation, however, it lags behind the control variety in the number of shoots: Jostaberry had 9–11 main branches, while Hinomaki Red had 12–16 branches, which indicates more intensive growth of the trunk and a high intensity of branch development from root buds (Table 2).

**Table 2.** Morphological characteristics of plants of the study varieties (2025)

Breed	Plant shape	Number of branches	Hinomaki Red (Kurtkmel)	Thorniness
Jostaberry	Spread- semi-upright	7	Hinomaki Red (Kurtkmel)	Doesn't have
Hinomaki Red (Kurtkmel)	Semi-upright	12	Hinomaki Red (Kurtkmel)	It is prickly.

Initial observations of Jostaberry cultivation in Georgian conditions (Mtskheta-Mtianeti conditions) have shown that Jostaberry begins to ripen in late June - the first decade of July, which allows for an early harvest and promotes seasonal diversification of berry crops. Jostaberry finishes ripening by the second half of August and is not characterized by remontancy.

The average fruit weight (2.3–2.9 g) and diameter (13.7–14.6 mm) of the studied variety indicate desirable pomological characteristics, however, in terms of yield (1.479 kg/bush) it lags behind the control variety Hinomaki Red (1.843 kg). The soluble dry matter content (11.4–12.8 °Brix) in Jostaberry fruits significantly exceeds that of Hinomaki Red (10.3 °Brix), which gives Jostaberry an advantage in processing and canning. Morphological observations of the plant confirmed that the Jostaberry bush is thornless, which simplifies the picking process, although in terms of the number of shoots (5–9 branches) it lags slightly behind Hinomaki Red (10–15 branches).



#### 4. Recommendations

Below are several important agronomic aspects that should be taken into account when cultivating this culture garden.

Great importance is attached to the selection of the location for cultivation, its cultivation in Georgia is best in regions with relatively cool summers, probably at an altitude of at least 600-700 meters above sea level and up to 1500-1700 meters. The best place for it is a flat area with a slope of 5-7 degrees. It is necessary that there is proper air movement around the plants, which reduces humidity around the plants and prevents the creation of conditions conducive to leaf disease. The optimal soil acidity for the plant is pH 6.0-7.

Soil preparation work should be carried out in accordance with standard agrotechnology used for the cultivation of an orchard, namely. The plot should be cleaned of any residues from the previous crop, the soil should be leveled, plowed with a half-planter, 40 -45 cm, in the fall, for planting next spring; it is necessary to improve the soil structure - adding organic matter (biohumus, compost or peat) to the topsoil; adding mineral substances (phosphorus, potassium) based on soil analysis.

A Jostaberry garden is built on a 3.0 X 1.5 – 1.8 m feeding area. A drip irrigation system should be installed in a newly planted Jostaberry garden. It is believed that Jostaberry is self-pollinating, however, according to practice, it is necessary to plant a thornbush as a pollinator, in the proportion of 5-6 rows \* 1 row.

Jostaberry can be planted in either spring or autumn. A pit 30-40 cm in diameter and depth is dug. Before planting, care should be taken to ensure that the roots of the seedlings dry out; the root system of the seedling should be well spread out in the soil; after planting, the soil should be compacted and watered accordingly.

The process of pruning and shaping a Jostaberry bush should be given special attention, as it directly affects both the health of the plant and the quality and quantity of the crop. In practice, Jostaberry is often formed according to the type of bush, which allows it to be cultivated both in the classic bush system and in the trellis (support) system, which is actively used in the production of modern berry crops. The trellis system, despite providing better lighting, aeration and increasing the quality of the crop, requires additional investment in the arrangement of the support structure, which is why its choice should be made on the basis of a cost-benefit analysis, taking into account farm resources and production goals.

In the case of a classic shrub system, pruning should begin in early spring, before the buds open. Its main goal is to improve the condition of the plant and stimulate the growth of main/fruiting branches, which is especially important for Jostaberry, as it naturally develops a sprawling, free bush.

Regular pruning not only helps improve fruit quality and yield, but also provides size control, reduces the risk of overcrowding, and prevents the deterioration of overcrowded, aging plantings.

- **First year** - After planting a bare-root seedling (2-3 years old), 4-5 evenly spaced branches are selected and shortened to 4-5 buds (15-20 cm). In the summer, very strong branches are pinched to level the bush.
- **Second and third year** - Internally branching branches are cut out, weak shoots are removed, and branches are left in a rounded shape. The main branches are not shortened. In the summer, very strong branches are pinched to level the bush.
- **Fourth and subsequent years** - Every year, 1-2 old branches should be cut out and 1-2 new strong branches should be left for replacement. Already cut lateral branches should be shortened to 3-4 buds. Thickening and overgrown branches should either be cut out at the root ring or shortened to a young branch at a height of 40-50 cm.

Jostaberry is distinguished by its relatively high resistance to pests (bud mite) and diseases, which gives it an advantage over other berry crops. However, under conditions of frequent precipitation, it can be affected by berry powdery mildew (*Sphaerotheca* spp.), which requires timely and complex phytosanitary measures. As a rule, integrated plant protection measures include the removal of damaged and diseased leaves and branches, which helps to stop the spread of the disease; bio(organic) and, only in extreme cases, the combined



use of conventional contact and systemic fungicides is required, which provides both surface and deep action. In addition to phytopathological threats, Jostaberry bushes may be threatened by the spread of rodents (squirrels, water voles, mice, etc.), especially on plots adjacent to which grain crops are grown. To reduce this risk, it is recommended to use additional plant barriers: planting daffodil and calendula bushes between rows or along the perimeter, whose intense scent acts as a deterrent and prevents rodents from damaging the plants.

Bio (organic) methods for protecting Jostaberry plants include the following indicative scheme:

**7. Once a month — treatment with copper-containing drugs**

Kosaid: 300 grams / 100 liters of water or

Bordeaux Italian or Cooperville: 1 kg / 100 liters of water

Foliar spray for preventive and curative effects

**8. Before flowering - against pests**

Lepidin 2 liters + Thuringine 2 liters / 100 liters of water

Spraying From the leaf Before the active phase of pests

**9. One week later — repeat treatment**

With the same drugs as in the second treatment, the aim of which is to stop the development cycle of pests

**10. After flowering - at the stage of fruit set**

Neem oil: 0.5 liters/ 100 liters of water

**11. After a week**

With the same dose and drug

**12. One week before ripening**

Biocatena: 2 liters + Agrocattena: 2 liters / 100 liters of water. The goal is to prevent rot, preserve the fruit and protect its quality.

One of the important aspects of agronomic care in the Jostaberry garden is the maintenance and improvement of soil fertility, which directly affects plant productivity and fruit quality. In this process, special importance is attached to the use of biological (organic) methods in order to reduce the risk of environmental pollution with synthetic preparations and ensure environmentally sustainable production.

Within the framework of a bio (organic) plant nutrition system, the following approaches are recommended for Jostaberry:

- Early spring (leaf opening phase) - biohumus - 200 grams per bush, from the root, the purpose of which is to strengthen the plant's root system.
- 20 days after the first treatment - organics - 3 liters / 100 liters of water, foliar feeding. To enhance vegetative growth and stimulate photosynthesis
- 20 days after the second dose- Peloid humus — 300 grams/100 liters of water, foliar feeding. This measure strengthens the soil microbiota and balances mineral elements.
- 30 days after the third dose- Organic 3 liters / 100 liters of water, foliar feeding. The purpose of the treatment is to ensure crop quality and increase the biochemical indicators of the fruit.

The fruits of the gooseberry (*Ribes × nidigrolaria*) ripen unevenly in clusters, which is why harvesting requires selective picking of berries one by one. This process requires special care and attention to minimize the risk of fruit damage. Harvesting is usually done in 3–4 stages during the season, although in some cases more picking is necessary.

The harvested fruit should be placed in small boxes or buckets to prevent crushing and deformation. In the case of raw sale, it is recommended to place the fruit directly into the sales container during the picking process, which reduces the likelihood of overloading and damage. Fruit intended for processing can be placed in relatively large containers, since in this case visual damage is less critical.

Jostaberry belongs to perishable berry crops, which is why it is necessary to quickly harvest and store the crop in appropriate conditions. To preserve the commodity type, nutritional value and organoleptic properties of the product, it is advisable to transport it in refrigerated vehicles, which ensures compliance with the temperature regime and preservation of the product quality until the end consumer.

## 5. Conclusions

The research found that the berry crop Jostaberry can be considered a promising and interesting crop for small farms that are already engaged in or intend to produce black currants, red currants, and gooseberries.

Growing Jostaberry can be a good means of diversification for them, which is characterized by several practical advantages. In particular, the absence of thorns simplifies harvesting and reduces labor costs compared to gooseberries, the relatively large size of the fruit (compared to black currants) increases its commercial value and consumer interest, and the high soluble solids content (°Brix) contributes to versatile processing capabilities (jams, juices, concentrates, etc.). In addition, it is worth emphasizing that it has the potential for a niche purpose in the market — as a new, less common, but highly tasty and useful berry crop.

## References:

- Agricultural Biodiversity of Georgia: Catalogue (2019) Authors: Z. Bobokashvili, L. Goginava, N. Rusishvili, M. Mosulishvili, T. Samadashvili et al.; Editor: Natia Khuzulauri. Chapter: Fruits and Berries, pp. 79–138. Tbilisi
- Bauer, R. (1978): Josta - eine neue Beerenobstart aus der Kreuzung der schwarzen Johannisbeere x Stachelbeere. Erwerbsobstbau 6, S. 116–119.
- Barney, DL; Hummer, KE (2005): Currants, gooseberries, and jostaberries – A Guide for growers, marketers, and researchers in North America. Food Products Press: New York
- Bobokashvili Z. (2013) Agrotechnological features of red and black currant cultivation // New Agrarian Georgia. — Tbilisi, 2013. — №2. pp. 16–19.
- Goginava L. (2015) Unique properties of khurtkmeli / Elkana's advice to organic farmers, 2015. Tbilisi
- Gwozdecki, J., & Pluta, S. (2013). Evaluation of selected blackcurrant × gooseberry hybrids (*Ribes nigrum* × *Ribes grossularia*) in Poland. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 21(1), 5–14.
- Hempfling, K; Fastowski, O.; Celik, J.; Engel, K.-H. (2013): Analysis and sensory evaluation of jostaberry (*Ribes x nidigrolaria* Bauer) volatiles. J. Agric. Food Chem. 61 (38), S. 9067-9075
- Kovalenko, AV, & Mikhaylova, IS (2021). Biochemical characterization of fruits of *Ribes* hybrids. Horticulture and Viticulture, (3), 42–47. [in Russian]
- Kiselev, VV (2020). Jostaberry as a promising crop for northern regions. Fruit and Berry Growing of Russia, (62), 115–119. [in Russian]
- Lim, TK (2012). *Ribes x nidigrolaria*. In: Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4053-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4053-2_7)
- Pluta, S., & Żurawicz, E. (2007). Breeding of new interspecific hybrids of *Ribes*. In: Acta Horticulturae, 765, 229–234. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.765.32>
- Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur [Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops]. — Orel: VNIISPK, 1999. — P. 358, 364–366, 608. [in Russian]
- Öztürk Erdem, S. (2024). Effect of Selenium Application on Quality, Phytochemical Composition and Mineral Content Properties of Red Currant (*Ribes rubrum* L.) and Jostaberry (*Ribes* × *nidigrolaria* Bauer). HortScience, 59(8), 1049–1055. DOI: 10.21273/HORTSCI17862-24
- UPOV. (2008). Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability: Gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.). Geneva: International Union for the Protection of New Varieties of Plants.

## კლიმატის ცვლილების პირობებში საქართველოში *Actinidia arguta*-ს გავრცელების პერსპექტიული რეგიონების აგროკლიმატური შეფასება

მაია მელაძე\*

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,  
დ. აღმაშენებლის გამზ., 150 გ  
m.meladze@gtu.ge

**აბსტრაქტი.** განხილულია აღმოსავლეთ საქართველოს კახეთის, მცხეთა-მთიანეთისა და შიდა ქართლის რეგიონების ძირითადი აგროკლიმატური მახასიათებლები საქართველოს პირობებისთვის ერთ-ერთი პერსპექტიული კულტურის, „მინი კივის“ (*Actinidia arguta*) გავრცელებისთვის. გამოითვალა მზის ნათების ხანგრძლივობა (საათები), ჰაერის ტემპერატურის ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების დებულებები თბილ პერიოდში (10 და 90%-ზე), აქტიური ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობის (HTC) და ყინვაგამძლე პერიოდის ხანგრძლივობის (დღეები) ჯამები. შედგენილია რეგრესიის განტოლებები კახეთის რეგიონისთვის რაიონების მიხედვით აქტიური ტემპერატურის ჯამების დასადგენად. ასევე, მოცემულია რეგრესიის განტოლებები ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე ყინვების (ბოლო და პირველი) და ყინვაგამძლე პერიოდის (დღეები) დაწყების თარიღის დასადგენად. მოცემულია გვალვების ინტენსივობის მახასიათებლები ვეგეტაციის პერიოდში. კლიმატის ცვლილების (სცენარი, ტემპერატურის მატება  $2^{\circ}\text{C}$ -ით) გათვალისწინებით, განისაზღვრა ტემპერატურის  $>10^{\circ}\text{C}$ -ზე მაღლა და ქვევით გადასვლის თარიღები შესწავლილ რეგიონებში. ამ პერიოდებისთვის გამოითვალა ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღეები) და აქტიური ტემპერატურების ჯამი ( $>10^{\circ}\text{C}$ ), რომლებიც შედარდა საბაზისო (მიმდინარე) მაჩვენებლებთან. შესწავლილი და გაანალიზებული პირობები საშუალებას იძლევა, საქართველოში „მინი კივის“ (*Actinidia arguta*) გავრცელების აგროკლიმატური ანალოგები მოიძებნოს.

**საკვანძო სიტყვები:** აქტინიდია არგუტა, კლიმატის ცვლილება, აგროკლიმატური მახასიათებლები

### 1. შესავალი

თანამედროვე გლობალური კლიმატის ცვლილება ერთ-ერთი ყველაზე აქტუალური ეკოლოგიური პრობლემაა. მისი გავლენა მასშტაბურია და გავლენას ახდენს საუკუნეების განმავლობაში დამყარებულ ეკოლოგიურ ბალანსზე და მთლიანად დედამიწის ჰაერის შრის მაკროკლიმატზე. გლობალური დათბობის კონტექსტში კლიმატის ცვლილებასთან მოწყვლადობისა და ადაპტაციის პრობლემა აღიარებულია, როგორც გლობალური ამოცანა და თანამედროვეობის მთავარი გამოწვევა. თანამედროვე კლიმატის ცვლილებამ გავლენა მოახდინა საქართველოს ტერიტორიაზეც, განსაკუთრებით აღმოსავლეთ ნაწილზე, სადაც ტემპერატურის მატების ტენდენცია შეინიშნება. ამაზე მიუთითებს მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მრავალწლიანი მონაცემების სტატისტიკური ანალიზი. ამიტომ, აუცილებელია მცენარეების მოწყვლადობის შესწავლა აღნიშნული ტემპერატურული რეჟიმის მიმართ, განსაკუთრებით

ზღვის დონიდან 300-600 მ სიმაღლეზე მდებარე დაბლობ რაიონებში, რადგან ასეთ რაიონებში კიდევ უფრო მეტი სითბო დაგროვდება. საქართველოს პირობებისთვის ერთ-ერთი პერსპექტიული კულტურაა „მინი კივი“ (*A. arguta*), რომელიც ფოთლოვანი, ფართოფოთლოვანი, ენერგიული მცენარეა. მისი მცოცავი ღეროები ფარავს ტყეში 30 მეტრამდე სიმაღლის ხეებს ან ფესვგადგმულია მიწაში. ნაყოფს შედარებით მოკლე შენახვის ვადა აქვს. მისი ნაყოფი გამოირჩევა მომწავო-მოტკბო გემოთი და განსაკუთრებული არომატით და შეიცავს დიდი რაოდენობით C ვიტამინს, საშუალოდ 45-100 მგ/100 გ. „მინი კივი“ (*A. arguta*) მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური თვისებებით ხასიათდება. იგი ხასიათდება კარგი რეპროდუქციული უნარით, მაღალი ყინვაგამძლეობით (*Actinidia*-ს გვარის სახეობებს შორის ყველაზე ყინვაგამძლე) და მავნებლებისა და დაავადებების, ასევე ზამთრის ყინვების მიმართ კარგი გამძლეობით, რაც ხელს უწყობს მის ფართოდ გავრცელებას [1]. გლობალური დათბობის პირობებში, აუცილებელი და აქტუალურია არათანაბარი კლიმატის ცვლილების გავლენის შესწავლა „მინი კივის“ (*A. arguta*) პროდუქტიულობაზე, მის დაუცველობაზე და გავრცელების არსებული აგროკლიმატური ზონების საზღვრების მოსალოდნელ ტრანსფორმაციაზე.

## 2. მეთოდოლოგია

საკვლევი რაიონებისთვის დამუშავდა და გაანალიზდა მრავალწლიანი (70-წლიანი) მეტეოროლოგიური დაკვირვების მონაცემები მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდით. გამოყენებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მეტეოროლოგიური და აგრომეტეოროლოგიური მონაცემთა ბაზები; დამუშავებულია საქართველოს გარემოს ეროვნული სააგენტოს მრავალწლიანი (1948-2017) საბაზისო (მიმდინარე) მეტეოროლოგიური დაკვირვების მონაცემები ვეგეტაციის პერიოდისთვის. დამუშავდა მომავლის სცენარის მონაცემები (ტემპერატურის მატება 2°C-ით, 2020-2050 წლების პერიოდისთვის), რომლებიც მიღებულია რეგიონული კლიმატის მოდელის RegCM-4 და სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სცენარის A1B1 მიხედვით.

## 3. ძირითადი დასკვნები და განხილვა

შესწავლილ რეგიონებში შეფასდა მზის ნათების ხანგრძლივობა (საათები), რაც მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს კულტურაში (*Actinidia arguta*) ფიზიოლოგიური პროცესების გააქტიურებას და მაღალი ხარისხის, უხვი მოსავლის წარმოებას (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. მზის ნათების ხანგრძლივობა (საათები)

რეგიონი/ რაიონი	თვეები												წელი
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
კახეთი, ახმეტა	124	125	156	182	223	268	289	285	219	182	127	112	2292
კახეთი, თელავი	127	127	161	181	227	278	294	284	215	178	128	116	2315
კახეთი, გურჯაანი	105	111	142	171	221	260	264	284	210	163	110	97	2111

მცხეთა- მთიანეთი, მცხეთა	122	128	171	194	232	278	295	284	225	192	132	108	2361
მცხეთა- მთიანეთი, დუშეთი	127	128	154	172	208	252	264	257	205	176	131	116	2190
შიდა ქართლი, გორი	106	112	169	203	242	274	295	280	245	197	126	97	2346

ცხრილის ანალიზი აჩვენებს, რომ მოცემული მაჩვენებლები სრულიად დამაკმაყოფილებელია მინი კივის კულტურის (*Actinidia arguta*) ნორმალური ზრდის, განვითარებისა და პროდუქტიულობისთვის.

სითბო მცენარის ძირითადი აგროკლიმატური რესურსია [2]. ამიტომ, მცხეთა-მთიანეთისა და შიდა ქართლის რეგიონების ვეგეტაციის პერიოდში თერმული პირობების შესაფასებლად, რაც შემზღუდველი ფაქტორია, შესწავლილი კულტურისთვის დადგინდა აქტიური ტემპერატურის უზრუნველყოფის ჯამი (%) (ცხრილი 2).

ცხრილი 2. აქტიური ტემპერატურების ჯამი ( $>10^{\circ}\text{C}$ )

რეგიონი/რაიონი	უზრუნველყოფა (%)					
	10	30	50	70	90	95
მცხეთა- მთიანეთი, მცხეთა	3780	3570	3470	3340	3180	3060
მცხეთა- მთიანეთი, დუშეთი	3400	3170	3050	2910	2720	2660
მცხეთა- მთიანეთი, თიანეთი	2860	2670	2560	2420	2250	2140
შიდა ქართლი, გორი	3870	3670	3520	3370	3120	3070

რეგიონების მიხედვით ეს მაჩვენებლები ხელს შეუწყობს კულტურის გავრცელებას ისე, რომ თერმული რეჟიმი მაქსიმალურად იქნას გამოყენებული მათი ნორმალური პროდუქტიულობისთვის. კახეთის რეგიონისთვის შედგენილია აქტიური ტემპერატურათა ჯამის განსაზღვრის რეგრესიული განტოლებები:

$$\begin{aligned}
 &\text{კახეთი, თელავი} && \sum T = -12.3n + 4222 \\
 &\text{კახეთი, გურჯაანი} && \sum T = -13.7n + 4413 \\
 &\text{კახეთი, ლაგოდეხი} && \sum T = -14.1n + 4510 \\
 &\text{კახეთი, საგარეჯო} && \sum T = -9.7n + 3904
 \end{aligned}$$



განტოლებებში  $\Sigma T$  - პროგნოზირებული ტემპერატურების ჯამი იმ დღიდან, როდესაც ჰაერის საშუალო დღიური ტემპერატურა  $10^{\circ}\text{C}$ -ზე მეტია,  $n$  - დღეების რაოდენობა 1 მარტიდან  $10^{\circ}\text{C}$ -ზე მეტი ტემპერატურის თარიღამდე. ეს განტოლებები შეაფასებს მიმდინარე წლის ტემპერატურული ჯამების უზრუნველყოფას. თუ პროგნოზირებული ტემპერატურების ჯამი  $300-400^{\circ}\text{C}$ -ით მეტი აღმოჩნდება რეგიონში საშუალო ტემპერატურების ჯამზე (ნიადაგის საკმარისი ტენიანობის შემთხვევაში), ეს მიუთითებს მაღალ პროგნოზირებულ მოსავლიანობაზე და პირიქით [2].

სითბოსთან ერთად, ნალექები მცენარის ზრდა-განვითარებისთვის არანაკლებ მნიშვნელოვანი და შეუცვლელი ფაქტორია. ცხრილი 3 აჩვენებს თბილ პერიოდში ატმოსფერული ნალექების 10 და 90%-ის (მმ) უზრუნველყოფას [3, 4, 5].

**ცხრილი 3.** ატმოსფერული ნალექების 10 და 90%-ის (მმ) უზრუნველყოფა  
თბილი პერიოდი 10%

რეგიონი/რაიონი	თვეები						
	IV	ვ	VI	VII	VIII	IX	X
კახეთი,საგარეჯო	152	208	200	144	98	124	149
კახეთი,ახმეტა	152	119	200	128	115	108	132
კახეთი,თელავი	135	238	217	144	115	108	132
კახეთი,გურჯაანი	135	193	167	128	115	140	132
კახეთი,ყვარელი	184	282	268	175	147	156	165
კახეთი,ლაგოდეხი	168	238	217	169	145	203	198
მცხეთა-მთიანეთი,დუშეთი	112	203	168	108	98	101	112
მცხეთა-მთიანეთი,თიანეთი	121	200	192	138	126	122	108
მცხეთა-მთიანეთი,მცხეთა	80	132	134	98	88	78	87
შიდა ქართლი, გორი	79	107	97	86	69	73	83
90%							
კახეთი,საგარეჯო	35	60	49	24	11	20	26
კახეთი,ახმეტა	35	55	49	20	16	16	20
კახეთი,თელავი	30	71	54	24	16	16	20
კახეთი,გურჯაანი	30	54	39	20	16	25	20
კახეთი,ყვარელი	45	88	69	33	15	29	20
კახეთი,ლაგოდეხი	40	71	54	29	27	43	38
მცხეთა-მთიანეთი,დუშეთი	33	44	38	16	4	18	10
მცხეთა-მთიანეთი,თიანეთი	38	52	40	30	15	20	13
მცხეთა-მთიანეთი,მცხეთა	21	32	32	10	6	10	6
შიდა ქართლი, გორი	16	30	18	9	6	11	13

რეგიონების აგროკლიმატური რესურსების შესაფასებლად მნიშვნელოვანია აგროკლიმატური ნორმების გათვალისწინება, რომლებიც მოცემულია ცხრილ 4-ში [3, 4, 5].

**ცხრილი 4.** თბილისი პერიოდის ძირითადი აგროკლიმატური მაჩასიათებლები (IV-X)

რეგიონი/რაიონი	ტემპერატურების ჯამი (>10°C)	ატმოსფერული ნალექების ჯამი (მმ)	ფარდობითი ტენიანობა (%)	ყინვისგან თავისუფალი პერიოდის ხანგრძლივობა (დღეები)	HTC
კახეთი, ლაგოდეხი	3980	740	68	242	1.8
კახეთი, საგარეჯო	3420	550	68	222	1.6
კახეთი, ახმეტა	3660	560	68	238	1.5
კახეთი, თელავი	3730	590	66	233	1.6
კახეთი, გურჯაანი	3920	540	70	245	1.4
კახეთი, ყვარელი	3960	760	69	239	1.9
მცხეთა- მთიანეთი, მცხეთა	3470	390	69	194	1.1
მცხეთა- მთიანეთი, დუშეთი	3050	500	70	203	1.6
მცხეთა- მთიანეთი, თიანეთი	2560	580	76	179	2.2
შიდა ქართლი, გორი	3520	320	69	200	0.9

შესწავლილ რეგიონებში მნიშვნელოვან ზიანს იწვევს ისეთი საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენები, როგორიცაა ყინვა და გვალვა. ამიტომ, ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე ყინვის თარიღის დასადგენად შემუშავდა რეგრესიული განტოლებები:

$n = 0.027 \text{ სთ} + 52$  ბოლო ყინვა

$n = -0.018 \text{ სთ} + 100$  პირველი წაყინვა

კორელაციის კოეფიციენტი  $r = -0.75 - 0.95$

განტოლებებში  $n$  არის ყინვის თარიღი (დღეების რაოდენობა 1 თებერვლიდან ბოლო ყინვის თარიღამდე და 1 აგვისტოდან პირველი ყინვის თარიღამდე),  $h$  არის ტერიტორიის სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ).

„მინი კივის“ (*A. arguta*) წარმოებისთვის გასათვალისწინებელია ყინვისგან თავისუფალი დღეების რაოდენობა, რისთვისაც შედგენილია რეგრესიული განტოლება:

$n = 0.046 \text{ სთ} + 229$

კორელაციის კოეფიციენტი  $r = -0.91$

განტოლებაში,  $n$  - არის ყინვისგან თავისუფალი პერიოდის ხანგრძლივობა (დღეები),  $h$  - არის ადგილმდებარეობის სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ) [2].

ცხრილი 5 წარმოადგენს გვალვების მაჩასიათებლებს რეგიონების მიხედვით, რაც გასათვალისწინებელი ფაქტორია კლიმატის ცვლილების პირობებში „მინი კივის“ ნაყოფის (*A. arguta*) შემთხვევაში [3, 4, 5].

**ცხრილი 5.** გვალვების მაჩასიათებლები ვეგეტაციის პერიოდში

რეგიონი/	გვალვის სახეები	გვალვის დღეების საშუალო რაოდენობა
----------	-----------------	-----------------------------------

რაიონი		საშუალო	ყველაზე მეტად	ყველაზე ნაკლებად	გვალვის ალბათობა (%)
კახეთი, თელავი	სუსტი	39	62	12	100
	საშუალო	11	33	0	95
	ინტენსივობის	2	10	0	60
	ინტენსიური	0.1	1	0	5
	ძალიან ინტენსიური				
მცხეთა-მთიანეთი, თიანეთი	სუსტი	20	40	3	100
	საშუალო	2	15	1	55
	ინტენსივობის	0	0	0	0
	ინტენსიური	0	0	0	0
	ძალიან ინტენსიური				
მცხეთა-მთიანეთი, მცხეთა	სუსტი	39	65	16	100
	საშუალო	15	32	2	100
	ინტენსივობის	1	5	0	50
	ინტენსიური	0	0	0	0
	ძალიან ინტენსიური				
მცხეთა-მთიანეთი, დუშეთი	სუსტი	22	47	4	100
	საშუალო	4	22	0	80
	ინტენსივობის	0	1	0	10
	ინტენსიური	0	0	0	0
	ძალიან ინტენსიური				
შიდა ქართლი, გორი	სუსტი	40	62	18	100
	საშუალო	14	36	2	100
	ინტენსივობის	2	6	0	65
	ინტენსიური	0.2	2	0	10
	ძალიან ინტენსიური				

კლიმატის ცვლილების (სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატება) გათვალისწინებით, კვლევის რეგიონებში განისაზღვრა გაზაფხულზე >10°C-ზე მაღლა და შემოდგომაზე <10°C-ზე დაბლა ტემპერატურის გადასვლის თარიღები [6]. ამ პერიოდებისთვის გამოითვალა ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღეები) და აქტიური ტემპერატურათა ჯამი (>10°C) (ცხრილი 6).

ცხრილი 6. აგროკლიმატური მახასიათებლების ცვლილება

რეგიონი, საბაზისო/სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მომატება	რაიონი, სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ)	ტემპერატურის თარიღი >10°C	ტემპერატურის <10°C-მდე დაცემის თარიღი	ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა	აქტიური ტემპერატურების ჯამი (>10°C)
---------------------------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------

კახეთი, საბაზისო/სცენარის მიხედვით	ყვარელი, 449	2.IV 24.III	4.XI 16.XI	216 237	4086 4586
კახეთი, საბაზისო/სცენარის მიხედვით	საგარეჯო, 802	11.IV 1.IV	27.X 8.XI	199 221	3440 3890
მცხეთა-მთიანეთი, საბაზისო/სცენარის მიხედვით	მცხეთა, 460	8.IV 31.III	26.X 7.XI	201 221	3542 3986
მცხეთა-მთიანეთი, საბაზისო/სცენარის მიხედვით	დუშეთი, 922	18.IV 9.IV	20.X 31.X	185 205	3095 3581
შიდა ქართლი საბაზისო/სცენარის მიხედვით	გორი, 568	11.IV 2.IV	25.X 7.XI	197 219	3489 3936

ცხრილის ანალიზის საფუძველზე, აქტიური ტემპერატურათა ჯამები ყველა რაიონში გაიზარდა (ყვარელში 500°C-ით, საგარეჯოში 450°C-ით, მცხეთაში 444°C-ით, დუშეთში 486°C-ით, გორში 447°C-ით). ასევე გაიზარდა ვეგეტაციის პერიოდის ხანგრძლივობა (დღეები), ძირითადად შემოდგომის პერიოდის ხარჯზე.

შედგენილი ტენდენციების [6] მიხედვით, ყვარელში აქტიური ტემპერატურის ჯამური მატება 280°C-ია, საგარეჯოში - 291°C, მცხეთაში - 289°C, დუშეთში - 216°C, გორში - 149°C. რაიონების მიხედვით 10 წლის განმავლობაში ცვლილების საშუალო სიჩქარეა: 40.0; 41.5; 41.3; 30.8; 21.2 (შესაბამისად).

ყვარელში ატმოსფერული ნალექების მატება 37 მმ-ია; საგარეჯოში კლება 145 მმ-ია; მცხეთაში - 3 მმ; დუშეთში - 19 მმ; გორში - 2.0. რაიონების მიხედვით 10 წლის განმავლობაში ცვლილების საშუალო ტემპი შემდეგია: 5.2; 20.7; 0.4; 2.7; 0.28 (შესაბამისად).

ყვარელში HTC-ის ზრდა 0.14-ია; საგარეჯოში შემცირება - 0.28; მცხეთაში - 0.07; დუშეთში - 0.21; გორში - 0.028. რეგიონების მიხედვით 10 წლის განმავლობაში ცვლილების საშუალო ტემპი შემდეგია: 0.02; 0.04; 0.01; 0.03; 0.004 (შესაბამისად).

#### 4. დასკვნები

გრძელვადიანი (70 წლიანი) მეტეოროლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე, გლობალური დათბობის გავლენით გამოვლინდა აგროკლიმატური მახასიათებლების (აქტიური ტემპერატურის ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) და ატმოსფერული ნალექების (მმ) ჯამების, HTC) ცვლილების ტენდენცია - ზრდა/კლება.

შემუშავებული სცენარის მიხედვით, ტემპერატურის 2°C-ით მატების შემთხვევაში, საკვლევ რაიონებში აქტიური ტემპერატურების ჯამების ზრდა საბაზისო (მიმდინარე) მაჩვენებელთან შედარებით საშუალოდ 450-500°C-ია. აღნიშნული სცენარის მიხედვით, საკვლევ რაიონებში გამოვლინდა ატმოსფერული ნალექებისა და ჰიდროთერმული კოეფიციენტების

შემცირების ტენდენციები (გამონაკლისია ყვარელი, სადაც ნალექების ზრდა შეინიშნება), რაც გვალვების სიხშირის ზრდის მიზეზია. გლობალური დათბობის პირობებისთვის შემუშავებული სცენარით (სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატება) ტემპერატურის მატება მნიშვნელოვან უარყოფით გავლენას არ მოახდენს „მინი კივის“ (*A. arguta*) წარმოებაზე, თუ ტემპერატურის მატება სცენარით გათვალისწინებულზე მაღალი არ აღმოჩნდება. პირიქით, ეს შეიძლება ხელსაყრელი იყოს მისი ვერტიკალური ზონალური ტრანსფორმაციისთვის არსებულ ზონებთან შედარებით 200-300 მ-ით (ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით). თუმცა, აუცილებელია განიხილოს შესაბამისი აგროტექნიკური ღონისძიებების შემუშავება ატმოსფერული ნალექების შემცირებით გამოწვეული უარყოფითი პროცესების წინააღმდეგ.

## ლიტერატურა

1. მაღლაკელიძე ე., ბობოქაშვილი ზ. (2021). „პატარა კივის“ (*Actinidia arguta* Planch.) კულტურის დახასიათება და განვითარების პერსპექტივები საქართველოში. ჟურნალი „ქართველი მეცნიერები“, ტომი 3, ნომერი 4.
2. მელაძე გ., მელაძე მ. (2010). საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. თბილისი, გამომცემლობა „უნივერსალი“.
3. საქართველოს კლიმატი. 7. კახეთი (2020). საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 128.
4. საქართველოს კლიმატი. 9. მცხეთა-მთიანეთი (2023 წელი). საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 134.
5. საქართველოს კლიმატი. 5. შიდა ქართლი (2016). ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 122.
6. მელაძე გ., მელაძე მ. (2020). კლიმატის ცვლილება: აგროკლიმატური გამოწვევები და პერსპექტივები აღმოსავლეთ საქართველოში. თბ., გამომცემლობა „უნივერსალი“.



## Agroclimatic assessment of prospective regions for the distribution of *Actinidia arguta* in Georgia under climate change conditions

Maia Meladze\*

Institute of Hydrometeorology of the Georgian Technical University, D.Agmashenebeli ave., 150<sup>g</sup>  
m.meladze@gtu.ge

**Abstract.** The main agroclimatic characteristics of the Kakheti, Mtskheta-Mtianeti and Shida Kartli regions of eastern Georgia for the distribution of one of the prospective crops for Georgian conditions, „Mini Kiwi” (*Actinidia arguta*), are discussed. The duration of sunshine (hours), the provisions of the sums of air temperatures ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) and atmospheric precipitations (mm) in the warm period (at 10 and 90%), the sums of active air temperatures, relative humidity, HTC, and the duration of the frost-free period (days) were calculated. Regression equations for determining the sums of active temperatures for the Kakheti region by district have been compiled. Also, regression equations for determining the date of occurrence of frosts (last and first) and the frost-free period (days) at different altitudes above sea level. The characteristics of the intensity of droughts during the vegetation period are given. Taking into account climate change (scenario, temperature increase by  $2^{\circ}\text{C}$ ), the dates of temperature transitions above and below  $>10^{\circ}\text{C}$  in the study regions have been determined. For these periods, the duration of the vegetation period (days) and the sum of active temperatures ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) were calculated, which were compared with the baseline (current) indicators. The studied and analyzed conditions allow for the search for agroclimatic analogues for the spread of „Mini Kiwi” (*Actinidia arguta*) throughout Georgia.

**Keywords:** *actinidia arguta*, climate change, agro-climatic characteristics

### 1. Introduction

Modern global climate change is one of the most actual problem ecological problems. Its impact is large-scale and affects the ecological balance established over many centuries and the macroclimate of the Earth's air layer as a whole. The problem of vulnerability and adaptation to climate change in the context of global warming has been recognized as a global task and a major challenge for modernity. Modern climate change has also affected the territory of Georgia, especially the eastern part of Georgia, where a trend of increasing temperatures has been observed. This is indicated by a statistical analysis of data from many years of meteorological observations. Therefore, it is necessary to study the vulnerability of plants to the mentioned temperature regime, especially in lowland areas at an altitude of 300-600 m above sea level, because in such areas even more heat will accumulate. One of the prospective crops for Georgian conditions is the „Mini Kiwi” (*A. arguta*), which is a deciduous, broad-leaved, vigorous plant. Its creeping stems cover trees up to 30 meters high in the forest, or are rooted to the ground. The fruit has a relatively short shelf life. Its fruit is distinguished by a sour-sweet taste and a special aroma and contains a large amount of vitamin C, on average 45-100mg/100g. „Mini Kiwi” (*A. arguta*) is characterized by important biological properties. It is characterized by good reproductive ability, high frost resistance (the most frost-resistant of the species in the *Actinidia* genus), and good resistance to pests and diseases and winter frosts, which contributes to its widespread development [1]. Under global warming, research into the impact of non-uniform climate change on the productivity

of „Mini Kiwi’’ (*A. arguta*), its vulnerability, and the expected transformation of the boundaries of existing agroclimatic zones of distribution is necessary and relevant.

## 2. Methodology

For the study districts, multi-year (70-year) meteorological observation data have been processed and analyzed using the method of mathematical statistics. The meteorological and agro-meteorological databases of the Institute of Hydrometeorology of the Georgian Technical University have been used; the multi-year (1948-2017) baseline (current) meteorological observation data of the National Environmental Agency of Georgia for the vegetation period. Future scenario data (temperature increase by 2°C, for the period 2020-2050) have been processed, which is obtained by the regional climate model RegCM-4 and the socio-economic development scenario A1B1.

## 3. Main findings and discussion

The duration of sunshine (hours) was assessed in the study regions, which significantly determines the activation of physiological processes in the crop (*Actinidia arguta*) and the production of a high-quality, abundant harvest (Table 1).

**Table 1.** Duration of sunshine (hours)

Region/ District	M o n t h s												Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Kakheti, Akhmeta	124	125	156	182	223	268	289	285	219	182	127	112	2292
Kakheti, Telavi	127	127	161	181	227	278	294	284	215	178	128	116	2315
Kakheti, Gurjaani	105	111	142	171	221	260	264	284	210	163	110	97	2111
Mtskheta- Mtianeti, Mtskheta	122	128	171	194	232	278	295	284	225	192	132	108	2361
Mtskheta- Mtianeti, Dusheti	127	128	154	172	208	252	264	257	205	176	131	116	2190
Shida Kartli, Gori	106	112	169	203	242	274	295	280	245	197	126	97	2346

Analysis of the table shows that the given indicators are completely satisfactory for the normal growth, development and productivity of the mini kiwi culture (*Actinidia arguta*).

Heat is the main agroclimatic resource for the plant [2]. Therefore, for the assessment of thermal conditions during the vegetation period of the Mtskheta-Mtianeti and Shida Kartli regions, which is a limiting factor, the sum of active temperatures provision (%) has been established for the studied culture (Table 2).

**Table 2.** Sum of active temperatures (>10°C)

Region/ District	Provision (%)					
	10	30	50	70	90	95

Mtskheta-Mtianeti, Mtskheta	3780	3570	3470	3340	3180	3060
Mtskheta-Mtianeti, Dusheti	3400	3170	3050	2910	2720	2660
Mtskheta-Mtianeti, Tianeti	2860	2670	2560	2420	2250	2140
Shida Kartli, Gori	3870	3670	3520	3370	3120	3070

These indicators by region will contribute to the spread of culture in such a way that the thermal regime is maximally used for their normal productivity. Regression equations for determining the sum of active temperatures have been compiled for the Kakheti region:

Kakheti, Telavi	$\sum T = -12.3n + 4222$
Kakheti, Gurjaani	$\sum T = -13.7n + 4413$
Kakheti, Lagodekhi	$\sum T = -14.1n + 4510$
Kakheti, Sagarejo	$\sum T = -9.7n + 3904$

In the equations  $\sum T$  - the sum of the forecast temperatures from the date of the average daily air temperature exceeding 10°C, n - the number of days from March 1 to the date of the temperature exceeding 10°C. These equations will estimate the provision of the current year's temperature sums. If the sum of the forecast temperatures turns out to be 300-400°C higher than the sum of the average temperatures in the region (in case of sufficient soil moisture), this indicates a high forecast yield and vice versa [2].

Along with heat, precipitation is an equally important and indispensable factor for plant growth and development. Table 3 shows the provision of 10 and 90% of atmospheric precipitation (mm) in the warm period [3, 4, 5].

**Table 3.** Provision of 10 and 90% of atmospheric precipitations (mm) in the warm period 10%

Region/ District	M o n t h s						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Kakheti, Sagarejo	152	208	200	144	98	124	149
Kakheti, Akhmeta	152	119	200	128	115	108	132
Kakheti, Telavi	135	238	217	144	115	108	132
Kakheti, Gurjaani	135	193	167	128	115	140	132
Kakheti, kvareli	184	282	268	175	147	156	165
Kakheti, Lagodekhi	168	238	217	169	145	203	198
Mtskheta-Mtianeti, Dusheti	112	203	168	108	98	101	112
Mtskheta-Mtianeti, Tianeti	121	200	192	138	126	122	108
Mtskheta-Mtianeti, Mtskheta	80	132	134	98	88	78	87
Shida Kartli, Gori	79	107	97	86	69	73	83
90%							
Kakheti, Sagarejo	35	60	49	24	11	20	26
Kakheti, Akhmeta	35	55	49	20	16	16	20
Kakheti, Telavi	30	71	54	24	16	16	20
Kakheti, Gurjaani	30	54	39	20	16	25	20

Kakheti, kvareli	45	88	69	33	15	29	20
Kakheti, Lagodekhi	40	71	54	29	27	43	38
Mtskheta-Mtianeti, Dusheti	33	44	38	16	4	18	10
Mtskheta-Mtianeti, Tianeti	38	52	40	30	15	20	13
Mtskheta-Mtianeti, Mtskheta	21	32	32	10	6	10	6
Shida Kartli, Gori	16	30	18	9	6	11	13

To assess the agroclimatic resources of regions, it is important to consider the agroclimatic norms, which are given in Table 4 [3, 4, 5].

**Table 4.** Main agro-climatic characteristics in the warm period (IV-X)

Region/ District	sum of temperatures (>10°C)	sums of atmospheric precipitation (mm)	relative humidity (%)	duration of the frost-free period (days)	HTC
Kakheti, Lagodekhi	3980	740	68	242	1.8
Kakheti, Sagarejo	3420	550	68	222	1.6
Kakheti, Akhmeta	3660	560	68	238	1.5
Kakheti, Telavi	3730	590	66	233	1.6
Kakheti, Gurjaani	3920	540	70	245	1.4
Kakheti, Kvareli	3960	760	69	239	1.9
Mtskheta-Mtianeti, Mtskheta	3470	390	69	194	1.1
Mtskheta-Mtianeti, Dusheti	3050	500	70	203	1.6
Mtskheta-Mtianeti, Tianeti	2560	580	76	179	2.2
Shida Kartli, Gori	3520	320	69	200	0.9

In the study regions, significant damage is caused by dangerous meteorological events such as frost and drought. Therefore, regression equations have been developed to determine the date of frost at different altitudes above sea level:

$n=0.027h+52$  last frosts

$n=-0.018h+100$  first frosts

correlation coefficient  $r=-0.75-0.95$

In the equations,  $n$  - is the frost date (number of days from February 1 to the last frost date, and from August 1 to the first frost date),  $h$  - is the elevation of the site above sea level (m).

For „Mini Kiwi” (*A. arguta*) production, the number of days of frost-free period must be taken into account, for which a regression equation has been drawn up:

$n=0.046h+229$

correlation coefficient  $r=-0.91$

In the equation,  $n$  - is the duration of the frost-free period (days),  $h$  - is the height of the location above sea level (m) [2].

Table 5 presents the characteristics of droughts by region, which is a factor to consider for „Mini kiwi” fruit (*A. arguta*) under climate change [3, 4, 5].

**Table 5.** Characteristics of droughts during the vegetation period

Region/ District	Types of drought	Average number of drought days			
		average	most	The least	Probability of drought (%)
Kakheti, Telavi	Weak	39	62	12	100
	Medium intense	11	33	0	95
	Intensive	2	10	0	60
	Very intense	0.1	1	0	5
Mtskheta- Mtianeti, Tianeti	Weak	20	40	3	100
	Medium intense	2	15	1	55
	Intensive	0	0	0	0
	Very intense	0	0	0	0
Mtskheta- Mtianeti, Mtskheta	Weak	39	65	16	100
	Medium intense	15	32	2	100
	Intensive	1	5	0	50
	Very intense	0	0	0	0
Mtskheta- Mtianeti, Dusheti	Weak	22	47	4	100
	Medium intense	4	22	0	80
	Intensive	0	1	0	10
	Very intense	0	0	0	0
Shida Kartli, Gori	Weak	40	62	18	100
	Medium intense	14	36	2	100
	Intensive	2	6	0	65
	Very intense	0.2	2	0	10

Taking into account climate change (scenario, temperature increase by 2°C), the dates of transition of temperature above >10°C in spring and below <10°C in autumn in the study regions have been determined [6]. The duration of the vegetation period (days) and the sum of active temperatures (>10°C) have been calculated for these periods (Table 6).

**Table 6.** Change of agroclimatic characteristics

Region, baseline/ scenario, temperature increase by 2°C	district, altitude above sea level (m)	Date of temperature >10°C	Date of temperature drop to <10°C	duration of the vegetation period (days)	Sum of active temperatures (>10°C)
Kakheti, baseline/by scenario	Kvareli, 449	2.IV 24.III	4.XI 16.XI	216 237	4086 4586
Kakheti, baseline/by scenario	Sagarejo, 802	11.IV 1.IV	27.X 8.XI	199 221	3440 3890
Mtskheta-Mtianeti, baseline/by scenario	Mtskheta, 460	8.IV 31.III	26.X 7.XI	201 221	3542 3986



Mtskheta-Mtianeti, baseline/by scenario	Dusheti, 922	18.IV 9.IV	20.X 31.X	185 205	3095 3581
Shida Kartli baseline/by scenario	Gori, 568	11.IV 2.IV	25.X 7.XI	197 219	3489 3936

Based on the analysis of the table, the sums of active temperatures have increased in all districts (in Kvareli by 500°C, in Sagarejo by 450°C, in Mtskheta by 444°C, in Dusheti by 486°C, in Gori by 447°C). The duration of the vegetation period (days) has also increased, mostly at the expense of the autumn period.

According to the compiled trends [6], the increase in the sums active temperature in Kvareli is 280°C, in Sagarejo - 291°C, in Mtskheta - 289°C, in Dusheti - 216°C, in Gori - 149°C. The average speed of change per 10 years by district is: 40.0; 41.5; 41.3; 30.8; 21.2 (accordingly).

The increase in atmospheric precipitation in Kvareli is 37 mm; in Sagarejo the decrease is 145 mm; in Mtskheta - 3 mm; in Dusheti - 19 mm; in Gori - 2.0. The average rate of change per 10 years by district is: 5.2; 20.7; 0.4; 2.7; 0.28 (accordingly).

The increase in the HTC in Kvareli is 0.14; decrease in Sagarejo - 0.28; in Mtskheta - 0.07; in Dusheti - 0.21; in Gori - 0.028. The average rate of change per 10 years by region is: 0.02; 0.04; 0.01; 0.03; 0.004 (accordingly).

#### 4. Conclusions

Based on long-term (70 years) meteorological observations, a trend of change in agroclimatic characteristics (sums of active temperatures (>10°C) and atmospheric precipitation (mm), HTC) under the influence of global warming has been identified - increase/decrease.

According to the developed scenario, temperature increase by 2°C, the increase in the sums of active temperatures in the study districts compared to the baseline (current) is on average 450-500°C. According to the mentioned scenario, trends of decrease in atmospheric precipitation and hydrothermal coefficients have been identified in the study areas (the exception is Kvareli, where an increase in precipitation is observed), which is the reason for the increase in the frequency of droughts. The increase in temperatures under the scenario developed for global warming conditions (scenario, temperature increase by 2°C) will not have a significant negative impact on the production of „Mini Kiwi” (*A. arguta*), unless the temperature increase turns out to be higher than that envisaged by the scenario. On the contrary, it may be favorable for its vertical zonal transformation to 200-300 m higher (depending on the height above sea level) compared to the existing zones. However, it is necessary to consider the development of appropriate agrotechnical measures against negative processes caused by reduced atmospheric precipitations.

#### References

1. Maglakelidze E., Bobokashvili Z. (2021). Characterization and development perspectives of „Baby Kiwi” (*Actinidia arguta* Planch.) Culture in Georgia. Journal Georgian scientists, Vol. 3, Issue 4.
2. Meladze G., Meladze M. (2010). Agroclimatic Resources of Eastern Regions of Georgia. Tbilisi, publ. „Universal”.
3. Climate of Georgia. 7. Kakheti (2020). Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University, vol. 128.
4. Climate of Georgia. 9. Mtskheta-Mtianeti (2023). Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University, vol. 134.
5. Climate of Georgia. 5. Shida Kartli (2016). Transactions of the institute of hydrometeorology, vol. 122.
6. Meladze G., Meladze M. (2020). Climate Change: Agroclimatic Challenges and Prospects in Eastern Georgia. Tbilisi, Publ. House „UNIVERSAL”.

## მოლდოვას რესპუბლიკის სხვადასხვა პომოლოგიური ზონიდან შერჩეული კაკლის (*Juglans regia* L.) ზოგიერთი ადგილობრივი ბიოტიპის კვლევა

მარია ა. პინტეა<sup>1</sup>, რადუ ვ. კოზმიჩი<sup>1</sup>, მონიკა მატანა<sup>2</sup>

<sup>1</sup> საჯარო დაწესებულება „სოფლის მეურნეობისა და ვეტერინარიის გამოყენებითი  
კვლევების ეროვნული ინსტიტუტი“

<sup>2</sup> სოფლის მეურნეობის ბიოლოგიისა და ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი (CNR),  
მილანი, იტალია

კორესპონდენტი ავტორის ელ. ფოსტა: mariapintea@yandex.ru

**აბსტრაქტი.** მოლდოვას კაკლის კულტურის საუკუნოვანი ტრადიცია აქვს. თესლით გავრცელება დღემდე ხდებოდა. აუცილებელია მაღალი თხილის თვისებებისა და პროდუქტიული პოტენციალის მქონე მნიშვნელოვანი ბიოტიპების წინასწარი შერჩევა. კვლევები ფოკუსირებული იყო მოლდოვას რესპუბლიკის სხვადასხვა პომოლოგიური ზონის ბუნებრივი პოპულაციიდან მოშენებისა და კულტურისთვის საინტერესო ადგილობრივი ბიოტიპების შეფასებაზე, პედოკლიმატურ პირობებთან ადაპტაციის, მარცვლების ბიომეტრიული, სენსორული და ბიოქიმიური თვისებების შეფასების გზით. მიღებული შედეგების საფუძველზე შეფასდა გენეტიკურად შეფასებული ადგილობრივი ბიოტიპები. აუცილებელია ადგილობრივი ეროვნული კაკლის ბიომრავალფეროვნების მომავალი გამდიდრებისთვის ადგილზე და ფერმაში ინვენტარიზაციის ჩატარება.

**საკვანძო სიტყვები.** მოლდოვას რესპუბლიკა, კაკალი, ადგილობრივი ბიოტიპები, თხილის მახასიათებლები.

## Research on Some Local Selected Walnut (*Juglans regia* L.) Biotypes from Different Pomological Zones of the Republic of Moldova

Maria A. Pintea<sup>1</sup>, Radu V. Cozmic<sup>1</sup>, Monica Mattana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Public Institution “National Institute for Applied Research in Agriculture and Veterinary Medicine”

<sup>2</sup> Institute of Agricultural Biology and Biotechnology (CNR), Milano, Italy

Corresponding author e-mail: mariapintea@yandex.ru

**Abstract.** Moldova has from centuries tradition of walnut culture. Outspreaded by seed occurred until now. Preselection for evaluating important biotypes with high nut qualities and productive potential there are indispensable. Studies were focused on evaluation of local interesting for breeding and culture biotypes from

natural population of different pomological zones or Republic of Moldova via evaluation of adaptability to pedoclimatic conditions, biometric, sensory and biochemical traits of kernels. On the basis of obtained results, the genetically valued native biotypes were assessed. *In-situ* and *on-farm* inventories for future enriched local national walnut biodiversity are necessary to be conduct.

**Keywords.** Rep. of Moldova, walnut, local biotypes, nuts characteristics.

## 1. Introduction

Walnut (*Juglans regia* L.) is one of the oldest cultivated fruit species in the Republic of Moldova having special economic and social significance. Significant research efforts has been done to make the walnut more profitable in term of nut production, oil quality, wood production for furniture and leaves phytotherapy applications (Pintea et al., 2014; Cosmulescu et al., 2014). During the last centuries over 90% of the Moldovan walnut trees have been grown in vineyards, small orchards, gardens, courtyards, forest belts and along roadsides. A substantial collection of fruits for walnut germplasm has been done and as results of breeding programs new varieties or elite trees were selected in prospects to improve walnut cultivation and yield quality (Pintea 2004). To reach those goals searching and evaluation of the walnut germplasm biodiversity occurred in nature and wild growing there are indispensable. Local walnuts diversity with high variation are important in breeding programs (Sharma and Sharma 2001; Solar and Stampar 2003; Zeneli et al. 2005; Malvolti et al. 2010; Cosmulescu 2013; Yuemei et al. 2014). The present studies there are consecrated to local walnut pomological (according agro ecological characteristics) zones (north, north-west and central) of the Republic of Moldova, were focused on selected trees from different natural populations according morphological and biochemical evaluation of nuts in the perspective to select and valorize walnut biotypes for future breeding programs. Eleven trees from north west (NW), 16 trees from north (N) and 43 trees from central (C) were the material for this research. For three consecutive years (2014, 2015, 2016) from each trees, nuts were harvested at full ripe in September. The nut traits were studied according the Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales (UPOV) and the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) guidelines (UPOV 1999; UNECE 2010). Fruit descriptive sensory analysis were done by trained panelists, six kernels from each tree nut sample were presented to each panelist. Sensory evaluation was done mainly as described (Mosivand et al., 2013).

## 2. Proximate analyses

Kernels from each biotypes were analyzed for the main biological compounds. The mature walnut fruits were deshelled and the kernel dehydrated by freeze-dry. The kernels were powdered in a porcelain mortar and mixed with hexane for oil extraction (Malvolti et al. 2010). Fatty acid (FA) analysis was conducted after hydrolysis of extracted oils from each kernel. Briefly, an HPLC system pump and degasser PU2089 (Jasco, Tokyo, Japan) equipped with Alltech 3300 ELSD (Grace, Deerfield, USA) was used. The FAs were separated on Luna 5  $\mu$ m C8 column (150  $\times$  4.6 mm) (Phenomenex, Bologna, Italy), using acetonitrile: isopropanol: water (50:30:20, v/v/v) at a flow rate of 1 ml/min for 15 min. Data from the detector were recorded, integrated and elaborated by the Borwin software program (JMBS Dev., Le Fontanil, France). The FAs were identified and quantified in comparison with FA standards (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA), composition was determined in triplicate and the quantities of individual fatty acids were expressed as percentage of total identified FAs (w/w). Tocopherols were analyzed in HPLC by direct injection of oil (Gimeno et al. 2000).

Protein content was determined via a Quantum Protein Kit (Euroclone, Milan, Italy), using Bovine Serum Albumin (BSA) as standard. Data obtained were subjected to descriptive statistical analyses (mean, standard error, elaborated with Microsoft Excel 2010 - Statistical Analysis and Graphpad Prism 6 software.

### 3. Main findings

During the surveys conducted in the last years valued and interested walnut trees have been identified in all the typical walnut growing areas: north (N), and central (C). The areas are characterized by annual average temperature of 7.5°C in N and 10°C in C as well as different rainfall that only partially satisfies water requirement for tree species. The presence of variable complexity of soil creates many specific pedo-climatic condition also inside the three areas of surveys. Each selected biotype was characterized by pomological and tree phenotypic characteristics. It was evidenced that period of pistillate and staminate flowering period was about 5-7 days later in the north and north-west zones in comparison to the central zone. During the years, the lateral flowering and nut-bearing biotypes in all zones, and biotype with inflorescences/fruits clusters in central zone was also appreciated.

### 4. Discussion

Multiannual studies (Tables 1, 2, 3, 4; Fig.1) show the main size, morphological and sensory traits from North (N), and Central (C) pomological zones (areas). It was noticed different weight nuts in all areas. Normally the nut with higher weight showed lower percentage of edible kernel, well evident in samples 5 C and 22 N. Large part of nut samples showed kernel/nut ratio over, or around, 50 %, with maximum value over 56 % for nuts 17 C, both had also gained maximum points in the overall fruit evaluation. The shell appearance (Table 2) in general seemed more grooved in C area then in NW area, where shells were more wrinkled. Those differences, however, did not give evident differences in shell thickness and adherence. The percentage of oil in kernels ranged from 50 to 60 and more, with nuts from north area reaching values of 63 % and 66 % in samples 27 N and 18 N respectively. Higher values in oil content was associated to lower protein content. Observing the oil fatty acid composition (Table 4) it was evident that over 90 % were represented by mono- and poly-unsaturated C:18 acids (oleic, linoleic and linolenic acids). The saturated acids, palmitic and stearic, represented a small fraction, that it is higher in nuts harvested in central area in comparison to the north and north-west areas. Furthermore, it is evident that some samples in all pomological zones are characterized by high oleic acid content (see as example: 13 C, 18N, 27 N), this high oleic acid is always related to decrease of linoleic acid. The oleic acid content is reported very variable in walnut kernels, if it typical percentage is around 15% of total fatty acids, it is also reported values over 30% (Yuemei et al., 2014; Ünver et al., 2016). It was well documented for many plant species and also for walnut nuts (Malvolti et al., 2010; Yuemei et al., 2014) that saturated acids were higher in warmer areas, the present results were in agreement to the noticed data. It should be noticed that obtained data on nuts proximate composition and oil content and fatty acids composition were in line with data reported for two Moldavian walnut varieties (Bernic et al., 2007). The tocopherols showed a relative high values but seemed very stable in all analyzed biotypes. (Table 3). In a preliminary statistical analysis the Pearson correlation ( $r$ ) coefficient a positive correlation of nut weight versus protein content and, more interesting, correlations between protein content and unsaturated fatty acids has been observed. Evaluation of morphological and biochemical characteristics have been reported as one of the tools for studying walnut genotypes and biodiversity in different regions (Ercisli et al., 2011; Malvolti et al., 2010; Ünver et al., 2016; Yuemei et al., 2014), Presented results can be a valued contribution in the Moldovan walnut biodiversity study. In our opinion, genetic analysis with appropriate ISSR markers designated for walnut could be the next step and is in under progress, with contribution to distinguish how much difference observed can be due to genotype biodiversity or can be due to interaction of phenotype and environmental condition.

### 5. Conclusions

Those studies will be indispensable for future breeding program/actions to support and enhance sustainable walnut culture and nuts processing industry, as well as the social and economic development. From the surveys and fruits analyses high variability but also correlation for some specific traits were found (protein content versus nut weight or versus unsaturated fatty acids component of oil) confirm walnut nuts of high commercial and nutritional importance which could be in line to the UNECE standards. At present, a restriction or change of the walnut distribution areas are causing a considerable erosion of plant genetic resources; collection, characterization, propagation and sustainable use of walnut genetic resources, assessment of the adaptive potential and phenotypic plasticity, are therefore items of considerable importance both for the preservation *in situ* and *ex situ* biodiversity. Thus, on the basis of obtained data it is clearly inferred the existence of genetically important native trees (biotypes) all around the natural wild walnut growing and investigate areas in the Republic of Moldova.

## References:

- Bernic, D., Ciumac, J., Pintea, M. (2007): Composition des huiles de noix moldaves. Pp. 1-6 In Proceeding Conference Internationale Food Science, engineering and technologies.- Plovdiv, Bulgarie.
- Canvin, D. (1965): The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several seed crops. Canadian Journal Botany 43:63-69.
- Cosmulescu, S. (2013): Phenotypic diversity of walnut (*Juglans regia* L.) in Romania—opportunity for genetic improvement. South West J Hortic Biol Environ 4: 117–126.
- Cosmulescu, S., Trandafir, I., Nour, V. (2014): Seasonal variation of the main individual phenolics and juglone in walnut (*Juglans regia*) leaves. Pharmaceutical Biology 52: 575-580.
- Ercisli, S., Kara, K., Ozturk, I., Sayinci, B., Kalkan, F. (2011): Comparison of some physico-mechanical nut and kernel properties of two walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici 39: 227-231.
- Gimeno, E., Calero, E., Castellote, A.I., Lamuela-Raventós, R.M., de la Torre, M C., López-Sabater, M.C. (2000): Simultaneous determination of  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene in olive oil by reversed-phase high-performance liquid chromatography. Journal Chromatography A 881: 255–259.
- Guo, H., Hu, C., Qian, J., Wu, D. (2012): Determination of underivatized long chain fatty acids using HPLC with an evaporative light-scattering detector. Journal American. Oil Chemical Society 89: 183–187.
- Malvolti, M.E., Pollegioni, P., Bertani, A, Mapelli, S., Cannata, F. (2010): *Juglans regia* provenance research by molecular, morphological and biochemical markers: a case study in Italy. Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability 4: 84-92.
- Mosivand, M., et. all. (2013): Comparison of tree, nut, and kernel characteristics in several walnut species and inter-specific hybrids. Crop Breeding Journal 3: 25–30.
- Pintea, M. (2004): Walnut: reproductive biology. F.E.-P. Central Printing Chisinau, Moldova (in Romanian).
- Pintea, M., Balan, V., Cimpoies, G. (2014): Following walnut footprints in Republic of Moldova. pp. 203-211. In Avanzato D. (ed.) Following walnut footprints (*Juglans regia* L.) cultivation and culture, folklore and history, traditions and uses. Scripta Horticulturae, Vol. 17. International Society for Horticultural Sciences, Leuven, Belgium.
- Sharma, O.C., Sharma, S.D. (2001): Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. Science Horticulturae 88: 163–171.
- Solar, A., Stampar, F. (2003): Genotypic differences in branching pattern and fruiting habit in common walnut (*Juglans regia* L.). Annals Botany 92: 317–325.
- UNECE (2010): Standard Ddp-02, Walnut Kernels. United Nations. New York and Geneva.
- Ünver, H., Sakar, E., Sülüsoğlu, M. (2016): Determination of pomological and morphological characteristics with fatty acid composition of high kernel ratio walnut genotypes. Erwerbs-Obstbau 58: 11–18.



UPOV (1999): Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Walnut (*Juglans regia* L.). International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) TG/125/6, Geneva, Switzerland.

Yuemei, C., Junmin, D., Caihong, Z. (2014): The analysis on fat characteristics of walnut varieties in different production areas of Shanxi Province. Journal of Plant Studies 3: 28-34.

Zeneli, G., Kola, H., Dida, M. (2005): Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. Science Horticulturae 105: 91–100.

**Table 1. Nuts characteristics of some selected biotypes**

Biotypes code	Nut weight (g)	Kernel weight (g)	Kernel/Nut (%)	Overall fruit evaluation (points, 1-9) <sup>z</sup>	Index of roundness <sup>y</sup>
1 C	11.68±0.35	5.64±0.22	48.28±0.59	7	115.27
3 C	16.08±0.13	8.03±0.057	49.89±0.052	7	152.50
4 C	17.82±0.01	8.43±0.11	47.33±0.63	7	131.43
5 C	24.29±0.35	5.64±0.22	22.76±0.63	5	120.55
7 C	14.36±0.09	6.93±0.39	48.11±2.39	7	150.86
8 C	14.68±0.07	6.41±0.06	43.95±0.66	9	104.65
12 C	11.93±0.02	5.92±0.03	49.34±0.19	7	141.37
13 C	13.37±0.01	5.63±0.02	42.32±0.15	7	134.54
14 C	15.35±0.02	6.27±0.07	40.78±0.42	7	151.26
16 C	12.81±0.09	6.72±0.15	55.52±0.87	7	127.06
17 C	16.13±0.03	8.92±0.39	56.17±2.87	9	115.39
18 C	15.91±0.07	8.36±0.13	52.48±1.027	9	139.14
13 N	15.69±0.11	8.33±0.44	53.06±3.63	7	131.14
15 N	11.79±0.03	5.41±0.11	45.91±1.09	9	147.64
16 N	14.60±0.18	6.99±0.19	47.88±0.86	9	149.52
18 N	10.29±0.14	5.68±0.09	55.14±0.18	9	113.45
19 N	12.93±0.15	5.81±0.20	44.52±1.19	9	156.94
20 N	12.96±0.14	6.06±0.06	46.76±1.00	7	132.85
22 N	25.53±0.71	9.88±0.37	38.71±0.45	9	
23 N	14.19±0.23	7.12±0.12	50.25±0.06	9	
25 N	15.05±0.007	7.56±0.28	50.25±1.89	5	
26 N	15.18±0.13	7.13±0.33	46.97±1.77		
27 N	11.70±0.37	6.29±0.27	53.54±1.26	7	
28 N	14.23±0.54	7.24±0.28	50.87±0.09		

**Table 2. Main morphological and sensory traits of nuts from some selected biotypes**

Tree Code	Shell appearance (points 1-8) <sup>x</sup>	Shell thickness (points 1-5) <sup>w</sup>	Adherence of shell (points 1-5) <sup>v</sup>	Kernel color (points 1-5) <sup>u</sup>	Overall nutty aroma (points 1-5) <sup>t</sup>	Overall sweetness (points 1-5) <sup>s</sup>
1 C	3.0±0.26	2.8±0.16	4.8±0.16	2.2±0.16	4.0±0.0	4.8±0.16
3 C	5.0±0.26	2.4±0.2	4.8±0.16	2.2±0.16	4.0±0.0	4.0±0.25

4 C	4.0±0.25	2.8±0.16	5.0±0.0	3.0±0.0	2.4±0.2	0.6±0.32
5 C	7.0±0.26	2.2±0.16	4.8±0.16	2.8±0.16	2.4±0.2	1.6±0.32
7 C	1.6±0.32	2.4±0.2	4.8±0.16	2.4±0.2	4.2±0.16	2.6±0.32
8 C	3.0±0.26	3.0±0.0	5.0±0.0	2.2±0.16	3.8±0.16	2.4±0.2
12 C	3.2±0.16	2.0±2.0	5.0±0.0	2.4±0.2	4.8±0.16	2.4±0.32
13 C	3.2±0.16	2.0±0.0	4.8±0.16	2.0±0.0	5.0±0.0	2.4±0.2
14 C	4.0±0.25	2.4±0.2	4.2±0.16	2.2±0.16	5.0±0.0	2.6±0.32
16 C	6.2±0.47	3.0±0.0	4.4±0.2	2.0±0.0	4.4±0.2	2.4±0.2
17 C	3.6±0.32	2.2±0.16	4.4±0.2	2.2±0.16	4.8±0.16	1.4±0.2
18 C	3.2±0.16	1.6±0.32	4.8±0.16	2.2±0.16	4.8±0.16	1.4±0.2
13 N	5.4±0.2	4.6±0.32	4.0±0.0	2.2±0.16	4.0±0.0	3.0±0.0
15 N	4.4±0.2	1.2±0.16	4.8±0.16	2.2±0.16	4.4±0.2	4.2±0.16
16 N	5.4±0.2	4.6±0.32	5.0±0.0	2.4±0.2	5.0±0.0	4.8±0.16
18 N	3.4±0.2	1.4±0.2	4.0±0.0	2.0±0.0	3.6±0.32	3.4±0.2
19 N	6.8±0.4	4.4±0.2	5.0±0.0	2.4±0.2	4.2±0.16	4.4±0.2
20 N	3.0±0.36	3.4±0.2	5.0±0.0	1.8±0.4	4.2±0.16	3.6±0.2
22 N	5.0±0.36	4.2±0.16	4.2±0.16	3.0±0.0	3.4±0.2	3.0±0.26
23 N	5.2±0.16	3.4±0.32	3.6±0.2	2.4±0.2	3.6±0.32	2.4±0.2
25 N	4.0±0.36	2.6±0.32	4.6±0.2	2.8±0.16	4.0±0.26	2.6±0.32
26 N	7.2±0.16	4.2±0.16	4.8±0.16	2.8±0.16	3.6±0.32	3.4±0.2
27 N	6.6±0.2	3.8±0.47	4.4±0.2	2.2±0.16	4.0±0.0	2.4±0.2
28 N	2.2±0.16	1.6±0.32	1.2±0.16	2.2±0.16	4.2±0.16	2.4±0.2

<sup>x</sup> 1, smooth; 2, slightly grooved; 3, grooved; 4, very grooved; 5, slightly wrinkled; 6, wrinkled; 7, very wrinkled; 8, embossed; <sup>w</sup> 1, very thin; 2, thin; 3, medium; 5, thick; <sup>v</sup> 1, very weak; 2, weak; 3, medium; 4, strong; 5, very strong; <sup>u</sup> 1, very light; 2, light; 3, medium; 4, dark; 5, very dark; <sup>T</sup> Intensity of all nutty characteristic from 1 (low) to 5 (maximum); <sup>S</sup> Taste associated with sucrose or other sweet substances from 1 (low) to 5 (maximum)

**Table 3. Distribution of the main components of kernel of main selected biotypes**

Tree Code	Water (%)	Proteins (%)	Starch fiber (%)	Vitamin E ug / ul of oil	Oil (%)	Oil density
1 C	3.27±0.86	16.38±0.75	21.19±0.35	1.73±0.04	59.16±0.24	0.927±0.001
3 C	3.34±0.29	19.86±0.003	24.11±0.29	2.81±0.04	52.69±0.59	0.930±0.002
4 C	3.61±0.44	17.15±1.59	27.09±1.64	2.51±0.17	52.15±0.38	0.924±0.001
5 C	2.69±0.39	21.92±0.72	24.48±1.61	2.03±0.05	50.91±1.28	0.935±0.002
7 C	2.47±0.06	17.24±1.76	22.93±2.09	1.79±0.02	57.36±0.38	0.919±0.011
8 C	2.98±0.07	17.22±0.11	22.11±0.79	2.54±0.07	57.69±0.62	0.939±0.005
12 C	3.35±0.19	16.28±0.70	26.54±2.67	2.35±0.027	53.83±1.77	0.932±0.001
13 C	2.62±0.02	16.78±0.27	26.67±0.81	2.06±0.05	53.93±1.11	0.915±0.002
14 C	3.31±0.46	19.74±1.08	25.88±1.72	2.51±0.05	51.07±0.19	0.933±0.001
16 C	3.54±0.53	12.00±0.75	26.73±1.62	2.42±0.22	57.72±0.34	0.925±0.001
17 C	2.99±0.06	20.22±0.68	23.05±0.17	2.52±0.12	53.74±0.91	0.935±0.001
18 C	2.58±0.11	18.86±1.45	22.85±0.63	2.47±0.22	55.71±0.92	0.922±0.005

13 N	2.83±0.15	17.88±0.35	18.71±0.77	2.45±0.17	60.58±1.27	0.921±0.003
15 N	2.59±0.18	14.07±1.19	22.91±1.51	2.96±0.37	60.42±2.87	0.926±0.006
16 N	3.01±0.26	12.05±1.46	24.03±1.83	1.83±0.11	60.92±3.56	0.935±0.001
18 N	2.24±0.01	11.82±0.17	19.85±0.96	2.77±0.13	66.09±1.15	0.922±0.002
19 N	3.04±0.06	17.66±0.962	20.25±1.45	2.28±0.08	59.09±2.47	0.928±0.014
20 N	2.49±0.01	17.63±0.74	20.38±1.09	2.49±0.05	59.49±0.35	0.925±0.008
22 N	2.51±0.09	17.45±0.21	22.02±0.29	1.86±0.03	58.02±0.41	0.925±0.001
23 N	3.16±0.12	15.00±0.31	22.48±1.19	2.95±0.13	59.36±1.38	0.918±0.007
25 N	2.84±0.19	19.48±0.65	19.46±1.89	2.29±0.01	58.22±1.06	0.932±0.008
26 N	3.01±0.08	16.99±0.39	21.77±0.84	3.05±0.10	58.22±0.53	0.931±0.002
27 N	2.87±0.31	10.74±1.39	23.07±2.35	2.22±0.03	63.31±4.06	0.911±0.005
28 N	2.55±0.045	17.91±0.55	18.45±1.37	2.22±0.01	61.1±1.97	0.920±0.003

**Table 4. Fatty acids percentage composition in the oil of selected walnut trees**

Tree Code	Linolenic acid (ω3)	Linoleic acid (ω6)	Palmitic acid	Oleic acid	Stearic acid
1 C	3.37±0.29	83.08±2.06	2.41±0.42	9.50±1.02	1.64±0.32
3 C	2.37±0.17	82.14±0.25	2.29±0.01	10.38±0.08	2.81±0.15
4 C	2.37±0.09	76.40±0.95	2.30±0.13	16.68±0.73	2.25±0.19
5 C	2.75±0.40	83.56±0.07	1.64±0.10	9.25±0.30	2.81±0.06
7 C	1.73±0.16	82.02±0.68	2.28±0.14	11.56±0.42	2.41±0.24
8 C	2.31±0.48	80.93±1.05	2.45±0.032	12.21±1.42	2.09±0.09
12 C	3.12±0.14	84.13±0.69	2.64±0.29	7.90±0.03	2.22±0.29
13 C	3.02±0.14	71.61±2.84	1.91±0.12	21.75±2.98	1.72±0.16
14 C	2.54±0.03	72.12±1.37	1.93±0.28	21.13±1.09	2.28±0.03
16 C	2.58±0.39	79.63±0.36	2.15±0.04	13.46±0.69	2.19±0.08
17 C	2.17±0.05	83.42±0.37	2.11±0.17	9.87±0.56	2.43±0.03
18 C	2.96±0.14	80.67±0.21	2.34±0.04	11.82±0.23	2.21±0.08
13 N	2.18±0.11	81.30±0.26	3.43±0.23	11.37±0.23	1.72±0.15
15 N	2.65±0.42	81.02±2.88	2.27±0.13	11.76±2.79	2.30±0.21
16 N	3.49±0.05	65.47±5.97	2.09±0.15	26.46±5.87	2.49±0.29
18 N	3.52±0.35	56.86±0.63	2.85±0.31	35.17±0.16	1.59±0.13
19 N	3.33±0.14	57.30±2.96	2.22±0.15	35.02±3.18	2.13±0.07
20 N	2.42±0.05	79.66±0.71	2.66±0.10	12.68±0.89	2.58±0.13
22 N	1.91±0.06	79.30±0.65	2.11±0.02	14.69±0.42	1.99±0.31
23 N	2.62±0.18	83.79±0.95	2.02±0.34	9.56±0.33	2.01±0.11
25 N	2.85±0.19	77.83±0.65	2.33±0.10	14.61±0.30	2.38±0.06
26 N	3.77±0.24	69.80±0.33	2.97±0.34	20.85±0.11	2.61±0.14
27 N	4.77±0.053	58.50±0.07	1.64±0.10	33.05±0.40	2.05±0.26
28 N	2.77±0.007	74.20±0.53	2.46±0.11	17.85±0.65	2.71±0.24



**Fig.1.** Nuts of more productive walnut biotypes.

## თუთის რეზისტენტობის სამკუთხედი

ნოდარ სტეფანიშვილი, თემურ ორთოიძე, მაია ბაჩილავა, ნიკა გიგაური

სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი,  
მარშალ გელოვანის გამზირი №36ბ, 0159, თბილისი, საქართველო

**აბსტრაქტი.** თუთის ფიტოპლაზმური დაავადება წარმოადგენს ყველაზე საშიშ და ძნელად განკურნებელ დაავადებას, რომელსაც იწვევს პოლიმორფული-ფიტოპლაზმური ორგანიზმები, ისინი მემკვიდრული ბუნების არიან და შთამომავლობას გადასცემს დაავადებას. მათთან ბრძოლა ბიოლოგიური, ქიმიური და სხვა საშუალებებით არ იძლევა დადებით შედეგებს. ერთერთი საშუალებაა დაავადების მიმართ რეზისტენტული ჯიშების გამოყვანა. თუთის კულტურის მიმართებაში სასელექციო სამუშაოები პრაქტიკულად შეჩერებულია, ამიტომ თუთის ფიტოპლაზმისგან თავისუფალი სარგავი მასალის მიღების ტექნოლოგიური მეთოდების შემუშავებას აქვს დიდი მნიშვნელობა.

**საკვანძო სიტყვები:** თუთა, ფიტოპლაზმური დაავადება, რეზისტენტული ჯიში, სელექცია

### 1. შესავალი

თუთის ფიტოპლაზმური დაავადება მცენარის უჯრედში მიმდინარე რთულ პროცესებთან არის დაკავშირებული. პათოგენი ცოცხალ ორგანიზმში შეჭრის შემდეგ გამოყოფს სპეციფიკურ ტოქსინს, რომელმაც შესაძლოა სასიკვდილოდ იმოქმედებს მცენარის უჯრედებზე და გამოიწვიოს მცენარის დაღუპვა. ინფიცირებულ მცენარეებში ირღვევა ნორმალური საარსებო პირობები და წარმოიშვება სტრესული მდგომარეობა. ასეთ სიტუაციაში მცენარე შემდეგისდაგვარად იცავს თავს გადარჩენისათვის და წლების მანძილზე გამომუშავებულ თავდაცვის ფართო ვარიაციებს იყენებს. იმ შემთხვევაში თუ პათოგენის მიერ გამოყოფილი ტოქსინი სასიკვდილოდ არ მოქმედებს მცენარის უჯრედებზე და მასპინძლის გენოტიპი არ არის მგრძნობიარე, ან ნაკლებად მგრძნობიარე ამ ტოქსინის მიმართ, მცენარე ჩაითვლება რეზისტენტულად. შეუთავსებელი ურთიერთობა პარაზიტსა და მასპინძელის უჯრედებს შორის არის დაავადების განვითარების წინაპირობა.

დაავადების სიძლიერე და მცენარის რეზისტენტობა ძირითადად სამ ფაქტორის - გამომწვევი პათოგენი, შესაბამისი პატრონ-მცენარე და გარემო პირობების ურთიერთგავლენაზეა დამოკიდებული. შექმნილი სამკუთხედი-პათოგენი, მცენარე და გარემოს ურთიერთდამოკიდებულება არის ამა თუ იმ დაავადების განვითარების და შესაბამისად, მცენარის რეზისტენტობის მაჩვენებელი. მათი ურთიერთდამოკიდებულება აისახება მცენარის საერთო სიძლიერეზე და დაავადების განვითარებაზე. ამ სამკუთხედის მონაწილე ინდივიდების ურთიერთდამოკიდებულებამ და გარემოს პირობების ცვლილებებმა შესაძლებელია ამა თუ იმ



ხარისხით შეცვალის მცენარის იმუნიტეტის რეაქცია, გააძლიეროს ან პირიქით, შეამციროს მცენარის თავდაცვის უნარიანობა.

მცენარის, გარემოსა და პათოგენს შორის ამ ურთიერთდამოკიდებულებას შოლტოფმა (Scholthof, 2007) უწოდა „დაავადების სამკუთხედი“. მცენარეთა „დაავადების სამკუთხედის“ ევოლუციის თაობაზე გამოთქმული აქვთ მოსაზრებები (Leach, 1979; Nelson, 1994; Francl, 2001; Chatfield et al., 2004; Tronsmo et al., 2020; Roussin- Léveillé et al., 2024), რომლებიც აღნიშნავენ, რომ სამკუთხედში შემავალი ფაქტორთა ურთიერთგავლენის შედეგები დამოკიდებულია როგორც მცენარის, ასევე პათოგენის ფიზიოლოგიურ პროცესების თავისებურებებზე, და მათი ურთიერთდამოკიდებულება ძლიერდება ან მცირდება გარემო ფაქტორების მოქმედებით. დაავადების წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური ღონისძიების გატარების მიზნით, აუცილებელია კარგად ვიცნობდეთ სამკუთხედში შემავალი ცალკეული ფაქტორის თავისებურებებს.



თუთის ფიტოპლაზმები მიეკუთვნებიან უმცირესი ზომის პროკარიოტულ ორგანიზმებს, რომლებიც არ ფლობენ უჯრედის კედელს. მათ ახასიათებთ პლემორფულობა და სხეულის ფორმის ადვილად ცვლა. ფიტოპლაზმების მომრგვალო სხეულები გარედან შემოსაზღვრულია ელემენტარული მემბრანით, რაც უზრუნველყოფს მათ სტრუქტურულ მთლიანობას. ფიტოპლაზმებს არ გააჩნიათ დამოუკიდებელი სინთეზის უნარი და საკვებ ნივთიერებებს მზა სახით იწოვენ მასპინძელი მცენარისგან. თუთის მცენარეში ისინი ძირითადად კონცენტრირებულნი არიან გამტარი სისტემის ფლოემის უჯრედებში.

დაავადების გადატანა ხდება მხოლოდ იმ მწერების საშუალებით, რომლებსაც გააჩნიათ მჩხვლეტ-მწუწნავი პირის აპარატი (ყანჩაველი, 2019). მცენარეზე კონტაქტის შემდეგ მწერი იწყებს უჯრედის შიგთავსის შეთვისებას, რის შედეგადაც ფლოემაში არსებული ფიტოპლაზმები ხვდებიან მის საჭმლის მომნელებელ სისტემაში (ლოზჟანიძე და სხვ., 2015). ფლოემაში მოხვედრის შემდეგ ფიტოპლაზმა იწყებს გამრავლებას და ლატენტური პერიოდის გავლის შემდეგ მცენარეზე ჩნდება განსხვავებული გარეგნული სიმპტომები. ასეთი მცენარე წარმოადგენს ინფექციის წყაროსა და ფიტოპლაზმების რეზერვატორს (Weintraub & Wilson, 2010).

დაავადების სიმპტომები აღწერილი აქვთ როგორც უცხოელ, ისე ქართველ მეცნიერებს (Окабе Коха, 1960; Чадунели, 1972). გარეგნული ნიშნებით თუთის ფიტოპლაზმური დაავადება —

ფოთლის სიხუჭუჭე — ადვილად ამოსაცნობია. მას ახასიათებს მკვეთრად გამოხატული წვრილფოთლიანობა, ფოთლების დეფორმაცია და დახუჭუჭება, ძარღვების გასწვრივ დანაოჭება, აგრეთვე ყლორტების ზრდის შეჩერება და მცენარის დაჯუჯავება (Какулия, 1982).

თუთის ფიტოპლაზმური დაავადების გადამტანი მწერებია *Hishimonus sallatus* Uhler, *Hishimonus sallatiformis* Ishiara და *Hishimonus discituttus* Waik. საქართველოს კლიმატურ პირობებში ეს სახეობები წელიწადში სამ თაობამდე იძლევიან, იკვებებიან თუთის ფოთლებითა და ყლორტებით, იზამთრებენ კვერცხის სტადიაში და მთელ სასიცოცხლო ციკლს თუთის ხეებზე ასრულებენ. ფიტოპლაზმის გადაცემა შეიძლება მოხდეს ყველა თაობაში, თუმცა ყველაზე აქტიური მატარებლები ზრდასრული მწერები (იმაგო) არიან.

ფიტოპლაზმის მასპინძელია მხოლოდ თუთის ხე (*Morus spp.*), რომლის ნორმალური ზრდა-განვითარებისთვის აუცილებელია თბილი კლიმატი და კარგი აგროქიმიური პირობები. გ. ალექსიძის (1964) მონაცემებით, თუთის კვირტების მასობრივი დაბერვა საქართველოში იწყება მაშინ, როდესაც ჰაერის საშუალო დღეღამური ტემპერატურა აღწევს 10°C-ს, ხოლო ყლორტების ინტენსიური ზრდა მიმდინარეობს 10–15°C ტემპერატურაზე. ნორმალური განვითარებისათვის მცენარე საჭიროებს 16–18 საათიან დღის ხანგრძლივობას.

მ. კაკულიას (1982) მონაცემებით, დაავადების გავრცელებას ხელს უწყობს ატმოსფერული და ნიადაგის მაღალი ტენიანობა. კვლევებით დადგენილია, რომ თუთის ჯუჯიანობას იწვევს ასტრების სიყვითლის გამომწვევი ფიტოპლაზმა “*Ca. P. asteris*”, რომელიც მიეკუთვნება 16SrI-B ქვეჯგუფს (Namba, S. et al., 1993). საქართველოში ფიტოპლაზმის ორი შტამი — №210 და №208 — გამოავლინა თ. ზაქარეიშვილმა (1983).

თუთის წინააღმდეგობა დაავადებისადმი შეიძლება გამოიხატოს როგორც მცენარის იმუნიტეტით, ისე გამძლეობის გარკვეული მარკერებით (Гиоргадзе, 1972). რეზისტენტობა შეიძლება დამოკიდებული იყოს უჯრედის ოსმოსურ წნევაზე: მგრძნობიარე ჯიშებს ახასიათებთ დაბალი ოსმოსური წნევა (4–11 ატმ.), ხოლო რეზისტენტულებს — თითქმის ორჯერ მაღალი (19–26 ატმ.) (შალამბერიძე, 1998). მაღალი ოსმოსური წნევის მქონე ჯიშებს ახასიათებთ ქსერომორფული, წვრილუჯრედოვანი აგებულება, მაშინ როცა არარეზისტენტულ ჯიშებში უჯრედები ფაშარი და მსხვილია.

დუნიის თეორიის მიხედვით (Дунин, 1966), იმუნოგენეზი დამოკიდებულია მცენარის გენეტიკურ თვისებებზე და პარაზიტთან ურთიერთობის ეტაპზე. ხამიდის მოსაზრებით (Хамиди, 2004), მცენარის იმუნიტეტი დაკავშირებულია უჯრედის წველის მჟავიანობასთან (pH) და შაქრის შემცველობასთან — რაც უფრო მაღალია მჟავიანობა, მით უფრო თრგუნავს პარაზიტის განვითარებას.

მრავალი მეცნიერი მცენარის სიცოცხლისუნარიანობისა და თავდაცვისუნარიანობის ერთ-ერთ მაჩვენებლად თვლის სილიციუმის მაღალ შემცველობას უჯრედებში (Epstein, 2009; Колесников, 2001; Heather et al., 2007; Wang & Galletta, 1998).

ფიტოპლაზმური დაავადების განვითარებაზე გავლენას ახდენს მცენარისა და ფოთლის ასაკიც (Какулия, 1982; Какулия, 1982a). გადამტანი მწერები ძირითადად სახლდებიან ახალგაზრდა, მოუმწიფებელ ფოთლებზე, სადაც ტენიანობის დონე მაღალია. ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ დაავადების გავრცელება მეტად შეინიშნება ახალგაზრდა მცენარეებზე, ვიდრე ხნიერებზე, ხოლო ხანგრძლივი ექსპლოატაცია ხელს უწყობს ინფექციის გაძლიერებას და გავრცელებას (Кафиани, 1977).

## 2. საკითხის აქტუალობა:

საქართველოში გავრცელებული თუთის (*Morus*) სახეობებიდან ფიტოპლაზმური დაავადების მიმართ მაღალი რეზისტენტობა გამოვლინდა მხოლოდ *Morus bombycis* Koidz. და *Morus multicaulis* Perr. სახეობების წარმომადგენლებში. აღნიშნული ფორმების მოძიება, საკოლექციო ნაკვეთის შექმნა, ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური კვლევებით დაავადებისადმი გამძლეობის მარკერების გამოვლენა და მათი საფუძველზე რეზისტენტობის გამსაზღვრელი ფორმულის — რეზისტენტობის კოეფიციენტის შექმნა წარმოადგენს უაღრესად მნიშვნელოვან მიმართულებას. აღნიშნული კვლევა საშუალებას მოგვცემს შეფასდეს ახალი ჯიშებისა და ფორმების ფიტოპლაზმური დაავადებისადმი რეზისტენტობის უნარი.

## 2. კვლევის მიზანი

კვლევის მიზანია საქართველოში გავრცელებული თუთის სახეობებში რეზისტენტობის დამახასიათებელი ნიშნების შესწავლა და ისეთი მეთოდის შემუშავება, რომლის საშუალებით ადრეულ ეტაპზე შესაძლებელი იქნება თუთის სხვადასხვა სახეობის ფორმების რეზისტენტობის განსაზღვრა. ეს მნიშვნელოვნად დააჩქარებს ფიტოპლაზმური დაავადების მიმართ თუთის სარგავი მასალის ვარგისიანობისა და გამოყენების შესაძლებლობის შეფასებას. თუთის ფორმების შერჩევისას გათვალისწინებულია სახეობების წარმომავლობა, გენეტიკური და ფენოტიპური მახასიათებლები, მათი ცვალებადობა და მდგრადობა გარემო პირობებში. უპირატესობა მიენიჭა ფორმებს, რომლებიც გამოირჩევიან წვრილუჯრედოვანი ანატომიური აგებულებით, ყუნწისა და ლაფნის გამტარ სისტემაში ფიზიოლოგიურად აქტიური უჯრედების სიჭარბით და უჯრედის მაღალი მქავიანობით.

ფიტოპლაზმური დაავადებისადმი გამძლეობის მარკერებზე დაყრდნობით შემუშავდება ფორმულა — *გამძლეობის კოეფიციენტი (K)*, რომლის საშუალებით შეფასდება თუთის ფორმების ფიტოპლაზმური დაავადებისადმი რეზისტენტობის სიძლიერე და მათი გამოყენების პოტენციალი. რეზისტენტული ჯიშებისა და ფორმების გამოვლენა და მათი გამრავლება ხელს შეუწყობს ფერმერთა მზარდი მოთხოვნის დაკმაყოფილებას თუთის კულტურაზე.

## 3. კვლევის ობიექტი

კვლევის ობიექტია თუთა (*Morus*), რომლის სისტემატიკაა შემდეგი: სამეფო — მცენარეები (*Plantae*); განყოფილება — ფარულთესლოვანები (*Angiospermae*); კლასი — ორლებნიანები (*Dicotyledoneae*); რიგი — *Rosales*; ოჯახი — თუთისებრთა (*Moraceae*); გვარი — თუთა (*Morus*). თუთისებრთა ოჯახი მოიცავს დაახლოებით 65 გვარს და 2000-მდე სახეობას, რომლებიც ძირითადად ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონებშია გავრცელებული. ამ ოჯახის უმეტესობა ხის ან ბუჩქის ფორმის მცენარეებია, თუმცა გვხვდება ლიანებიც და ბალახოვანიც. თუთისებრთა ოჯახში შედიან ერთსახლიანი და ორსახლიანი მცენარეები; ისინი ტიპური ცალსქესიანები არიან.

თუთას ახასიათებს მარტივი შეჯვარების უნარი, არის ანემოფილური მცენარე (მტვერი ქარით გადადის), აქვს ფართო გავრცელება, ადვილად იფარება ჯვარედინი დამტვერვით და წარმოქმნის მრავალ გარდამავალ ფორმას.

#### 4. კვლევის მეთოდები

კვლევა ჩატარდა სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის ჯილაურას ბაზაზე, სადაც შექმნილი იყო თუთის საკოლექციო ნაკვეთი, რომელიც მოიცავდა ფიტოპლაზმური დაავადებისადმი რეზისტენტულ ფორმებს. მრავალწლიანი კვლევის ფარგლებში გამოყენებულ იქნა სხვადასხვა მეთოდი:

- მინდვრის ცდები;
- ლაბორატორიული და პომოლოგიურ-ფენოლოგიური დაკვირვებები;
- ანატომიური, ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური ანალიზები;
- უჯრედის არეს მჟავიანობის დადგენა.

ყოველწლიურად ისწავლებოდა თუთის ფენოლოგიური ფაზების განვითარება, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა, ერთწლოვანი ტოტების ზრდა და მოსავლის სტრუქტურული ანალიზი.

კლიმატური მონაცემები მოპოვებული იქნა გარემოს ეროვნული სააგენტოს აგრომეტეოროლოგიური ბიულეტენებიდან. მათ საფუძველზე განისაზღვრა აქტიური ტემპერატურის ჯამი და შესაბამისი ფენოლოგიური ფაზების პერიოდები.

დადგენილ იქნა თუთის ფიტოპლაზმური დაავადებისადმი გამძლეობის ძირითადი მარკერები, რომლებზე დაყრდნობით შემუშავდა *გამძლეობის კოეფიციენტი (K)* ახალი ფორმების შესაფასებლად.

ფოთლის ქლოროპლასტებში ფლუორესცენციის პარამეტრები განისაზღვრა ფლუორომეტრით PAM-2100 (Waltz, Germany): მინიმალური (Fo), მაქსიმალური (Fm) და ვარიანტული (Fv) ფლუორესცენციის ინტენსივობები, აგრეთვე ფოტოსინთეზებს შორის ელექტრონების ტრანსპორტის ინტენსივობა (TR) როგორც სიბნელეში ადაპტირებულ, ისე დაბალი ინტენსივობის სინათლით განათებულ ფოთლებში.

#### 5. მიღებული შედეგების განხილვა

მრავალწლიანი ცდების შედეგად დადგინდა, რომ თუთის ფორმების ფიტოპლაზმური დაავადებისადმი რეზისტენტობა უმთავრესად განისაზღვრება ორი მარკერით:

1. ფოთლის ყუნწის გამტარ სისტემაში ფლოემის უჯრედთა რაოდენობა;
2. უჯრედის არეს მჟავიანობის რაოდენობრივი მაჩვენებელი.

ეს მარკერები წარმოადგენს თუთის ფორმის მყარ გენეტიკურ თვისებებს და ნაკლებად იცვლება სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში.

საკოლექციო ნაკვეთის საფუძველზე შერჩეულ იქნა თუთის 42 ახალი ფორმა. ანატომიურმა კვლევამ აჩვენა, რომ ფოთლის ყუნწის ფლოემის უჯრედთა რაოდენობა განსხვავდება ფორმების მიხედვით, რის საფუძველზეც ისინი დაჯგუფდნენ ოთხ კატეგორიად:

- I კატეგორია: 5–9 უჯრედი/mm
- II კატეგორია: 10–14 უჯრედი/mm
- III კატეგორია: 15–19 უჯრედი/mm
- IV კატეგორია: 20-ზე მეტი უჯრედი/mm



ასევე დადგინდა, რომ უჯრედის არეს მჟავიანობა მერყეობს pH 4.5–8.5 ფარგლებში, რის საფუძველზეც ფორმები დაყოფილი იქნა ოთხ ქვეჯგუფად:

- I კატეგორია: ძლიერ სუსტი მჟავე (pH 7.6–8.5)
- II კატეგორია: სუსტი მჟავე (pH 6.6–7.5)
- III კატეგორია: მჟავე (pH 5.6–6.5)
- IV კატეგორია: ძლიერ მჟავე (pH 4.6–5.5)

შესაბამისად, თუთის ფორმების რეზისტენტობის შეფასება ეფუძნება ამ ორ მთავარ მარკერს — ფლოემის უჯრედთა რაოდენობასა და უჯრედის არეს მჟავიანობას, რაც წარმოდგენილია პირველ ცხრილში.

**ცხრილი 1.** თუთის ფორმის რეზისტენტობის ძირითადი მარკერები და მათი კატეგორიები

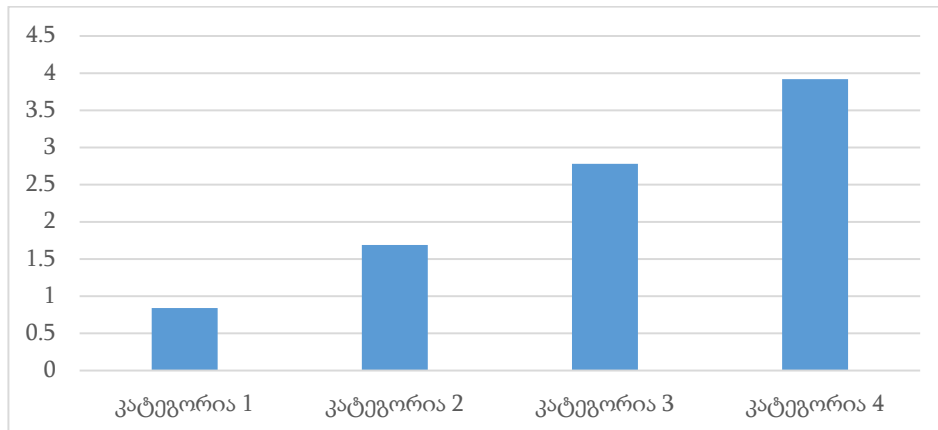
კატეგორიის №	ფოთლის ყუნწის გამტარ სისტემის კვლევა			ფოთლის უჯრედის არის მჟავიანობა		
	ფლოემის უჯრედის რაოდენობა 1მმ. ც	ფორმების რაოდენობა.ც	ფორმის რაოდ. %-ში.	Ph-ის მაჩვენებელი	ფორმების რაოდენობა. ც	ფორმების რაოდ. %
I	5-9	7	16.6	7.6-8.5	9	21.4
II	10-14	16	38.1	6.6-7.5	15	35.7
III	15-19	13	30.9	5.6-6.5	11	26.1
IV	20 და მეტი	6	14.3	4.6-5.5	7	16.6
სულ		42	100		42	100

თუთის ფორმები, რომლებსაც აქვთ ფოთლის ყუნწის გამტარ სისტემაში ფლოემის უჯრედთა დიდი რაოდენობა და უჯრედის არის ძლიერი მჟავიანობა, პოტენციურად ფიტოპლაზმური დაავადების მიმართ რეზისტენტულ თვისებას ამჟღავნებენ. გამძლეობის ეს მარკერები წარმოდგენილ ცხრილში მოხვდნენ მე-IV კატეგორიის ჯგუფში (14,3%-16,6 %), დანარჩენი ფორმების დამახასიათებელი მარკერები, რომლებსაც გააჩნიათ მცირე უჯრედთა რაოდენობა და დაბალი მჟავიანობა გადანაწილდა ძირითადად მე-II-III კატეგორიაში. ამგვარად, ჩვენი კვლევის განსაკუთრებული ყურადღება გამახვილდა მე-4-ე კატეგორიაში მოხვედრილი მცენარეებზე და მათი შესწავლით დადგინდა, რომ გამძლეობის ძირითად მარკერებს შორის არ არსებობს პირდაპირი კორელაციური კავშირი, რომ ფლოემის უჯრედთა წვრილუჯრედიანობის დიდი რაოდენობა, ყოველთვის არ შესაბამეობა უჯრედის არის მაღალ მჟავიანობას და პირიქით, მე-4 კატეგორიის მაღალი მჟავიანობის 7 მცენარიდან მხოლოდ 4 ფორმას აღმოაჩნდა ყუნწის გამტარ სისტემაში ფლოემის უჯრედთა დიდი რაოდენობა, ხოლო 3 ფორმის მცენარეების ფლოემის უჯრედთა რაოდენობა სხვა კატეგორიის ჯგუფს მიეკუთვნება.

ამრიგად, თუთის ფორმების რეზისტენტობის განსაზღვრისათვის აუცილებელი გახდა შეგვემუშავებინა ისეთი კრიტერიუმი, რომელიც ზუსტად განსაზღვრავდა ორი ძირითადი მარკერის ურთიერთდამოკიდებულებას. ამ მიზნით შევადგინეთ ფორმულა:  $K=A/P$ , სადაც K თუთის ფიტოპლაზმური დაავადების რეზისტენტობის კოეფიციენტი, A ფოთლის ყუნწის მეზოპეციოლში დამატებითი რბილი ლაფნის უჯრედთა რაოდენობა, ხოლო P უჯრედის არის



რეაქციის მაჩვენებელი. ამ ფორმულის გამოყენებით პირველი ცხრილის კატეგორიების რეზისტენტობის კოეფიციენტის მაჩვენებლები წარმოდგენილი გვაქვს ნახაზ 1-ზე.

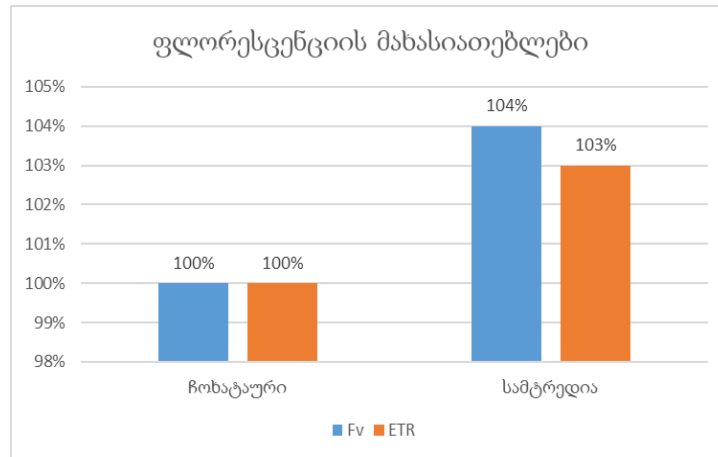


ნახ. 1. რეზისტენტობის კოეფიციენტის მაჩვენებლები (%)

იმ შემთხვევაში, თუ რეზისტენტობის კოეფიციენტი  $K$ -ადემატება 2.5 ერთეულის თუთის ჯიში ან ფორმა რეზისტენტულად შეიძლება იქნეს მიჩნეული, როდესაც კოეფიციენტი  $K$  -1.0 -ზე დაბალი მაჩვენებელით გამოიხატება ჯიში ან ფორმა შეიძლება შეფასდეს არარეზისტენტულად. აღნიშნული ფორმულის გამოყენებით ჩვენ შევარჩიეთ თუთის საკოლექციო ნაკვეთში (ჯილაურას სამეცნიერო-კვლევითი ბაზა) 7 პერსექტიული ფორმა. შევისწავლეთ მათი ზრდა-განვითარება, ფოთლის მოსავლიანობა, ქიმიური ანალიზი და გამოცდისათვის გავავრცელეთ დასავლეთ საქართველოს ორი რეგიონში (სამტრედია, ჩოხატაური და ადიგენი).).

რეზისტენტილი და არარეზისტენტული თუთის ფორმების ფოთლების ფიზიოლოგიურმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ თუთის ფიტოპლაზმური დაავადების მიმართ რეზისტენტულ ფორმების ფოთლებში რეაქტიული ცენტრი ფს -2 და ელექტრონების ტრანსპორტირების ინტენსივობა ETR მუშაობს უფრო აქტიურად, რაც გვაძლევს შესაძლებლობას ვივარაუდოთ, რომ ვარიანტური ფლუორესცენციის სიდიდე- Fv და ელექტრონების ტრანსპორტის ინტენსივობის- TR-მნიშვნელობით შესაძლებელია ვიმსჯელოთ თუთის ფიტოპლაზმური დაავადების რეზისტენტობის ხარისხის შესაფასებლად.

ზონალობა გარკვეულ გავლენას ახდენს აგრეთვე თუთის ფორმებში ფიზიოლოგიურ პროცესებზე. ნახაზ 2-ზე წარმოდგენილი მასალიდან ჩანს, რომ ვალიანტური ფლუორესცენციის სიდიდე და ელექტრონების ტრანსპორტირების ინტენსივობა უფრო აქტიურად მიმდინარეობს შედარებით დაბალ ზონებში.

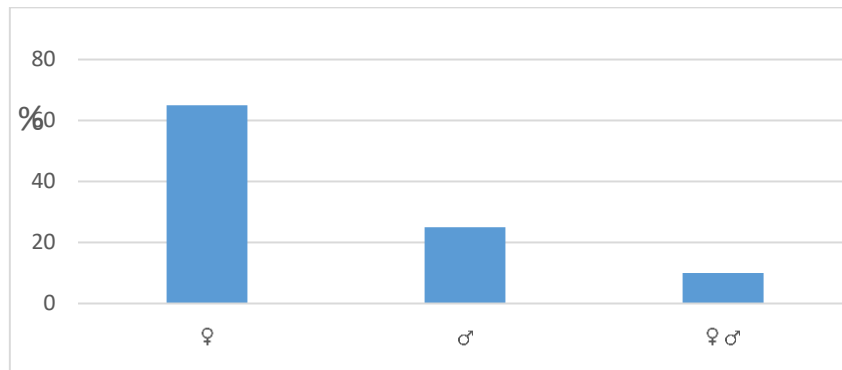


ნახ. 2. ზონალობა და ფოთლის ფლორესცენციის მაჩასიათებლები

რეზისტენტული ფორმებისათვის დამახასიათებელი სხვა გამძლეობის მარკერია ასკორბინის მჟავა, ანუ ვიტამინი C, რომელიც დამუანგველი სისტემის მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოდგენს და ითვლება მცენარეული ორგანიზმების სიცოცხლისუნარიანობის ერთ-ერთ მაჩვენებლად. ეს მაჩვენებელი რეზისტენტულ ფორმების ფოთლებში 31,5 %-ით მეტია საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით. მაღალია ასევე 14.1 % - ით რეზისტენტულ ფორმების ფოთლებში მშრალი ნივთიერების რაოდენობა საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, რაც სავარაუდოთ მიუთითებს რეზისტენტული ფორმების ფოთლის მაღალ კვებით ღირსებაზე გარემო ფაქტორები მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ფიტოპლაზმური დაავადების გავრცელების და მცენარეთა რეზისტენტობის საქმეში.

მრავალი კვლევებით დადგენდა, რომ ჰაერისა და ნიადაგის მაღალი ტენიანობა, ხელსუწყობს თუთის ფიტოპლაზმის განვითარების ინტენსივობას, ხოლო გარემოს მაღალი ტემპერატურა და მკაცრი კლიმატური პირობები პირიქით, ამცირებს მის განვითარებას. ჩვენი მონაცემებით, საქართველოს ზონაში თუთის მცენარეზე კვირტების მასიური დაბერვა იწყება მაშინ, ჰაერის საშუალო დღეღამური აქტიური ტემპერატურის ჯამი მიაღწევს  $-88-90^{\circ}\text{C}$ , მე - 5-ე ფოთლის გამოჩენა იწყება  $240-250^{\circ}\text{C}$  -ზე, ხოლო ნაყოფის სიმწიფისათვის საჭიროა ჰაერის ტემპერატურის ჯამი უნდა შეადგენდეს  $-630-640^{\circ}\text{C}$ -ს. ამ მონაცემებზე დაყრდნობით განისაზღვრა ზონებში ცალკეული ფენოფაზის დადგომის თარიღები.

ფიტოპლაზმური დაავადების გავრცელებას განსაკუთრებით ხელს უწყობს მცენარეთა გაზაფხულის პერიოდში დაგვიანებული ექსპლუატაციის ჩატარება, რომლის შედეგად გადამტანი მწერთა დასახლება ახლადგანვითარებულ თუთის ყლორტებზე მაქსიმალურ ზღვრის დონეზე, მაშინ როდესაც არაექსპლუატირებულ მცენარეებზე მწერთა დასახლება მნიშვნელოვნად შემცირებულია. ფიტოპლაზმური დაავადების გავრცელებაზე მოქმედებს აგრეთვე მცენარის სქესი, ამასთან, სქესის გავლენა მკვეთრად გამოიხატება მცენარეთა ასაკში შესვლის შემდგომ. ჩვენი დაკვირვებით, ქუთაისის მეაბრეშუმეობის ზონალური სადგურის თუთის საკოლექციო ნაკვეთებში ფიტოპლაზმური დაავადების მიმართ შედარებით მაღალი რეზისტენტობა (65-70%) აღინიშნა მდედრობით სქესის (♀), ხოლო დაბალი (15-20 %) მამრობით სქესის (♂) თუთის მცენარეებზე (ნახ. 3).



ნახ. 3. სქესის გავლენა მცენარეთა რეზისტენტობაზე

თუთის საკოლექციო ნაკვეთში შერჩეული 42 რეზისტენტული ფორმიდან 26 ანუ-62 % წარმოადგენდა (♀) მცენარეს, 12 ფორმა ანუ 28 % შეადგენდა (♂) მცენარეს. 26-(♀) მცენარეებიან რეზისტენტობის I-კატეგორიაში მოხვდა 5 მცენარე, ანუ 19.2 %, მე-II-კატეგორიაში 11 მცენარე, ანუ-42.3 %, მე III-კატეგორიაში 7 მცენარე, ანუ-26, 9 %, ხოლო მე-IV კატეგორიაში 3 მცენარე, ანუ 7.1 %-ტი. 12 მამრობითი სქესის (♂) ფორმებიდან, 2 მცენარე 16.6 % მოხვდა -I-კატეგორიაში. 6 ფორმა ანუ 50.0 %მე-II კატეგორიაში, 3 ფორმა, ანუ 25.0 % III კატეგორიაში და 1 ფორმა, ანუ 8.3 %-IV კატეგორიაში.

თუთის ნარგაობაში არასწორი აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარების შედეგად შეიძლება მკვეთრად დაქვეითდეს მცენარეთა რეზისტენტობა. ჩვენი კვლევით დადგინდა, რომ თუთის ნარგაობის სწორი მოვლითი ღონისძიებების შედეგად თუთის ფორმებში ძლიერდება დაავადების მიმართ რეზისტენტობა და პირიქით. არასწორი აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარების შედეგად მკვეთრად იზრდება დაავადების განვითარების მაჩვენებელი. თუთის ნარგაობის ქვეშ აზოტოვანი სასუქის მაღალი დოზების (N-120კგ და მეტი) გამოყენება იწვევს დაავადების განვითარების გაძლიერებას (ნახ. 3), ხოლო კომბინირებული სასუქების გამოყენების შემთხვევაში (N90P60K40) იზრდება დაავადების მიმართ მცენარეთა მდგრადობა.

განსაკუთრებით უარყოფითად მოქმედებს მცენარის რეზისტენტობაზე აქტიურ სავეგეტაციო პერიოდში თუთის ხეზე განვითარებული ერთწლიანი ტოტების ექსპლოატაცია, რომელიც იწვევს მცენარის საერთო სიძლიერის დაკნინებას და შესაბამისად დაავადების გაძლიერებას.

ამრიგად, თუთის ფიტოპლაზმური დაავადების დროს მცენარის რეზისტენტობა ძირითადად დამოკიდებულია მცენარის საარსებო პირობებზე, მისი უჯრედის შენების სტრუქტურაზე, გამძლეობის მარკერების რაოდენობრივ მაჩვენებლებზე და მცენარეში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესების აქტიურობაზე. ადრეულ ეტაპზე თუთის ჯიშების და ფორმების რეზისტენტობის განსაზღვრა შესაძლებელია ჩვენს მიერ შედგენილი რეზისტენტობის კოეფიციენტის ფორმულით, რომელიც მოგვცემს საშუალებას ადრეულ ეტაპზე შევარჩიოთ მაღალ რეზისტენტული თუთის ფორმები და გამოვიყენოთ იგი მიზნობრივად.

## 6. დასკვნა

ამჟამინდელი კვლევა აჩვენებს, რომ თუთის ფიტოპლაზმური დაავადებების მიმართ რეზისტენტობა რთული თვისებაა, რომელიც განისაზღვრება როგორც ანატომიური, ასევე ფიზიოლოგიური ფაქტორებით, ასევე გარემო და აგროტექნიკური პირობებით. გამოვლინდა ორი

ძირითადი რეზისტენტობის მარკერი - ფლოემის უჯრედების რაოდენობა ყუნწის სისხლძარღვთა სისტემაში და უჯრედის წვენის მჟავიანობა - რომლებიც ერთად ქმნიან მცენარის რეზისტენტობის შეფასების საიმედო საფუძველს.

შემოთავაზებული რეზისტენტობის კოეფიციენტის ფორმულა ( $K = A/P$ ) საშუალებას იძლევა რეზისტენტული ფორმების ადრეული და რაოდენობრივი შეფასებისა, რაც ხელს უწყობს ძლიერი ადაპტაციური პოტენციალის მქონე გენოტიპების შერჩევას. სავსე და ფიზიოლოგიურმა კვლევებმა ასევე დაადასტურა, რომ დედალი თუთის მცენარეები (♀) ავლენენ უფრო მაღალ რეზისტენტობის დონეს, ვიდრე მამრი მცენარეები (♂) და რომ დაბალანსებული საკვები ნივთიერებების მართვა და სათანადო კულტივირების პრაქტიკა მნიშვნელოვნად ზრდის დაავადებისადმი ტოლერანტობას. ეს დასკვნები ხელს უწყობს მეცნიერულად დასაბუთებული სელექციის სტრატეგიების შემუშავებას და ფიტოპლაზმურად რეზისტენტული თუთის ჯიშების შექმნას, რომლებიც ადაპტირებულია საქართველოს კლიმატურ პირობებთან.

### ლიტერატურა:

- ალექსიძე გ. (1964). *თუთის კვირტების ამოსვლისა და ზრდის პირობები საქართველოში*.  
ზაქარეიშვილი თ. (1983). საქართველოში ფიტოპლაზმის ორი შტამის იდენტიფიკაცია (№210 და №208).
- ლობჯანიძე მ., ბერუაშვილი მ., გახოკიძე გ. (2015). მცენარეთა დაცვა.  
შალამბერიძე დ. (1998). ანატომიური სტრუქტურის გამოყენებით ფოთლის სიხუტუქისადმი გამძლე თუთის ჯიშების ახალი სასელექციო საწყისი მასალის გამორჩევა. ავტორეფერატი.  
ყანჩაველი ზ. (2019). ფიტოიმუნოლოგია. თბილისი.
- Гиоргадзе Д.Г. (1972). Влияние переносчика курчавой мелколистности шелковицы и изучение его возможной связи с возбудителем заболевания. Автореферат дисс. к.б.н. Тбилиси.  
Дунин М.С. (1966). Иммуногенез и его практическое использование. Москва.  
Какулия М.А. (1982). Некоторые особенности заболевания курчавой мелколистности у шелковицы. *Ж. Шелк*, №6.  
Какулия М.А. (1982а). Рекомендации и материалы по устойчивости сортов, полиплоидов и местных форм шелковицы к курчавой мелколистности. Тбилиси.  
Кафиани А.Г. (1977). Влияние эксплуатации шелковицы на заболевание её курчавой мелколистностью. *Ж. Шелк*, №4.  
Колесников М.П. (2001). Формы кремния в растениях. *Успехи биологической химии*, Т. 41, 301–332.  
Окабе Коха. (1960). Причины возникновения вирусной болезни тутового дерева, меры по борьбе с нею и её предупреждению. *Ж. Ного оеби берутаку*, 26(4). Япония.  
Хамиди Х.С. (2004). Изменение кормового качества листа шелковицы по вегетационным периодам и его влияние на физиолого-биохимическое состояние, урожайность и качество коконов тутового шелкопряда. *Научные труды по шелководству*. Ташкент.  
Чадунели М.Д. (1972). Материалы к изучению курчавой мелколистности шелковицы. *Тр. Груз. СХИ*, Т. LXXXIV.  
Chatfield, J.A., Draper, E.A., & Boggs, J.F. (2004). The power of the triangle. *Special Circular – Ohio Agricultural Research and Development Center*, 181–191.

- Epstein E. (2009). Silicon: Its manifold roles in plants. *Annals of Applied Biology*, 155, 155–160
- Francl, L.J. (2001). The disease triangle: A plant pathological paradigm revisited. *The Plant Health Instructor*, 10.
- Heather A. Currie, Carole C. Perry. (2007). Silica in plants: Biological, biochemical and chemical studies. *Annals of Botany*.
- Leach, C.M. (1979). Evolution of the plant disease triangle. *Australasian Plant Pathology*, 8, 11–11.
- Namba, S. et al. (1993). Study on Ca. P. asteris subgroup 16SrI-B.
- Nelson, E.B. (1994). The disease triangle and the disease cycle. *Turf Grass Trends*, ISSN 1076–7207.
- Roussin-Léveillé, C., Rossi, C.A., Castroverde, C.D.M., & Moffett, P. (2024). The plant disease triangle facing climate change: a molecular perspective. *Trends in Plant Science*.
- Scholthof, K.B.G. (2007). The disease triangle: Pathogens, the environment and society. *Nature Reviews Microbiology*, 5(2), 152–156.
- Tronsmo, A.M., Collinge, D.B., Djurle, A., Munk, L., Yuen, J., & Tronsmo, A. (2020). *Plant Pathology and Plant Diseases*. CABI.
- Weintraub, P.G., & Wilson, M.R. (2010). Control of phytoplasma diseases and vectors. In *Phytoplasmas: Genomes, Plant Hosts and Vectors*.
- Wang, S.Y., & Galletta, G.J. (1998). Foliar application of potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. *Journal of Plant Nutrition*, 21(1).



## The Resistance Triangle of Mulberry

Nodar Stepanishvili, Temur Ortoidze, Maia Bachilava, Nika Gigauri

LEPL Scientific-Research Center of Agriculture,  
Marshal Gelovani Avenue №36b, 0159, Tbilisi, Georgia

**Abstract.** The phytoplasma disease of mulberry (*Morus* spp.) is among the most dangerous and difficult-to-control plant diseases. It is caused by polymorphic phytoplasma organisms that possess hereditary characteristics and are transmitted to subsequent generations. Conventional biological, chemical, and mechanical control methods have not proven effective against this disease. One of the most promising approaches is the development of resistant varieties. However, breeding work on mulberry has practically ceased, which makes the development of technological methods for obtaining phytoplasma-free planting material of great importance.

**Keywords:** mulberry, phytoplasma disease, resistant variety, selection

### 1. Introduction

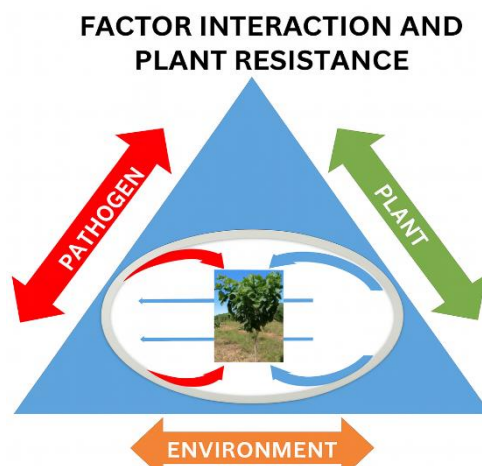
The phytoplasma disease of mulberry is associated with complex physiological processes occurring within plant cells. Once the pathogen invades the living organism, it releases specific toxins that may act lethally on plant cells, leading to plant death. In infected plants, normal physiological balance is disrupted, causing stress conditions. Under such stress, the plant activates its defense mechanisms and employs a wide range of survival strategies developed over many years of evolution.

If the toxins produced by the pathogen do not have a lethal effect on plant cells, and if the host genotype is either non-susceptible or only slightly susceptible to the toxin, the plant is considered resistant. The incompatibility between the parasite and host cells is a key prerequisite for disease resistance.

The intensity of disease development and the level of plant resistance largely depend on the interaction of three main factors: the pathogen, the host plant, and environmental conditions. The relationship among these three components—the pathogen, the host, and the environment—forms the so-called “disease triangle.” This triangle determines both disease development and the degree of plant resistance. The interdependence of these components affects the overall strength of the plant and the dynamics of the disease. Environmental changes can alter this balance, either strengthening or weakening the plant’s defense mechanisms.

The interaction among the plant, the environment, and the pathogen was defined by Scholthof ((Scholthof, 2007)) as the “disease triangle.” The concept of the evolution of the plant disease triangle has been discussed by various researchers (Leach, 1979; Nelson, 1994; Francl, 2001; Chatfield et al., 2004; Tronsmo et al., 2020; Roussin- Léveillé et al., 2024). These authors note that the outcomes of the interactions within the triangle depend on the physiological characteristics of both the plant and the pathogen, and that their interrelationship can be either strengthened or weakened by environmental factors.

For effective management and control of plant diseases, it is essential to understand the characteristics and mechanisms of each component within this triangle — the pathogen, the host plant, and the environment.



Mulberry phytoplasmas belong to the smallest prokaryotic organisms that lack a cell wall. They are pleomorphic and can easily change their shape. Their rounded bodies are surrounded by an elementary membrane that ensures structural integrity. Phytoplasmas lack independent biosynthetic capability and absorb nutrients directly from the host plant. Within mulberry plants, they are primarily concentrated in the phloem cells of the vascular system.

Transmission occurs exclusively through insects possessing piercing–sucking mouthparts (Kanchaveli, 2019). After contact with the plant, the insect feeds on cellular contents, allowing phytoplasmas present in the phloem to enter its digestive system (Lobzhanidze et al., 2015). Once inside the phloem, phytoplasmas multiply, and after a latent period, visible external symptoms appear on the plant. Such infected plants serve as both infection sources and reservoirs of phytoplasmas (Weintraub & Wilson, 2010).

The symptoms of the disease have been described by both foreign and Georgian researchers (Okabe, 1960; Chaduneli, 1972). Externally, the mulberry phytoplasma disease—commonly known as leaf curl—is easily recognizable by the appearance of small, deformed, and wrinkled leaves, vein distortion, and suppressed shoot growth leading to dwarfism (Kakulia, 1982).

The main insect vectors of mulberry phytoplasma are *Hishimonus sallatus* Uhler, *Hishimonus sallatiformis* Ishiara, and *Hishimonus discituttus* Waik. Under Georgian climatic conditions, these species produce up to three generations per year, feed on mulberry leaves and shoots, overwinter in the egg stage, and complete their entire life cycle on mulberry trees. Phytoplasma transmission can occur in all generations, although the most active carriers are adult insects (imago).

The sole host of the phytoplasma is the mulberry tree (*Morus spp.*), which requires a warm climate and suitable agrochemical conditions for normal growth and development. According to Aleksidze (1964), the massive budburst of mulberry in Georgia begins when the average daily temperature reaches 10°C, while intensive shoot growth occurs at 10–15°C. For optimal development, the plant requires 16–18 hours of daylight.

Kakulia (1982) noted that high air and soil humidity promotes the spread of the disease. Studies have shown that mulberry dwarfism is caused by the aster yellows phytoplasma “*Ca. P. asteris*,” belonging to the 16SrI-B subgroup (Namba, S. et al., 1993). Zakareishvili (1983) identified two strains of the disease in Georgia — №210 and №208.

Resistance of mulberry to phytoplasma infection may be associated with the plant’s immune response or the presence of specific tolerance markers. Giorgadze (1972) suggested that resistance depends on the osmotic pressure of plant cells: susceptible varieties have low osmotic pressure (4–11 atm), whereas resistant varieties show nearly double that value (19–26 atm). Shalamberidze (1998) found that cultivars with high osmotic pressure have xeromorphic, small-celled structures, whereas non-resistant types possess larger, loose cells.

According to Dunin's (1966) theory, immunogenesis depends on the plant's genetic characteristics and its interaction phase with the parasite. Khamidi (2004) noted that plant immunity correlates with cell sap acidity (pH) and sugar content — higher acidity inhibits the development of pathogens.

Many researchers consider the high silicon content in plant cells as an indicator of vitality and resistance, as it stabilizes the energy balance and regulates metabolic processes, especially under stress conditions (Epstein, 2009; Колесников, 2001; Heather et al., 2007; Wang & Galletta, 1998).

The development of phytoplasma disease also depends on the age of the plant and its leaves. Kakulia (Kakulia, 1982; Kakulia, 1982a) found that insect vectors primarily settle on young, immature leaves with higher moisture content. Kafiani (1977) showed experimentally that the disease spreads more intensively among young plants compared to older ones, and prolonged exploitation accelerates infection and its dissemination.

## 2. Relevance of the Study

Among the mulberry species (*Morus* spp.) distributed in Georgia, high resistance to phytoplasma disease has been observed only in *Morus bombycis* Koidz. and *Morus multicaulis* Perr. Identifying these resistant forms, establishing a collection plot, determining biochemical and physiological markers of resistance, and developing a formula (resistance coefficient) to quantify resistance are of great scientific and practical importance. This research provides a foundation for evaluating the resistance potential of new mulberry varieties and forms against phytoplasma diseases.

## 3. Research Objective

The aim of this study is to identify resistance-related characteristics among mulberry species in Georgia and to develop a method for early-stage assessment of resistance in different forms. This will accelerate the evaluation and use of mulberry planting material resistant to phytoplasma diseases.

Selection criteria included the genetic and phenotypic traits of species, their variability, and environmental adaptability. Preference was given to forms with fine-cell anatomical structures, abundant physiologically active cells in petiole and stem vascular tissues, and high cell sap acidity.

Based on resistance markers, a formula — the Resistance Coefficient (K) — was developed to assess the degree of resistance of mulberry forms to phytoplasma disease. Identifying and propagating resistant genotypes will support farmers by providing high-quality, disease-tolerant planting material.

### Research Object

The research object is the mulberry (*Morus*), classified as follows: Kingdom – Plantae; Division – Angiospermae; Class – Dicotyledoneae; Order – Rosales; Family – Moraceae; Genus – *Morus*. The Moraceae family includes about 65 genera and up to 2,000 species, mostly distributed across tropical and subtropical regions. Most are woody plants (trees or shrubs), though some are vines or herbs. The family includes both monoecious and dioecious plants, and the mulberry is typically unisexual.

Mulberry species exhibit a high capacity for hybridization and are wind-pollinated (anemophilous). They have a wide distribution range and easily form hybrid and intermediate types through cross-pollination.

## 4. Research Methods

The study was conducted at the Jighaura experimental base of the Scientific-Research Center of Agriculture (SRCA), where a mulberry collection plot with phytoplasma-resistant forms was established.

The research employed multiple methods:

- Field experiments;
- Laboratory, pomological, and phenological observations;

- Anatomical, physiological, and biochemical analyses;
- Determination of cell sap acidity (pH).

Annual observations included the development of phenological phases, vegetation period duration, growth of one-year shoots, and yield structure. Climatic data were obtained from the National Environmental Agency's agrometeorological bulletins. Based on these data, cumulative active temperatures and phase occurrence periods were determined.

The main resistance markers of mulberry against phytoplasma disease were identified, and a resistance coefficient (K) was developed to evaluate newly discovered forms.

Chlorophyll fluorescence parameters in leaf chloroplasts were measured using a PAM-2100 fluorometer (Waltz, Germany): minimal (Fo), maximal (Fm), and variable (Fv) fluorescence intensities, as well as electron transport rate (ETR) under both dark-adapted and light conditions.

## 5. Results and Discussion

Long-term field experiments revealed that resistance of mulberry forms to phytoplasma disease is mainly determined by two markers:

1. The number of phloem cells in the vascular system of the leaf petiole;
2. The acidity level (pH) of the cell sap.

These markers represent stable genetic traits that remain relatively constant throughout the vegetation period.

Based on the collection plot, 42 new mulberry forms were selected. Anatomical studies showed variations in phloem cell count per mm, leading to classification into four categories:

- I: 5–9 cells/mm
- II: 10–14 cells/mm
- III: 15–19 cells/mm
- IV: 20 or more cells/mm

Cell sap acidity ranged from pH 4.5–8.5, also divided into four subgroups:

- I: Slightly alkaline (pH 7.6–8.5)
- II: Weakly acidic (pH 6.6–7.5)
- III: Acidic (pH 5.6–6.5)
- IV: Strongly acidic (pH 4.6–5.5)

Thus, the resistance evaluation of mulberry forms is based on these two parameters — phloem cell number and cell sap acidity — which are presented in Table 1 as the primary resistance markers.

**Table 1.** Main Markers of Mulberry Form Resistance and Their Categories

Category No.	Number of Phloem Cells per 1 mm (pcs)	Number of Forms (pcs)	Forms (%)	pH Range of Leaf Cell Sap	Number of Forms (pcs)	Forms (%)
I	5–9	7	16.6%	7.6–8.5	9	21.4%
II	10–14	16	38.1%	6.6–7.5	15	35.7%
III	15–19	13	30.9%	5.6–6.5	11	26.1%
IV	20 or more	6	14.3%	4.6–5.5	7	16.6%
Total	—	42	100%	—	42	100%

Mulberry forms that possess a large number of phloem cells in the petiole's vascular system and exhibit high acidity of cell sap potentially demonstrate resistant characteristics against phytoplasma disease. These

resistance markers correspond to Group IV in the presented table (14.3–16.6%). Other forms with fewer phloem cells and lower acidity were mainly distributed within Groups II and III.

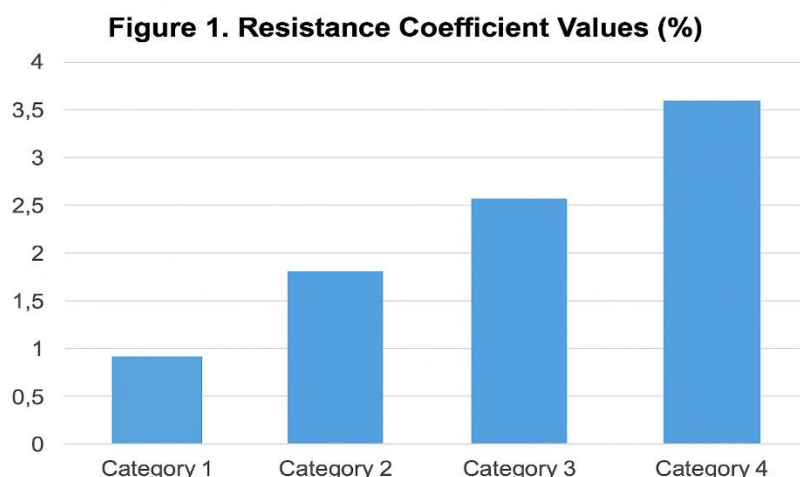
Thus, special attention in our research was focused on the plants belonging to the fourth category. Their detailed analysis revealed that there is no direct correlation between the two main resistance markers. A high number of small phloem cells in the petiole's vascular system does not always correspond to a high acidity of cell sap, and vice versa. Among the seven plants showing high acidity (Group IV), only four had a high number of phloem cells in the petiole's conductive system, while the remaining three belonged to other categorical groups.

Consequently, to determine the resistance of mulberry forms more precisely, it became necessary to develop a criterion that accurately defines the interrelationship between the two main markers. For this purpose, the following formula was proposed:

$$K=APK = \frac{A}{P} K=PA$$

where K is the coefficient of resistance of mulberry to phytoplasma disease, A represents the number of additional parenchyma cells in the mesopetiole of the leaf, and P indicates the pH value of the cell sap.

Using this formula, the resistance coefficients of the categories presented in Table 1 were calculated and are illustrated in Figure 1.



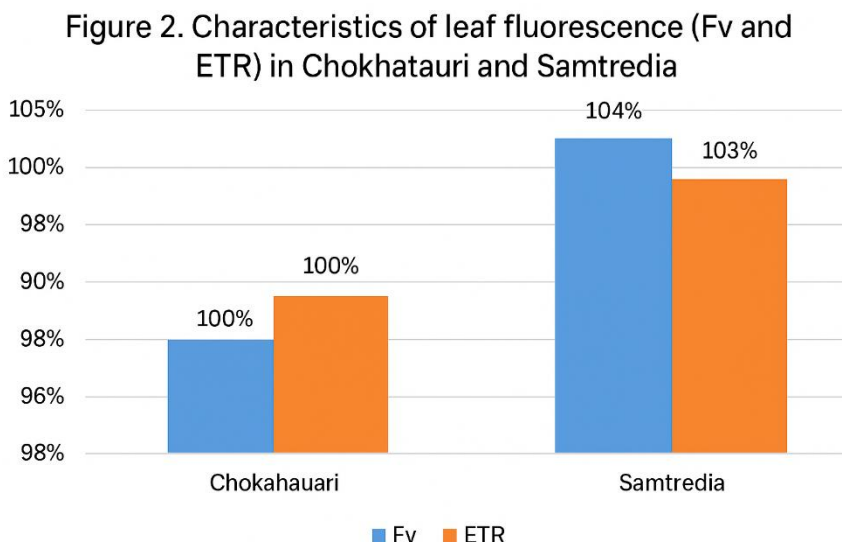
**Fig. 1.** Resistance coefficient values (%).

If the resistance coefficient (K) exceeds 2.5 units, the mulberry variety or form can be considered resistant to phytoplasma disease. Conversely, when the coefficient (K) is below 1.0, the variety or form is regarded as non-resistant. Using this formula, seven promising forms of mulberry were selected from the collection plot at the Jighaura Scientific-Research Base. These forms were studied in detail for their growth and development, leaf productivity, and chemical composition, and were subsequently tested under field conditions in two regions of Western Georgia — Samtredia, Chokhatauri, and Adigeni.

Physiological analyses of the leaves from resistant and non-resistant forms revealed that, in resistant mulberry plants, the reaction center (PS-II) and the electron transport rate (ETR) function more actively. This suggests that the variable fluorescence amplitude (Fv) and electron transport intensity (TR) can serve as reliable indicators for evaluating the degree of mulberry resistance to phytoplasma infection.

Zonality also influences physiological processes in mulberry forms. As shown in Figure 2, both variable fluorescence (Fv) and electron transport intensity (ETR) are higher in plants grown at lower altitude zones, indicating that elevation may affect photosynthetic activity and, consequently, disease resistance.





**Fig. 2.** Zonation and leaf fluorescence characteristics.

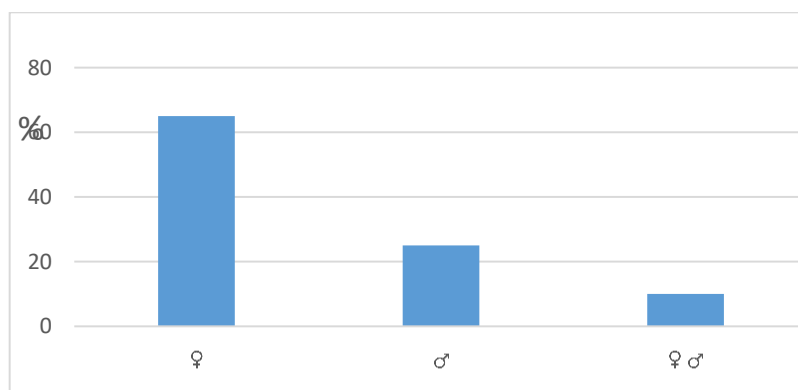
Another important resistance marker characteristic of resistant mulberry forms is ascorbic acid (vitamin C), which plays a crucial role in the plant's oxidative system and is considered one of the key indicators of plant vitality. The concentration of ascorbic acid in the leaves of resistant forms was 31.5% higher compared to the control. Furthermore, the dry matter content in the leaves of resistant forms exceeded that of the control by 14.1%, suggesting that resistant forms may possess higher nutritional and metabolic value.

Environmental factors play a significant role in both the spread of phytoplasma disease and the resistance of plants. Numerous studies have shown that high air and soil humidity promotes the development and activity of the mulberry phytoplasma, whereas high temperatures and harsh climatic conditions tend to suppress its proliferation.

According to our data, in Georgian climatic zones, bud swelling in mulberry trees begins when the average daily temperature sum reaches 880–900°C, the appearance of the fifth leaf occurs at 2400–2500°C, and fruit ripening requires a total temperature accumulation of 6300–6400°C. Based on these data, the timing of phenological phases was determined for each zone.

Phytoplasma disease spread is particularly favored by late pruning and exploitation of mulberry trees in spring, which leads to maximum vector insect population density on newly developed shoots, while unexploited plants exhibit significantly lower insect colonization.

The sex of the plant also affects disease resistance, with the difference becoming more evident as the plants mature. Our observations at the Kutaisi Sericulture Zonal Station revealed that female mulberry plants (♀) demonstrated relatively high resistance (65–70%), whereas male plants (♂) showed significantly lower resistance (15–20%) to phytoplasma infection (see Figure 3).



**Fig. 3.** Influence of plant sex on resistance to phytoplasma disease in mulberry.

Among the 42 resistant mulberry forms selected in the collection plot, **26 forms (62%)** were **female (♀)** plants, while **12 forms (28%)** were **male (♂)**. Of the 26 female plants, **5 (19.2%)** belonged to **Category I**, **11 (42.3%)** to **Category II**, **7 (26.9%)** to **Category III**, and **3 (7.1%)** to **Category IV** of resistance. Among the 12 male plants, **2 (16.6%)** were classified under **Category I**, **6 (50.0%)** under **Category II**, **3 (25.0%)** under **Category III**, and **1 (8.3%)** under **Category IV**.

Improper **agrotechnical management practices** can significantly reduce plant resistance. Our research demonstrated that **appropriate cultivation and care measures** strengthen the resistance of mulberry forms to phytoplasma disease, while improper practices sharply increase disease incidence. High doses of **nitrogen fertilizer** ( $N \geq 120$  kg/ha) were found to **intensify the development** of the disease (see Figure 3), whereas the application of **balanced compound fertilizers** ( $N_{90}P_{60}K_{40}$ ) **enhanced plant resistance**. Furthermore, **excessive exploitation of one-year shoots** during the active growing season had a distinctly **negative effect** on resistance, leading to a decline in overall plant vigor and an increase in disease severity.

Therefore, the **resistance of mulberry to phytoplasma disease** is largely determined by the **plant's physiological and structural characteristics**, the **quantitative values of resistance markers**, and the **conditions of growth and maintenance**. The **early assessment** of resistance in mulberry varieties and forms can be effectively achieved using the **resistance coefficient formula (K)** developed in this study, which enables the **identification of highly resistant forms** at an early stage and their **targeted utilization** in breeding and propagation programs.

## 6. Conclusion

The present study demonstrates that mulberry resistance to phytoplasma disease is a complex trait determined by both anatomical and physiological factors, as well as by environmental and agrotechnical conditions. Two main resistance markers were identified — the number of phloem cells in the petiole's vascular system and the acidity of the cell sap — which together form a reliable basis for evaluating plant resistance.

The proposed resistance coefficient formula ( $K = A/P$ ) allows for early and quantitative assessment of resistant forms, facilitating the selection of genotypes with strong adaptive potential. Field and physiological studies further confirmed that female mulberry plants (♀) exhibit higher resistance levels than male plants (♂), and that balanced nutrient management and proper cultivation practices significantly enhance disease tolerance. These findings contribute to the development of scientifically grounded breeding strategies and the establishment of phytoplasma-resistant mulberry cultivars adapted to the climatic conditions of Georgia.

## References:

- Aleksidze, G. (1964). *Publication on mulberry budburst and growth conditions*.  
Chaduneli, M. D. (1972). *Materials for the study of mulberry leaf curl disease. Proceedings of the Georgian Agricultural Institute*, Vol. LXXXIV.  
Chatfield, J. A., Draper, E. A., & Boggs, J. F. (2004). The power of the triangle. *Special Circular – Ohio Agricultural Research and Development Center*, 181–191.  
Currie, H. A., & Perry, C. C. (2007). Silica in plants: Biological, biochemical and chemical studies. *Annals of Botany*.  
Dunin, M. S. (1966). *Immunogenesis and its practical application*. Moscow, Russia.  
Epstein, E. (2009). Silicon: Its manifold roles in plants. *Annals of Applied Biology*, 155, 155–160.

- Francel, L. J. (2001). The disease triangle: A plant pathological paradigm revisited. *The Plant Health Instructor*, 10.
- Giorgadze, D. G. (1972). *Influence of the vector of mulberry leaf curl and study of its possible connection with the disease pathogen*. Dissertation Abstract (PhD in Biology). Tbilisi, Georgia.
- Kafiani, A. G. (1977). Influence of mulberry exploitation on the development of leaf curl disease. *Silk Journal*, No. 4.
- Kakulia, M. A. (1982). Some features of mulberry leaf curl disease. *Silk Journal*, No. 6.
- Kakulia, M. A. (1982a). *Recommendations and materials on the resistance of varieties, polyploids, and local forms of mulberry to leaf curl disease*. Tbilisi, Georgia.
- Khamidi, H. S. (2004). Changes in the nutritional quality of mulberry leaves during the growing season and their effect on the physiological and biochemical state, yield, and cocoon quality of the silkworm. *Scientific Works on Sericulture*. Tashkent, Uzbekistan.
- Kolesnikov, M. P. (2001). Forms of silicon in plants. *Advances in Biological Chemistry*, 41, 301–332.
- Leach, C. M. (1979). Evolution of the plant disease triangle. *Australasian Plant Pathology*, 8, 11–11.
- Lobzhanidze, M., Beruashvili, M., & Gakhokidze, G. (2015). *Plant Protection*.
- Namba, S., et al. (1993). Study on *Ca. P. asteris* subgroup 16SrI-B.
- Nelson, E. B. (1994). The disease triangle and the disease cycle. *Turf Grass Trends*, ISSN 1076–7207.
- Okabe, K. (1960). Causes of the viral disease of the mulberry tree, measures for its control and prevention. *Nogo Oebi Berugaku Journal*, 26(4). Japan.
- Qanchaveli, Z. (2019). *Phytoimmunology*. Tbilisi, Georgia.
- Roussin-Léveillé, C., Rossi, C. A., Castroverde, C. D. M., & Moffett, P. (2024). The plant disease triangle facing climate change: A molecular perspective. *Trends in Plant Science*.
- Scholthof, K. B. G. (2007). The disease triangle: Pathogens, the environment and society. *Nature Reviews Microbiology*, 5(2), 152–156.
- Shalamberidze, D. (1998). *Selection of new mulberry breeding material resistant to leaf curl using anatomical structure*. Dissertation Abstract.
- Tronsmo, A. M., Collinge, D. B., Djurle, A., Munk, L., Yuen, J., & Tronsmo, A. (2020). *Plant Pathology and Plant Diseases*. CABI.
- Wang, S. Y., & Galletta, G. J. (1998). Foliar application of potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. *Journal of Plant Nutrition*, 21(1).
- Weintraub, P. G., & Wilson, M. R. (2010). Control of phytoplasma diseases and vectors. In *Phytoplasmas: Genomes, Plant Hosts and Vectors*.
- Zakareishvili, T. (1983). *Identification of phytoplasma strains in Georgia* (№210 and №208).

## მინი -კივის (*Actinidia arguta*) ბიოტექნოლოგიური მდგრადობა კლიმატის ცვლილების პირობებში

ნინო ჩიხრაძე<sup>1\*</sup>, ელენე მაღლაკელიძე<sup>2</sup>, ზვიად ბობოქაშვილი<sup>2</sup>, მარიამ ელიზბარაშვილი<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ი. ჭავჭავაძის გამზ. №1, თსუ I კორპუსი, 0179, თბილისი, საქართველო; nino.chikhradze719@ens.tsu.edu.ge, mariam.elizbarashvili@tsu.ge ;

<sup>2</sup> ხილის კვლევის სამსახური, სსიპ სოფლის მეურნეობის კვლევის ცენტრი, მარშალ გელოვანის გამზირი №36ბ, 0159, თბილისი, საქართველო; emaghlakelidze@yahoo.com , bobokashvili@hotmail.com

\*კორესპონდენტი ავტორი: ნინო ჩიხრაძე, nchikhradze@yahoo.com

**აბსტრაქტი.** კლიმატის ცვლილება თანამედროვე სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი გამოწვევაა. არატრადიციული და კლიმატისადმი მდგრადი კულტურების გავრცელება შეიძლება გახდეს მდგრადობის უზრუნველყოფის ერთ-ერთი გზა. მინი-კივი (*Actinidia arguta* Planch.) გამოირჩევა ყინვაგამძლეობით, მაღალი კვებითი ღირებულებით და სხვადასხვა კლიმატურ პირობებთან ადაპტაციის უნარით. ნაშრომში განხილულია ბიოტექნოლოგიური მიდგომები კივის მწარმოებელ ზოგიერთ ქვეყანაში კლიმატის ცვლილების ფონზე, მათ შორის საქართველოში, და მინი-კივის განვითარების ბიოტექნოლოგიური პერსპექტივები. ასევე ხაზგასმულია ბიოტექნოლოგიური მიდგომების პოტენციური ჯიშობრივი გაუმჯობესებისა და მეხილეობის მდგრადი განვითარებისთვის. მინი-კივი პერსპექტიული კულტურაა კლიმატის ცვლილების კონტექსტში, როგორც საქართველოში, ასევე სხვა ქვეყნებში. მისი ადაპტირება და კვებითი ღირებულება ქმნის ხელსაყრელ პირობებს მისი ფართომასშტაბიანი პოპულარიზაციისთვის, განსაკუთრებით თუ ბიოტექნოლოგიური მიდგომები გამოიყენება სელექციასა და მართვაში. მინი-კივის პოპულარიზაცია შეიძლება გახდეს ერთ-ერთი გამოსავალი, რომელიც ხელს შეუწყობს სოფლის მეურნეობის სექტორის მდგრადობას. მინი-კივი ასევე გამოირჩევა გამძლეობითა და სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებთან ადაპტაციით, რაც მის კულტივაციას განსაკუთრებით მიმზიდველს ხდის ცვალებად კლიმატურ პირობებში.

**საკვანძო სიტყვები:** მინი-კივი, კლიმატის ცვლილება, ბიოტექნოლოგია, მეხილეობა, ადაპტაცია.

### 1. შესავალი

კლიმატის ცვლილება პირდაპირ და ირიბ გავლენას ახდენს სოფლის მეურნეობის სექტორზე, მათ შორის მეხილეობაზე. ტემპერატურის მატება, ნალექების ცვალებადი სქემები და ექსტრემალური მოვლენების ზრდა ტრადიციულ კულტურებს გამოწვევებს უქმნის. ამ პროცესის საპასუხოდ, არატრადიციული, კლიმატისადმი მდგრადი სახეობების ინტეგრაცია სულ უფრო აქტუალური ხდება.

მინი-კივი (*Actinidia arguta*), რომელსაც ხშირად „მდგრად კივის“ უწოდებენ, პატარა, ვიტამინებით მდიდარი ხილია, რომელიც სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში იზრდება, სადაც ველურ ხილსაც კი ძალიან აფასებენ. მცენარეს კივი ეწოდება ნაყოფის ფრინველ კივისთან მსგავსების გამო. სწორედ ნაყოფის მაღალმა გემომ და კვებითმა ღირებულებამ განაპირობა კულტურის ფართოდ გავრცელება მოკლე დროში და დღეს აქტიუნიდიის (კივის) კულტურა დედამიწის როგორც ჩრდილოეთ, ასევე სამხრეთ ნახევარსფეროებშია მოყვანილი (Maghlakelidze et al., 2021).

კივის უმსხვილესი მწარმოებელი ჩინეთია (2.1 მილიონი ტონა). მასზე ამ კულტურის მთლიანი წარმოების 50%-ზე მეტი მოდის. მსოფლიოში სიდიდით მეორე მწარმოებელი იტალიაა (555 ათასი ტონა), შემდეგ მოდის ახალი ზელანდია (437 ათასი ტონა) (Maghlakelidze et al., 2021).

თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდების (მიკროგამრავლება, გენეტიკური მარკერები და ინ ვიტრო კულტივაცია) როლი მინი-კივის ახალი ჯიშების შექმნისა და მოშენების პროცესში შესწავლილია მთელ მსოფლიოში. კერძოდ, ჩვენ განვიხილეთ სხვადასხვა ქვეყანა - ჩინეთი, იტალია, აშშ, იაპონია და ახალი ზელანდია.

საქართველოში ეს კულტურა ჯერ კიდევ ახალია, თუმცა ქვეყნის ზოგიერთ რეგიონში უკვე დადასტურებულია მისი წარმატება (Maghlakelidze et al., 2021). საქართველო გამოირჩევა მდიდარი აგროკლიმატური მრავალფეროვნებით მისი მრავალფეროვანი ტოპოგრაფიისა და შავ ზღვასთან სიახლოვის გამო, რაც იწვევს გამორჩეულ ზონებს, როგორიცაა სანაპიროს გასწვრივ ნოტიო სუბტროპიკები და მთებში კონტინენტური პირობები, რომელთაგან თითოეული ხელს უწყობს სხვადასხვა კულტურების მოყვანას. ზონირების ძირითადი ფაქტორებია სიმაღლე (სიმაღლის ზონალობა) და ტემპერატურა (კერძოდ, 10°C-ზე მეტი აქტიური ტემპერატურის ჯამი), რაც განსაზღვრავს შესაფერის კულტურების მოსაყვანად შესაფერის არეალს, დაწყებული დასავლეთში ჩაითა და ციტრუსებით, დამთავრებული მთებში მარცვლეულითა და ხილით (Meladze et al. 2019; Elizbarashvili et al., 2006; Elizbarashvili et al., 2007). ამრიგად, საქართველოს მრავალფეროვანი ტოპოგრაფია ქმნის მიმზიდველ მიკროკლიმატს მინი-კივის მოსაყვანად.

მინი-კივის თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდების - მიკროგამრავლების, ინ ვიტრო კულტივაციისა და გენეტიკური მარკერების - დანერგვა გადამწყვეტია დაავადებებისგან თავისუფალი ნერგების წარმოებისთვის (Liu et al., 2023), სტრესისადმი მდგრადობის მიზნით სელექციონირების დაჩქარებისთვის (Ferguson & Huang, 2007) და გენეტიკური მრავალფეროვნებისა და ჯიშის ავთენტიფიკაციის უზრუნველყოფისთვის (Testolin & Costa, 1999).

საქართველო საწყის ეტაპზეა, ჯიშების დახასიათების კვლევებით („ვეიკი“, „კენის რედი“), რომლებიც ზრდისა და ნაყოფის ხარისხის შესახებ მნიშვნელოვან მონაცემებს გვაწვდის (Tsertsvadze et al. 2021). მიუხედავად იმისა, რომ ბიოტექნოლოგიური მეთოდები ჯერ არ გამოიყენება, მიკროკლონირებისა და მოლეკულური მარკერების გამოყენების გლობალური პროტოკოლების დანერგვის პოტენციური მნიშვნელოვანია ადგილობრივი ადაპტაციისა და ჯიშების გაუმჯობესებისთვის..

## 2. მეთოდები და მასალები

ნაშრომში გამოყენებული იყო მრავალსაფეხურიანი ანალიზის მეთოდი, რომელიც მოიცავდა:



1. საერთაშორისო ლიტერატურის მიმოხილვა – ანალიზი მოიცავდა აკადემიური სტატიების მიმოხილვას მინი-კივის ადაპტაციის, შერჩევისა და გავრცელების შესახებ მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში.

2. კლიმატის ცვლილების ტენდენციების შეფასება საქართველოში – სხვადასხვა მეცნიერის ნაშრომების საფუძველზე გამოვლინდა საქართველოში კლიმატის ცვლილების ბოლოდროინდელი ტენდენციები.

3. საერთაშორისო ბიოტექნოლოგიური მიდგომების შეფასება – გაანალიზდა თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდების (მიკროკლონირება, გენეტიკური მარკერები, ინ ვიტრო კულტივაცია) როლი სხვადასხვა ქვეყანაში ახალი ჯიშების შექმნისა და გამრავლების პროცესში.

4. ადგილობრივი პრაქტიკის შესწავლა - განხილულია საქართველოში მინი-კივის მოყვანის მიმდინარე მცდელობები.

### 3. შედეგები და დისკუსია

#### 3.1. კლიმატის ცვლილების ტენდენციები საქართველოში

გლობალური დათბობა მთელი პლანეტის წინაშე მდგარი ერთ-ერთი მთავარი საფრთხეა. კლიმატის ცვლილება გამოწვეულია სათბურის გაზების ( $\text{CO}_2$ , მეთანი, წყლის ორთქლი) კონცენტრაციის ზრდით: სხვადასხვა შეფასებით, XXI საუკუნის ბოლოს ტემპერატურა  $1.4\text{--}5.8^\circ\text{C}$ -ით მოიმატებს. ამას შეიძლება დამანგრეველი შედეგები მოჰყვეს, რომელთაგან ბევრის პრევენცია შეუძლებელი იქნება, რაც იმას ნიშნავს, რომ კაცობრიობამ უნდა იპოვოს გზა გლობალურ დათბობასთან ადაპტაციისთვის (Amiranashvili et al., 2011-2012).

საქართველო, როგორც მთელი კავკასია, მიდრეკილია კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული მრავალი ნეგატიური ეფექტისკენ: მთის მყინვარები შეიძლება დნებოდეს და ნაწილობრივ გაქრეს, ზღვის დონემ შეიძლება აიწიოს, მიწის უზარმაზარი ტერიტორიები შეიძლება უდაბნოებად იქცეს და წყლის რესურსები სერიოზულად დაზარალდეს (Amiranashvili et al., 2011-2012).

საქართველო მე-20 საუკუნის ბოლოდან მნიშვნელოვნად დათბობა დაიწყო. ინსტრუმენტების ჩანაწერები აჩვენებს ცხელი ექსტრემალური ამინდების სტატისტიკურად მნიშვნელოვან ზრდას; მაგალითად, 1971–2010 წლებში დაფიქსირდა ყინვიანი დღეების მკვეთრი კლება ( $-13.3$  დღე) და ტემპერატურის ექსტრემალური მაჩვენებლების ფართოდ დათბობა, ზაფხულის მაქსიმალური ტემპერატურა 1981–2010 წლებში  $\sim 0.84^\circ\text{C}$ /ათწლეულში დაფიქსირდა. (Keggenhoff et al., 2014; Keggenhoff et al., 2015). ნალექების ტენდენციები პეტეროგენულია. რამდენიმე კვლევა აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთ ნაწილში წლიური ნალექების შემცირებას ავლენს ( $\sim 1\text{--}3\%$  ათწლეულში), მაშინ როდესაც დასავლეთ საქართველო შერეულ სიგნალებს აჩვენებს; წლიური ცვალებადობა მაღალი რჩება. (Elizbarashvili et al., 2017)

სოფლის მეურნეობა საქართველოში ერთ-ერთი ყველაზე კლიმატის მიმართ მგრძნობიარე სექტორია, რომელიც სოფლის მოსახლეობის დიდ ნაწილს ასაქმებს და მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს სურსათის უვნებლობაში. დაკვირვებული კლიმატური ცვლილებები, მათ შორის საშუალო ტემპერატურის მატება ( $\sim 0.3\text{--}0.4^\circ\text{C}$  ათწლეულში), გვალვებისა და სიციხის ტალღების გაზრდილი სიხშირე აღმოსავლეთ საქართველოში და ნალექების რეჟიმის ცვლილება, უკვე მოქმედებს მარცვლეულის, ყურძნის, სიმინდისა და ხილის კულტურების მოსავლიანობაზე (Elizbarashvili et al., 2017).

საქართველო გამოირჩევა მდიდარი აგროკლიმატური მრავალფეროვნებით მისი მრავალფეროვანი ტოპოგრაფიისა და შავ ზღვასთან სიახლოვის გამო, რაც იწვევს გამორჩეულ ზონებს, როგორიცაა სანაპიროს გასწვრივ ნოტიო სუბტროპიკები და მთებში კონტინენტური პირობები, რომელთაგან თითოეული ხელს უწყობს სხვადასხვა კულტურების მოყვანას. ზონირების ძირითადი ფაქტორებია სიმაღლე (სიმაღლის ზონალობა) და ტემპერატურა (კერძოდ, 10°C-ზე მეტი აქტიური ტემპერატურის ჯამი), რაც განსაზღვრავს შესაფერის კულტურებს დასავლეთში ჩაისა და ციტრუსებიდან დაწყებული, მთებში მარცვლეულითა და ხილით დამთავრებული (Meladze et al., 2019; Elizbarashvili et al., 2006; Elizbarashvili et al., 2007).

კლიმატის პროგნოზირებული ცვლილება არაერთგვაროვან გამოწვევებს წარმოშობს. ერთი მხრივ, უფრო ხანგრძლივი ვეგეტაციის სეზონები და თბილი ზამთარი შესაძლოა სასარგებლო იყოს გარკვეული მრავალწლიანი და მაღალი ღირებულების მებაღეობის კულტურებისთვის, მათ შორის ყურძნისთვის, თხილისთვის და ახალი სახეობების დანერგვისთვის. მეორე მხრივ, წყლის სტრესი, ნიადაგის დეგრადაცია, მავნებლების აფეთქებები და სითბური სტრესი ყვავილობისა და ნაყოფიერების პერიოდში, სავარაუდოდ, შეამცირებს მოსავლიანობას და გაზრდის მართვის ხარჯებს ადაპტაციის გარეშე (UNDP/EU4Climate, 2021).

### 3.2. მინი-კივის კლიმატური მოთხოვნები

მინი კივი (*A. arguta*) საკმაოდ მნიშვნელოვანი სახეობაა ზოგიერთი ბიოლოგიური თავისებურების გამო. იგი ხასიათდება კარგი გამრავლების უნარით, მაღალი ყინვაგამძლეობით (ის აქტინიდიას გვარის სახეობებს შორის ყველაზე ყინვაგამძლეა) და მავნებლებისა და დაავადებების მიმართ კარგი გამძლეობით, რაც ხელს უწყობს მის ფართოდ გავრცელებას. მინი კივი აქტინიდიას წარმატებით მოყვანა შესაძლებელია მსოფლიოს იმ რეგიონებში (აშშ-ს აღმოსავლეთ ნაწილი, გერმანია და ცენტრალური ევროპა, ასევე რუსეთი), სადაც ზამთარში ტემპერატურა -300C-ია და სხვა სახეობები (*A. chinensis* ან *A. deliciosa*) ვერ იზრდება. სწორედ ამიტომ უწოდებენ მას „მდგრად კივის“. ზოგჯერ თბილი ამინდი და ზამთრის ბოლოს შედარებით მაღალი ტემპერატურა ხელს უწყობს ყვავილის კვირტების ნაადრევ გახსნას. ყვავილები და ახალგაზრდა ყლორტები მგრძნობიარეა დაბალი ტემპერატურის მიმართ. მინი კივი ზომიერად ჩრდილისადმი მდგრადი, ტენიანობის მოყვარული მცენარეა, რომელიც ხასიათდება ინტენსიური ზრდით გაზაფხულსა და ზაფხულში. ახალი ყლორტები ძალიან სუსტია და ძალიან მგრძნობიარეა მზის პირდაპირი სხივების მიმართ. ახალგაზრდა ყლორტები ხასიათდება სწრაფი ზრდით და საჭიროებს ყურადღებას. ვეგეტაციის პერიოდი 150 დღეა. ის ყვავის ივნისსა და ივლისში. ნაყოფი ხასიათდება სწრაფი ზრდით. ყვავილობიდან 40 დღის შემდეგ ნაყოფი საბოლოო ზომის 80%-ს აღწევს. ყვავილობიდან სიმწიფემდე დღეების საშუალო რაოდენობა 100 დღეა. მინი-კივი ზომიერად მომთხოვნია ნიადაგის მიმართ. მისთვის საუკეთესოა კარგად დრენირებული, ფხვიერი, ორგანულად მდიდარი ნიადაგები სუსტად მჟავე ან ნეიტრალური რეაქციით (pH=5-6.5). მცენარეს ვეგეტაციის პერიოდში დიდი რაოდენობით წყალი სჭირდება. ის არ იტანს ნიადაგში მარილების სიჭარბეს (Maghlakelidze et al., 2021).

მინი კივის კლიმატური მოთხოვნები – ზომიერად ცივი ზამთარი მიძინების პერიოდისთვის, თბილი ზაფხული საკმარისი ნალექით ან მორწყვით და გვიანი ყინვებისადმი მდგრადობა — კარგად ერწყმის საქართველოს ნოტიო სუბტროპიკულ (დასავლეთის რეგიონები) და ზომიერად მთიან ზონებს. კლიმატის ცვლილებამ შესაძლოა გაფართოებული კულტივაციის

ზონები შექმნას იმ ადგილებში, რომლებიც ადრე ძალიან ცივი იყო, განსაკუთრებით აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს მთისწინეთისა და შუა მთის ზონებში (შედარებით პოლონეთთან, იტალიასთან და კორეასთან, სადაც კულტურა ფართოვდება) (Balen et al., 2019; Wojdyło et al., 2020).

თუმცა, დაბლობ რეგიონებში დათბობის ზამთარმა და სიცივის შემცირებამ შესაძლოა ზოგიერთი ჯიშის კვირტების გაშლა და ნაყოფის დადება შეაფერხოს. აღმოსავლეთ საქართველოში ზაფხულის სიცივისა და გვალვის გაზრდილმა რისკმა შესაძლოა ნაყოფის ხარისხი და მოსავლიანობა შეამციროს, თუ მას არ ექნება ეფექტური სარწყავი და დაჩრდილვის სისტემები. ამავდროულად, ტემპერატურის მატებამ შესაძლოა გააძლიეროს მავნებლებისა და სოკოების ზემოქმედება (მაგ., ფოთლებზე ლაქები, ბოტრიტი), რაც უკვე აღინიშნა აქტინიდიას გლობალური კულტივაციის რისკად (Ferguson & Huang, 2007).

საერთო ჯამში, კლიმატის ცვლილება, სავარაუდოდ, გაზრდის მინი-კივის გეოგრაფიულ პოტენციალს საქართველოში, თუმცა მდგრადი წარმოება მოითხოვს ადაპტაციურ სტრატეგიებს: გვიან ყვავილობის და დაბალი სიცივის მქონე ჯიშების შერჩევას, სარწყავი ინფრასტრუქტურის განვითარებას და აგროტეხნიკის ან დაჩრდილვის სისტემების ინტეგრირებას ექსტრემალური ამინდებისგან თავის დასაცავად. კულტურის საბაზრო პოტენციალი და ზომიერი სიცივის მიმართ მდგრადობა მას რეგიონში კლიმატის ცვლილებისადმი ჰკვიანი მებაღეობის პერსპექტიულ მაგალითად აქცევს.

### 3.3. ბიოტექნოლოგიური მიდგომების შეფასება საერთაშორისო დონეზე

**ჩინეთი.** ჩინეთში ბიოტექნოლოგიური ინოვაციები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მინი-კივის ჯიშების განვითარებასა და გავრცელებაში. მკვლევარებმა გამოიყენეს მიკროკლონირება და ინ ვიტრო კულტივაცია, განსაკუთრებით ქსოვილოვანი კულტურის ტექნიკა, რათა ეფექტურად გაემრავლებინათ უმაღლესი გენოტიპები და წარმოექმნათ დაავადებებისგან თავისუფალი სარგავი მასალა. მაგალითად, კალუსის ინდუქცია და ყლორტების რეგენერაცია ოპტიმიზირებულია მცენარის ზრდის სპეციფიკური რეგულატორების გამოყენებით, როგორიცაა ბენზილადენინი (BA), 2,4-D და ტრანს-ზეატინი (tZ), რათა გაძლიერდეს *Actinidia arguta*-ს („Purpurna Saduwa“) რეგენერაციის სიჩქარე (Yao et al., 2023). გარდა ამისა, ჩინეთმა მნიშვნელოვანი პროგრესი განიცადა მოლეკულური მარკერების შემუშავებაში. *A. arguta*-ში გენეტიკური რუკების შედგენისა და ნიშან-თვისებების შერჩევის ხელშეწყობის მიზნით, ცოტა ხნის წინ შეიქმნა მაღალი სიმკვრივის SNP გენოტიპირების მასივი (135 ათასი SNP), რაც უზრუნველყოფს სქესის განსაზღვრისა და სხვა ძირითადი აგრონომიული ნიშან-თვისებების ზუსტი გამრავლების სტრატეგიებს (Wang et al., 2023).

ამავდროულად, გენეტიკური მარკერების (მაგ., SSR და SNP) იდენტიფიკაციამ და გამოყენებამ გააუმჯობესა სელექციური ეფექტურობა და კულტივირებული ჯიშების იდენტიფიკაცია, თუმცა ამ სამუშაოს უმეტესი ნაწილი გლობალურია და არა ქვეყნის სპეციფიკური. გერმპლაზმის სფეროში, ჩინურმა ინსტიტუტებმა, როგორიცაა უხანის ბოტანიკის ინსტიტუტი, განახორციელეს სახეობათშორისი ჰიბრიდიზაციის პროგრამები, კერძოდ, შექმნეს ოქროსფერი ჰიბრიდები, როგორიცაა „ჯინიანი“ (*A. eriantha* × *A. chinensis* var. *chinensis*), რომლებიც შერჩეულია უმაღლესი არომატისა და შენახვის ვადის გამო (Hazarika et al., 2022; Zhong et al., 2012).

მიუხედავად იმისა, რომ თავისთავად მინი-კივი არ არის, ეს ჰიბრიდიზაცია ასახავს ჩინეთის ძლიერ შესაძლებლობებს ფენოტიპური გაუმჯობესების მიმართულებით *in vitro* და სელექციური ინსტრუმენტების კომბინაციის გზით.

შეჯამებისთვის, ჩინეთის ბიოტექნოლოგიური ინსტრუმენტების ნაკრები – მიკროგამრავლების, *in vitro* ქსოვილების კულტურის, გენეტიკური მარკერების ტექნოლოგიებისა და სახეობათაშორისი ჰიბრიდული სელექციის კომბინაცია — საშუალებას იძლევა მინი-კივის ჯიშების ინოვაციური განვითარებისა და ეფექტური გამრავლების გაუმჯობესებული ხარისხითა და ადაპტირების უნარით.

**იტალია.** იტალიაში კივის, მათ შორის მინი-კივის თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენება ადრეული მიკროგამრავლების მცდელობებიდან იღებს სათავეს. იტალიელმა მკვლევარებმა 1980-იანი წლების დასაწყისში *Actinidia chinensis*-ის მიკროგამრავლება *in vitro* მერისტემული კულტურის მეშვეობით ჩაატარეს, ფოკუსირებით ფესვის წარმოქმნისა და აკლიმატიზაციის წარმატებაზე (Revilla et al., 1992). ამ პიონერულმა კვლევებმა საფუძველი ჩაუყარა მიკროკლონირების უფრო ფართოდ გავრცელებას იტალიის კივის სექტორში.

მიუხედავად იმისა, რომ იტალია სტანდარტულ კივის ნაწილად იყო ორიენტირებული, მიღებული ინფორმაცია მინი-კივის სახეობებზე გამოიყენება. ბოლო დროს, *Actinidia deliciosa*-ს და მასთან დაკავშირებული სახეობების მიკროგამრავლება *in vitro* გაუმჯობესდა გარემოს შემადგენლობის დახვეწით (მაგ., კალუსის ინდუქცია BA-თი), ორგანოგენეზის პროტოკოლებით და აკლიმატიზაციის პროცესებით (Kyienko et al., 2022).

იტალიის სელექციური პროგრამები ასევე ჩაერთო კივის გენეტიკურ რუკების შედგენასა და მოლეკულური მარკერების გამოყენებაში. დიპლოიდური *A. chinensis*-ის პოპულაციები შესწავლილია გემოსა და ნაყოფის ზომის ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობითობის თვალსაზრისით (Cheng et al., 2019). ამ კონტექსტში მოყვანილია წითელბილი კივის განვითარება ახალ ზელანდიაში, თუმცა იტალიური პროგრამები ხშირად თანამშრომლობენ საერთაშორისო დონეზე მარკერების დახმარებით სელექციაში.

გარდა ამისა, იტალიამ მონაწილეობა მიიღო ჩინური ჯინტაოს ჯიშის (ოქროსფერფლელი კივის სორტი) კომერციალიზაციაში და 2001 წლიდან იტალიური კომპანიის მეშვეობით იტალიაში გამრავლებისთვის შემოიტანა (Zhong et al., 2012). ეს ხაზს უსვამს იტალიის როლს ახალი ჯიშების დანერგვაში, რაც დამოკიდებულია ეფექტურ გამრავლების მეთოდებზე, მათ შორის ქსოვილოვან კულტურაზე, ერთგვაროვანი, ვირუსებისგან თავისუფალი სარგავი მასალის მისაღებად.

არსებითად, იტალია იყენებს მიკროგამრავლებას, *in vitro* კულტურას და მარკერებზე დაფუძნებულ სელექციას, განსაკუთრებით საერთაშორისო თანამშრომლობის გზით, კივის ჯიშების გამრავლებისა და გავრცელების მხარდასაჭერად - ჩარჩო, რომელიც შეიძლება და სავარაუდოდ, ვრცელდება მინი-კივიზეც.

**ამერიკის შეერთებული შტატები.** ამერიკის შეერთებულ შტატებში კივის ბიოტექნოლოგიის კვლევა ტრადიციულად *Actinidia deliciosa*-სა და *A. chinensis*-ზე იყო ორიენტირებული, თუმცა მეთოდოლოგიები პირდაპირ კავშირშია მინი-კივის (*A. arguta*) კულტივაციასთან. აშშ-ის რამდენიმე ინსტიტუტმა, მათ შორის ორეგონის სახელმწიფო უნივერსიტეტმა, ჩრდილოეთ კაროლინას სახელმწიფო უნივერსიტეტმა და USDA-ARS ცენტრებმა, შეისწავლეს აქტინიდიის გამრავლება, გენეტიკა და ადაპტაცია. წყნარი ოკეანის



ჩრდილო-დასავლეთში, სადაც *A. arguta* სულ უფრო ხშირად კულტივირდება, ბიოტექნოლოგიური მიდგომები თანდათან ინტეგრირდება სელექციებსა და გამრავლებაში.

მიკროგამრავლება და *in vitro* კულტურა: აშშ-ში ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ კივისთვის წარმატებით შეიძლება ყლორტების წვერისა და კვანძოვანი კულტურების შექმნა, გაუმჯობესებული დაფესვიანებითა და აკლიმატიზაციით აუქსინით გამდიდრებული მედიის გამოყენებით. *A. chinensis*-ისა და *A. deliciosa*-სთვის ოპტიმიზებული პროტოკოლები გამოიყენება *A. arguta*-სთვისაც (Cui et al., 2003; Huang et al., 2010). ეს მეთოდები საშუალებას იძლევა, რომ მწარმოებლებმა ორეგონისა და ვაშინგტონის მსგავს რეგიონებში დაავადებებისგან თავისუფალი, ერთგვაროვანი სარგავი მასალა ფართომასშტაბიანად წარმოიქმნან.

გენეტიკური მარკერები და სელექციონირება: ამერიკელმა მკვლევარებმა აქტინიდაში გამოიყენეს SSR (მარტივი თანმიმდევრობის გამეორება) და SNP (ერთნუკლეოტიდურ პოლიმორფიზმში) მარკერები ჯიშის იდენტიფიკაციისთვის, გენეტიკური მრავალფეროვნების შეფასებისა და ნიშან-თვისებების რუკების შესაფასებლად. მაგალითად, SSR-ების გამოყენებით დნმ-ის თითო ანაბეჭდის მეთოდები გამოყენებული იქნა კივის ჯიშების გასარჩევად და მათი ადაპტირება შესაძლებელია აშშ-ს სელექციონირების პროგრამებში მოყვანილი *A. arguta*-ს გერმპლაზმისთვის (Testolin et al., 2001). ეს ინსტრუმენტები სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია ჯიშების ავთენტიფიკაციისა და სელექციონირების დაჩქარებისთვის.

მინი-კივის გამოყენება: მიუხედავად იმისა, რომ მინი-კივის მიკროკლონირებისა და მოლეკულური სელექციის შესახებ აშშ-ში კონკრეტული პუბლიკაციები შეზღუდულია, წყნარი ოკეანის ჩრდილო-დასავლეთის ინდუსტრიამ გლობალური პროტოკოლების გამოყენება დაიწყო. მწარმოებლებსა და კვლევით თანამშრომლობა ფოკუსირებულია *A. arguta*-ს ისეთი ჯიშების შერჩევაზე, რომლებიც ადაპტირებულია აშშ-ს ზომიერ კლიმატთან, სადაც ბიოტექნოლოგიურ ინსტრუმენტებს შეუძლიათ მნიშვნელოვანი როლი შეასრულონ დაავადებებისადმი მდგრადობის, ყინვისადმი გამძლეობისა და ნაყოფის ხარისხობრივი მახასიათებლების უზრუნველყოფაში.

შეჯამებისთვის, შეერთებულ შტატებს მყარი საფუძველი აქვს კივის ქსოვილოვანი კულტურის პროტოკოლებში, მოლეკულურ მარკერებსა და სელექციის სტრატეგიებში, რომლებიც სულ უფრო მეტად აქტუალური ხდება მინი-კივისთვის. მიკროგამრავლების, ინ ვიტრო რეგენერაციისა და მარკერების დახმარებით სელექციის ინტეგრაციის გაგრძელება აუცილებელი იქნება აშშ-ში მინი-კივის კულტივაციის გაფართოების მხარდასაჭერად.

**იაპონია.** მიუხედავად იმისა, რომ იაპონიაში მინი-კივის ბიოტექნოლოგიის შესახებ პირდაპირი კვლევები ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში შეზღუდულია, აქტინიდიას ქსოვილოვანი კულტურის უფრო ფართო ინფორმაცია ინფორმაციულია. იაპონელი მკვლევარები დიდი ხანია იყენებენ აქტინიდიას სახეობებისთვის *in vitro* კულტივაციის ტექნიკას, როგორცაა ყლორტის წვერის მერისტემის კულტურა. მაგალითად, *A. deliciosa*-სთვის შემუშავებულ ტექნიკას აქვს მნიშვნელობა მინი-კივის გამრავლებისთვის, რაც ხაზს უსვამს ქსოვილოვანი კულტურის ეფექტურობას კლონური გამრავლებისთვის.

საერთაშორისო დონეზე დახვეწილი გარემოსა და ჰორმონების პროტოკოლები — ციტოკინინების, როგორცაა tZ, BA და აუქსინების, როგორცაა IAA ან NAA გამოყენებით — აძლიერებს კალუსის ინდუქციას და ყლორტების რეგენერაციას/Frontiers-ს. ეს პროტოკოლები ფასეულია იაპონური კვლევითი ინსტიტუტებისთვის, რომლებიც *A. arguta*-ს კლონურად გამრავლებას ისახევენ მიზნად.



იაპონიამ ასევე შეიტანა წვლილი კივის სახეობებში შემთხვევითი გასროლების ინდუქციის შესახებ გლობალური ცოდნის გავრცელებაში, სადაც tZ განსაკუთრებით ეფექტურია ზოგიერთ გენოტიპში (Yao et al., 2023). გენეტიკური მარკერების ტექნოლოგიებში, მიუხედავად იმისა, რომ იაპონია მონაწილეობდა საერთაშორისო ძალისხმევაში, იაპონური მინი-კივის გერმპლაზმისთვის მორგებული სპეციფიკური SSR ან SNP მასივები თვალსაჩინოდ არ არის დოკუმენტირებული.

შეჯამებისთვის, იაპონიის ძლიერი მხარეები ქსოვილების კულტურის პროტოკოლების ექსპერტიზაა, განსაკუთრებით მიკროკლონირებისა და რეგენერაციის, რომლებიც მინი-კივისთვის გამოიყენება. იაპონურმა ინსტიტუტებმა შეიძლება გამოიყენონ ეს დახვეწილი მეთოდები ეფექტური გამრავლებისა და ჯიშების განვითარებისთვის, რაც პოტენციურად მოლეკულური მარკერების ტექნოლოგიებს ავსებს.

**ახალი ზელანდია** ახალი ზელანდია კივის ბიოტექნოლოგიის, მათ შორის მინი-კივის, სათავეში დგას. ცენტრალურ როლს ასრულებს *in vitro* კონსერვაციისა და გამრავლების ობიექტები, რომლებიც სელექციონერებსა და მწარმოებლებს აწვდიან ტიპის შესაბამის, დაავადებებისგან თავისუფალ ნერგებს. მცენარეთა და საკვების კვლევის *in vitro* კოლექცია საშუალებას იძლევა მცენარეების გადაადგილებასა და გავრცელებას მიკროგამრავლების გამოყენებით, Psa-3 დაავადებისგან თავისუფალ სტატუსის მქონე სკრინინგთან ერთად PCR და ბაქტერიოლოგიური ტესტირების გზით (Nadarajan et al., 2023).

ამ პროცესისთვის კრიტიკულად მნიშვნელოვანია დნმ-ის თითის ანაბეჭდის აღება SSR მარკერების გამოყენებით, რათა უზრუნველყოფილი იყოს კლონურობა და ჯიშის იდენტურობა ექსპორტამდე ან შიდა გადაადგილებამდე (Nadarajan et al., 2023). ეს წარმოადგენს საუკეთესო პრაქტიკას გამრავლებისას ხარისხის კონტროლისთვის გენეტიკური მარკერების გამოყენებისას.

გარდა ამისა, ახალი ზელანდიის სელექციური პროგრამებით განვითარდა *A. chinensis*-ის წითელბილი კივი და შეიქმნა გენეტიკური რუკები გემოსა და ნაყოფის ზომის მახასიათებლებისთვის (Cheng et al., 2019). მიუხედავად იმისა, რომ ფოკუსირებულია უფრო დიდ კივიზე, მარკერით დახმარებული სელექციური ჩარჩო შეიძლება ადაპტირებული იყოს მინი-კივისთვის.

საერთო ჯამში, ახალ ზელანდიაში მიკროკლონირების, ინ ვიტრო კულტურის, დაავადებათა სკრინინგის და გენეტიკური მარკერების ვალიდაციის კომბინაცია წარმოადგენს ყოვლისმომცველ ბიოტექნოლოგიურ ეკოსისტემას, რომელიც მაღალ გამოყენებადია მინი-კივის შექმნისა და გამრავლებისთვის.

### 3.4. მინი-კივი საქართველოში

საქართველოში მინი-კივის კვლევა ახალი, თუმცა პერსპექტიული ხდება. საქართველოს მრავალფეროვანი ტოპოგრაფია მინი-კივის კულტივირებისთვის მიმზიდველ მიკროკლიმატს გვთავაზობს. მაღალი სიმაღლის ტერიტორიები განსაკუთრებით პერსპექტიულია როგორც მდგრადობის, ასევე გენეტიკური მრავალფეროვნების შენარჩუნების თვალსაზრისით. კრიოკონსერვაცია უზრუნველყოფს ღირებული ადგილობრივი სახეობების სარეზერვო ასლს. გამოწვევები კვლავ რჩება - ადრეული ყინვები, შეკუმშული სეზონები და რესურსების შეზღუდვები - მაგრამ მორგებული აგროტექნიკითა და კლიმატზე ორიენტირებული

დაგეგმარებით, საქართველოს შეუძლია თავი დაიმკვიდროს, როგორც მინი-კივის ადაპტაციის საუკეთესო ცენტრი (Maghlakelidze et al., 2021).

სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითმა ცენტრმა შიდა ქართლში (სოფ. ჯილაურა, საგურამო, მცხეთის მუნიციპალიტეტი) 2019–2020 წლებში ჩაატარა მნიშვნელოვანი კვლევა სახელწოდებით „პატარა კივის“ (*Actinidia arguta* Planch.) კულტურის დახასიათება და განვითარების პერსპექტივები საქართველოში“. კვლევაში შეფასდა საქართველოში ინტროდუცირებული მინი-კივის 2 ჯიში „ვაიკი“ და „კენს რედი“ ფენოლოგიის, პომოლოგიური ნიშნების, ქიმიური შემადგენლობისა და პროდუქტიულობის თვალსაზრისით - რაც სამომავლო გამრავლებისთვის გადამწყვეტი საბაზისო მონაცემებია (Maghlakelidze et al., 2021). ე.მაღლაკელიძის (2021) მიხედვით, აღნიშნული ჯიშების პომოლოგიური აღწერისა და ბიოლოგიური წარმოების კვლევის პირველი ეტაპის (2019-2020) შედეგად, დადგინდა, რომ ჯიშები საუკეთესო სადესერტო ხილია, ხასიათდება ადრეული მსხმოიარობით, რეგულარული და უხვი მოსავლიანობით, ნაყოფის კარგი გემური თვისებებით, შენახვის უნარით და სოკოვანი დაავადებებისადმი გამძლეობით (Maghlakelidze et al., 2021).

რაც შეეხება თანამედროვე ბიოტექნოლოგიურ მეთოდებს, გლობალური მეთოდოლოგიები გარდაუვლად გადასაცემად გამოიყენება: ინ ვიტრო კულტივაციის ტექნიკა (მაგ., ყლორტის წვერის კულტურა, კოჟრის ინდუქცია) და სხვაგან დახვეწილი მიკროგამრავლების პროტოკოლები შეიძლება ადაპტირებული იყოს ქართველი მკვლევარების ან ინდუსტრიის წარმომადგენლების მიერ ხარისხიანი მინი-კივის ნერგების მისაღებად. SSR ან SNP მარკერის ტექნოლოგიების დანერგვა, როგორც ეს გამოიყენება ახალ ზელანდიასა და ჩინეთში, კიდევ უფრო გაზრდის სელექციური სიზუსტეს და ჯიშის ავთენტურობას.

როგორც განვითარებადი მებაღეობის რეგიონი, საქართველოს შეუძლია ისარგებლოს თანამშრომლობითი კვლევით ან ტექნოლოგიების გადაცემით დამკვიდრებულ ბიოტექნოლოგიურ პროგრამებთან, განსაკუთრებით კი ფოკუსირებულია პათოგენებისგან თავისუფალ მიკროგამრავლებასა და მოლეკულურ დახასიათებაზე, რათა ხელი შეუწყოს მის კლიმატთან ადაპტირებული ახალი მინი-კივის ჯიშების განვითარებას.

### 3.5. მინი-კივის განვითარების ბიოტექნოლოგიური პერსპექტივები

**ჩინეთს** აქვს მიკროგამრავლებისა და გენეტიკური ტრანსფორმაციის, განსაკუთრებით კალუსის ინდუქციის, ყლორტების რეგენერაციის და *Agrobacterium*-ის მიერ განპირობებული გენის გადაცემის მოწინავე პროტოკოლები. ბოლოდროინდელმა კვლევებმა ოპტიმიზაცია გაუკეთა მცენარის ზრდის რეგულატორების კომბინაციებს *A. arguta*-ს ქსოვილოვანი კულტურისთვის და მიღწეული იქნა მაღალი დაფესვიანებისა და რეგენერაციის მაჩვენებლები (Liu et al., 2023, Front. Plant Sci.). ეს ხელსაწყოები საშუალებას იძლევა შეიქმნას წითელხორციანი, მაღალი ღირებულების მქონე კულტივარები და უზრუნველყოფილი იყოს ეფექტური კლონური გამრავლება.

**იტალია** იყენებს დამკვიდრებულ in vitro კულტურულ სისტემებს და მონაწილეობს საერთაშორისო მარკერებზე დაფუძნებულ სელექციის პროგრამებში. *Actinidia chinensis*-ის მიკროგამრავლებაზე იტალიის ადრეულმა ნაშრომებმა საფუძველი ჩაუყარა კივის ბიოტექნოლოგიას (Biasi et al., 1984). მიუხედავად იმისა, რომ მინი-კივის პირდაპირი კვლევა შეზღუდულია, იტალიური ექსპერტიზა კივის გამრავლებასა და კულტივირებული ჯიშების

კომერციალიზაციაში (Testolin & Costa, 1999) *A. arguta*-ს გაუმჯობესების ტრანსფერულ ჩარჩოს გვთავაზობს.

**ამერიკის შეერთებული შტატები** კივის დამკვიდრებულ ბიოტექნოლოგიას ეფუძნება და ჯიშის იდენტიფიკაციისა და სელექციის ქსოვილოვანი კულტურის პროტოკოლებისა და მოლეკულური მარკერების გამოყენებით ხორციელდება. USDA-ARS Corvallis-ში კივის გერმპლაზმაზე მუშაობა მოიცავს კლონურ გამრავლებას და მოლეკულურ დახასიათებას (Folta & Gardiner, 2009; USDA-ARS, 2020). წყნარი ოკეანის ჩრდილო-დასავლეთში ეს მიდგომები *A. arguta*-სთვის ადაპტირდება რეგიონალური მინი-კივის კულტივაციის მხარდასაჭერად.

**იაპონია** ხელს უწყობს ქსოვილების კულტურისა და ჰორმონებით განპირობებული რეგენერაციის დახვეწილ მეთოდებს, როგორცაა მერისტემის კულტურა და შემთხვევითი ყლორტების ინდუქცია, რომლებიც ადაპტირებადია მინი-კივისთვის (Takamura & Ogiwara, 1992). ეს მიდგომები ხელს უწყობს მიკროკლონირებას და გერმპლაზმის შენარჩუნებას.

**ახალი ზელანდია** აერთიანებს ყოვლისმომცველ ბიოტექნოლოგიურ სისტემას: in vitro გერმპლაზმის საცავებს, SSR თითის ანაბეჭდის აღებას და მიკროგამრავლებას. მცენარეთა და საკვების კვლევა ინარჩუნებს უსაფრთხო in vitro აქტინიდიების კოლექციას დნმ-ის თითის ანაბეჭდის აღებით, რათა უზრუნველყოს მასალის ტიპური სახეობის სიზუსტე და პათოგენებისგან თავისუფლება (Ferguson & Huang, 2007). ეს მხარს უჭერს ხილის ხარისხსა და ბაზრის მრავალფეროვნებაზე ორიენტირებულ სელექციურ პროგრამებს.

**საქართველო** ადრეულ ეტაპზეა ჯიშების („ვეიკი“, „კენის რედი“) დახასიათების კვლევები, რაც ზრდისა და ნაყოფის ხარისხის შესახებ მნიშვნელოვან მონაცემებს იძლევა (Tsertsvadze et al., 2021). მიუხედავად იმისა, რომ ბიოტექნოლოგიური მეთოდები ჯერ არ გამოიყენება, მიკროკლონირებისა და მოლეკულური მარკერების გამოყენების გლობალური პროტოკოლების დანერგვის პოტენციური მნიშვნელოვანია ადგილობრივი ადაპტაციისა და ჯიშის გაუმჯობესებისთვის.

#### 4. დასკვნა

კლიმატის ცვლილების კონტექსტში, მინი-კივის, როგორც მდგრადი მებაღეობის კულტურის, დიდი პოტენციური აქვს მისი ყინვაგამძლეობის, მრავალფეროვანი ნიადაგებისადმი ტოლერანტობისა და ბაზრის მიმზიდველობის გამო. თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდების - მიკროგამრავლების, in vitro კულტივაციისა და გენეტიკური მარკერების - დანერგვა გადამწყვეტია დაავადებებისგან თავისუფალი ნერგების წარმოებისთვის (Liu et al., 2023), სტრესისადმი მდგრადობის მიზნით სელექციების დაჩქარებისთვის (Ferguson & Huang, 2007) და გენეტიკური მრავალფეროვნებისა და ჯიშის ავთენტიფიკაციის უზრუნველყოფისთვის (Testolin & Costa, 1999).

მიუხედავად იმისა, რომ ისეთი ქვეყნები, როგორცაა ჩინეთი და ახალი ზელანდია, უკვე ნერგავენ მოწინავე ბიოტექნოლოგიურ მილსადენებს, ისეთ ახალ მწარმოებლებს, როგორცაა საქართველო და აშშ-ის წყნარი ოკეანის ჩრდილო-დასავლეთი, შეუძლიათ ამ მეთოდების ინტეგრირება მინი-კივის მდგრადი წარმოების უზრუნველსაყოფად. ამრიგად, ბიოტექნოლოგია ხელს უწყობს ახალი, მაღალი ხარისხის ჯიშების განვითარებას, რაც აძლიერებს მებაღეობის სისტემების მდგრადობას ცვალებად კლიმატში.

**მადლობა.** სტატიის გამოქვეყნება მხარდაჭერილია საქართველოს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდისა და მოლდოვას კვლევისა და განვითარების ეროვნული სააგენტოს (NARD) ერთობლივი სამეცნიერო გრანტის № NARD-24-233 პროექტის ფარგლებში.

## ლიტერატურა:

- Amiranashvili, A., Matcharashvili, T., Chelidze, T. (2011-2012). Climate change in Georgia: Statistical and nonlinear dynamics predictions. *Journal of Georgian Geophysical Society*, Issue (A), Physics of Solid Earth, v.15a, 2011-2012, pp.67-87. file:///C:/Users/pc/Downloads/admin,+s-6-2.pdf (accessed on 31.08.2025).
- Biasi, R.; Costa, G.; Morini, S. (1984). In vitro propagation of *Actinidia chinensis* Planch. *Acta Hort.* 160, 39–46. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1984.160.3>.
- Cheng, C.-H., Datso1, P.M., Hilario, E., Deng, C.H., Manako, K.I., McNeilage, M., Bomert, M., and Hoeata, K. (2019). Genomic predictions in diploid *Actinidia chinensis* (kiwifruit). *Eur. J. Hort. Sci.* 84(4), 213–217 | ISSN 1611-4426 print, 1611-4434 online | <https://doi.org/10.17660/eJHS.2019/84.4.3>.
- Cui, Y., Parker, G., Lisle, T. E., Gott, J., Hansler-Ball, M. E., Pizzuto, J. E., Allmendinger, N. E., & Reed, J. M. (2003). Sediment pulses in mountain rivers: 1. Experiments. *Water Resources Research*, 39 (9). <https://doi.org/10.1029/2002WR001803>.
- Elizbarashvili, E.Sh., Chavchanidze, Z.B., Elizbarashvili, M.E., Maglakelidze, R.V. (2006). Soil-climatic zoning of Georgia. *Eurasian Soil Science* 39 (10), 1062–1065. <https://link.springer.com/article/10.1134/S1064229306100036>.
- Elizbarashvili, E.Sh., Elizbarashvili, M.E., Maglakelidze, R.V., Sulkhanishvili, N.G., Elizbarashvili, Sh.E. (2007). Specific features of soil temperature regimes in Georgia. *Eurasian Soil Science* 40 (7), 761-765. <https://doi.org/10.1134/S1064229307070083>.
- Elizbarashvili, M., Elizbarashvili, E., Tatishvili, M., Elizbarashvili, S., Meskhia, R., Kutaladze, N., King, L., Keggenhoff, I., & Khardziani, T. (2017). Georgian climate change under global warming conditions. *Annals of Agrarian Science*, 15(1). <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.02.001>.
- Ferguson, A. R., & Huang, H. (2007). Genetic Resources of Kiwifruit: Domestication and Breeding. 1-121. <https://doi.org/10.1002/9780470168011.ch1>.
- Folta, K.M.; Gardiner, S.E. (2009). Genetics and Genomics of Rosaceae: Special Focus on Strawberry, Apple, and Kiwifruit. *Plant Mol. Biol.* 69, 1–3. <https://doi.org/10.1007/s11103-008-9410-4>.
- Hazarika, B.N. & Angami, Theja. (2022). Kiwifruit. Publisher: Daya Publishing House. [https://www.researchgate.net/publication/358901328\\_kiwifruit](https://www.researchgate.net/publication/358901328_kiwifruit).
- Huang, S., Sawaki, T., Takahashi, A., Mizuno, S., Takezawa, K., Matsumura, A., Yokotsuka, M., Hirasawa, Y., Sonoda, M., Nakagawa, H., & Sato, T. (2010). Melon EIN3-like transcription factors (CmEIL1 and CmEIL2) are positive regulators of an ethylene- and ripening-induced 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase gene (CM-ACO1). *Plant Science*, 178(3), 251-257. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.01.005>.
- Kyienko, Z. B., Kimeichuk, I. V., & Matskevych, V. V. (2022). Micropropagation of plants of the genus *Actinidia* Lindl. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(3), 220–229. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.3.2022.269022>.
- Liu, Y., Zhou, J., Guo, X., Yang, C., Zhao, X., Li, X., Li, Y., Yang, L. (2023). Establishment of an Efficient Genetic Transformation and Regeneration System for Red-Fleshed *Actinidia arguta*. *Front. Plant Sci.*, 14, 1204267. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1204267>.
- Maghlakelidze, L., Bobokashvili, Z. (2021). Characterization and development prospects of the “mini kiwi” (*Actinidia arguta* Planch.) culture in Georgia. *Georgian Scientists*, vol. 3(4), 2021, <https://doi.org/10.52340/gi.2021.11.05>.



- Meladze, M., Meladze, G. (2019). Agroclimatic zoning of western regions of Georgia. *Annals of Agrarian Science*, 17, 422 – 432.  
<https://files.techinformi.ge/Vol%2017%20N4/VOL%2017%20N4%20422-432%20M.Meladze,%20G.Meladze.pdf> (accessed on 30 August, 2025).
- Nadarajan, J., Esfandiari, A., Mathew, L., Divinagracia, J., Wiedow, C., & Morgan, E. (2023). Development, Management and Utilization of a Kiwifruit (*Actinidia* spp.) In Vitro Collection: A New Zealand Perspective. *Plants* 2023, 12(10), 2009; <https://doi.org/10.3390/plants12102009>.
- Revilla, M.A., Rey, M.A., Gonzalez-Rio, F., Gonzalez, M.V., Diaz-Sala, C., Rodriguez, R. (1992). Micropropagation of Kiwi (*Actinidia* spp.). Book Chapter, *Biotechnology in Agriculture and Forestry High-Tech and Micropropagation II*, p. 399-423. Publ. Springer Berlin Heidelberg. DOI:10.1007/978-3-642-76422-6\_21.
- Takamura, T.; Ogiwara, I. (1992). Plant Regeneration from Callus Cultures of *Actinidia deliciosa*. *Plant Cell Rep.* 11, 503–505. <https://doi.org/10.1007/BF00234064>.
- Testolin, R.; Costa, G. (1999). Genetics and Breeding of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* and *A. chinensis*). *Eu. J. Hortic. Sci.* 64, 161–168.
- Testolin, R., Huang, W.G., Lain, O., Messina, R., Vecchione, A., Cipriani, G. (2001). A kiwifruit (*Actinidia* spp.) linkage map based on microsatellites and integrated with AFLP markers. *Theor Appl Genet* 103:30–36, <https://doi.org/10.1007/s00122-001-0555-z>.
- Testolin, R., Cipriani, G. (2016). Markers, Maps, and Marker-Assisted Selection. In: Testolin, R., Huang, H.W., Ferguson, A. (eds) *The Kiwifruit Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32274-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32274-2_7).
- Tsertsvadze, M.; Gorgidze, L.; Svanidze, S.; Lortkipanidze, N. (2021). Characterization and Development Perspectives of “Baby Kiwi” (*Actinidia arguta* Planch.) Culture in Georgia. *Georgian Scientists*, 3(1), 68–74. <https://journals.4science.ge/index.php/GS/article/view/695> (accessed on 29 August 2025).
- UNDP/EU4Climate (2021). <https://www.undp.org/georgia/projects/eu4climate> (accessed on 29 August 2025).
- USDA-ARS. National Clonal Germplasm Repository: *Actinidia* Germplasm. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2020. Available online: <https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/corvallis-or/national-clonal-germplasm-repository/docs/ncgr-corvallis-actinidia-germplasm> (accessed on 29 August 2025).
- Wang, R., Xing, S., Bourke, P. M., Qi, X., Lin, M., Esselink, D., Arens, P., Voorrips, R. E., Visser, G. F., Sun, L., Zhong, Y., Gu, H., Li, Y., Li, S., Maliepaard, C., & Fang, J. (2023). Development of a 135K SNP genotyping array for *Actinidia arguta* and its applications for genetic mapping and QTL analysis in kiwifruit. *Plant Biotechnology Journal*, 21(2), 369-380. <https://doi.org/10.1111/pbi.13958>.
- Yao, W., Kong, L., Lei, D., Zhao, B., Tang, H., Zhou, X., Lin, Y., Zhang, Y., Wang, Y., He, W., Li, M., Chen, Q., Luo, Y., Wang, X., Tang, H., & Zhang, Y. (2023). An effective method for establishing a regeneration and genetic transformation system for *Actinidia arguta*. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1204267. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1204267>.
- Zhong, C., Wang, S., Jiang, Z., & Huang, H. (2012). ‘Jinyan’, an Interspecific Hybrid Kiwifruit with Brilliant Yellow Flesh and Good Storage Quality. *HortScience*, 47(8), 1187–1190. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.8.1187>.



## Biotechnological Sustainability of Mini-kiwi (*Actinidia arguta*) Under Climate Change

Nino Chikhradze<sup>1\*</sup>, Elene Maghlakelidze<sup>2</sup>, Zviad Bobokashvili<sup>2</sup>, Mariam Elizbarashvili<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Exact and Natural Sciences, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University,  
1, Chavchavadze Ave. №1, TSU Building I, 0179, Tbilisi, Georgia;  
nino.chikhradze719@ens.tsu.edu.ge, mariam.elizbarashvili@tsu.ge;

<sup>2</sup> Fruit Research Service, Agricultural Research Center, Marshal Gelovani Avenue №36b, 0159, Tbilisi,  
Georgia; emaghlakelidze@yahoo.com, bobokashvili@hotmail.com

\*Corresponding author: Nino Chikhradze, nchikhradze@yahoo.com

**Abstract.** Climate change is one of the most significant challenges of modern agriculture. The spread of non-traditional and climate-resistant crops can become one of the ways to ensure sustainability. Mini-kiwi (*Actinidia arguta* Planch.) is distinguished by its frost resistance, high nutritional value, and ability to adapt to various climatic conditions. The paper discusses biotechnological approaches in some kiwi-producing countries against the background of climate change, including Georgia, and biotechnological perspectives for Mini-Kiwi development. The potential of biotechnological approaches for varietal improvement and sustainable development of fruit growing is also highlighted. Mini-kiwi is a promising crop in the context of climate change, both in Georgia and in other countries. Its adaptability and nutritional value create favorable conditions for its large-scale popularization, especially if biotechnological approaches are used in selection and management. Mini-kiwi popularization can become one of the solutions that will contribute to the sustainability of the agricultural sector. Mini-kiwi is also distinguished by its endurance and adaptation to different types of soils, which makes its cultivation especially attractive in changing climatic conditions.

**Keywords:** mini-kiwi, climate change, biotechnology, fruit growing, adaptation.

### 1. Introduction

Climate change has a direct and indirect impact on the agricultural sector, including horticulture. Rising temperatures, changing precipitation patterns, and increasing extreme events pose challenges to traditional crops. In response to this process, the integration of non-traditional, climate-resistant species is becoming increasingly relevant.

Mini-kiwi (*Actinidia arguta*), often called “hardy kiwi”, is a small, vitamin-rich fruit native to Southeast Asia, where even wild fruits are highly valued. The plant is called kiwi because of the similarity of the fruit to the bird kiwi. It is the high taste and nutritional value of the fruit that determined the widespread adoption of culture in a short period of time, and today, actinidia (kiwi) culture is cultivated in both the Northern and Southern Hemispheres of the Earth (Maghlakelidze et al., 2021).

China is the largest producer of kiwifruit (2.1 million tons). It accounts for more than 50% of the total production of this crop. The second largest producer in the world is Italy (555 thousand tons), followed by New Zealand (437 thousand tons) (Maghlakelidze et al., 2021).

The role of modern biotechnological methods (micropropagation, genetic markers and in vitro cultivation) in the process of creating and breeding new varieties of mini-kiwi has been studied worldwide. In particular, we have reviewed different countries - China, Italy, the USA, Japan and New Zealand.

In Georgia, this culture is still a newcomer, although it has already been shown to be successful in some regions of the country (Maghlakelidze et al., 2021). Georgia exhibits rich agro-climatic diversity due to its varied topography and proximity to the Black Sea, resulting in distinct zones like humid subtropics along the coast and continental conditions in the mountains, each supporting different crops. Key factors for zoning include altitude (altitudinal zonality) and temperature (specifically, sums of active temperatures above 10°C), which determine the suitable growing areas for crops ranging from tea and citrus in the west to cereals and fruits in the mountains. (Meladze et al. 2019; Elizbarashvili et al., 2006; Elizbarashvili et al., 2007). Therefore, Georgia's diverse topography offers compelling microclimates for mini-kiwi cultivation.

The adoption of mini-kiwi modern biotechnological methods – micropropagation, in vitro cultivation, and genetic markers – is crucial for producing disease-free planting stock (Liu et al., 2023), accelerating breeding for stress resistance (Ferguson & Huang, 2007), and ensuring genetic diversity and cultivar authentication (Testolin & Costa, 1999).

Georgia is at an early stage, with cultivar characterization studies ('Weiki', 'Ken's Red') providing essential data on growth and fruit quality (Tsertsvadze et al. 2021). Although biotechnological methods are not yet applied, the potential to adopt global protocols for microcloning and molecular marker use is significant for local adaptation and cultivar improvement.

## 2. Methods and Materials

The paper used a multi-stage analysis method, which included:

1. International literature review – the analysis included a review of academic articles on the adaptation, selection, and distribution of mini-kiwi in different regions of the world.
2. Assessment of climate change trends in Georgia – based on the works of various scientists, recent trends in climate change in Georgia were identified.
3. Assessment of international biotechnological approaches – the role of modern biotechnological methods (microcloning, genetic markers, in vitro cultivation) in the process of creating and propagating new varieties in different countries was analyzed.
4. Study of local practices – current efforts in Georgia to cultivate mini-kiwi are discussed.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Climate change trends in Georgia

Global warming is one of the main hazards facing the whole planet. The climate forcing is due to rising concentration of greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, methane, water vapor): according to different assessments, the temperature will rise by 1.4-5.8°C at the end of the 21st century. This can have devastating effects, many of which will be impossible to prevent, meaning that humankind should find a way to adapt to global warming (Amiranashvili et al., 2011-2012).

Georgia, as a whole Caucasus, is prone to many negative effects connected with climate change: the mountain glaciers can melt and partially disappear, the sea level can rise, the vast areas of land can become deserts, and water resources can be seriously affected (Amiranashvili et al., 2011-2012).

Georgia has warmed notably since the late 20th century. Instrument records show statistically significant increases in hot extremes; e.g., 1971–2010 saw a sharp drop in frost days (–13.3 days) and widespread warming of temperature extremes, with summer maximum temperature warming as fast as ~0.84 °C/decade in 1981–2010. (Keggenhoff et al., 2014; Keggenhoff et al., 2015). Precipitation trends are heterogeneous. Several studies identify declining annual precipitation in parts of eastern Georgia (≈1–3% per decade), while western Georgia shows mixed signals; interannual variability remains high. (Elizbarashvili et al., 2017)

Agriculture is one of the most climate-sensitive sectors in Georgia, employing a large share of the rural population and contributing substantially to food security. Observed climatic changes—including rising average temperatures ( $\approx 0.3\text{--}0.4^\circ\text{C}$  per decade), increased frequency of droughts and heatwaves in eastern Georgia, and shifting precipitation regimes—already affect yields of cereals, grapes, maize, and fruit crops (Elizbarashvili et al., 2017).

Georgia exhibits rich agro-climatic diversity due to its varied topography and proximity to the Black Sea, resulting in distinct zones like humid subtropics along the coast and continental conditions in the mountains, each supporting different crops. Key factors for zoning include altitude (altitudinal zonality) and temperature (specifically, sums of active temperatures above  $10^\circ\text{C}$ ), which determine the suitable growing areas for crops ranging from tea and citrus in the west to cereals and fruits in the mountains (Meladze et al., 2019; Elizbarashvili et al., 2006; Elizbarashvili et al., 2007).

Projected climate change poses mixed challenges. On the one hand, longer growing seasons and warmer winters may benefit certain perennial and high-value horticultural crops, including grapes, nuts, and the introduction of new species. On the other hand, water stress, soil degradation, pest outbreaks, and heat stress during flowering and fruiting are expected to reduce yields and increase management costs without adaptation (UNDP/EU4Climate, 2021).

### 3.2. Mini-kiwi climatic requirements

Mini kiwi (*A. arguta*) is a rather important species due to some biological features. It is characterized by good reproduction ability, high frost resistance (it is the most frost-resistant of the species in the *Actinidia* genus), and good resistance to pests and diseases, which contributes to its widespread development. Mini kiwi *Actinidia* can be successfully grown in those regions of the world (the eastern part of the United States, Germany and Central Europe, and Russia), where the temperature in winter is  $-30^\circ\text{C}$  and other species (*A. chinensis* or *A. deliciosa*) cannot grow. That is why it is called "hardy kiwi". Sometimes warm weather and relatively high temperatures at the end of winter contribute to the premature opening of flower buds. Flowers and young shoots are sensitive to low temperatures. Mini kiwi is a moderately shade-tolerant, moisture-loving plant, characterized by intensive growth in spring and summer. New shoots are very weak and very sensitive to direct sunlight. Young shoots are characterized by rapid growth and require attention. The vegetation period is 150 days. It blooms in June-July. The fruit is characterized by rapid growth. After 40 days from flowering, the fruit reaches 80% of its final size. The average number of days from flowering to maturity is 100 days. Mini-kiwi is moderately demanding on the soil. Well-drained, loose, organically rich soils with a weakly acidic or neutral reaction ( $\text{pH}=5\text{--}6.5$ ) are best for it. The plant requires a large amount of water during the vegetation period. It does not tolerate an excess of salts in the soil (Maghlakelidze et al., 2021).

Climatic requirements for Mini kiwi —moderately cold winters for dormancy, warm summers with sufficient rainfall or irrigation, and resistance to late frosts—fit well with Georgia's humid subtropical (western regions) and moderate mountainous zones. Climate change may create expanded cultivation zones in areas that were previously too cold, especially in foothill and mid-mountain belts of eastern and western Georgia (comparable to Poland, Italy, and Korea, where the crop is expanding) (Balén et al., 2019; Wojdyło et al., 2020).

However, warming winters and reduced chilling accumulation in lowland regions may impair bud break and fruit set in some cultivars. Increased summer heat and drought risk in eastern Georgia could reduce fruit quality and yields unless supported by efficient irrigation and shading systems. At the same time, rising temperatures may intensify pest and fungal pressures (e.g., leaf spots, botrytis), which are already noted risks for *Actinidia* cultivation globally (Ferguson & Huang, 2007).

Overall, climate change is likely to increase the geographic potential for mini-kiwi in Georgia, but sustainable production will require adaptive strategies: selecting late-flowering and low-chill

cultivars, developing irrigation infrastructure, and integrating agroforestry or shading systems to buffer against extremes. The crop's market potential and resilience to moderate cold make it a promising example of climate-smart horticulture in the region.

### 3.3. Evaluation of biotechnological approaches internationally

**China.** In China, biotechnological innovation plays a pivotal role in the development and propagation of mini-kiwi varieties. Researchers have leveraged microcloning and in vitro cultivation, particularly tissue culture techniques, to multiply superior genotypes efficiently and produce disease-free planting material. For instance, callus induction and shoot regeneration have been optimized using specific plant growth regulators—such as benzyladenine (BA), 2,4-D, and trans-zeatin (tZ)—to enhance regeneration rates in *Actinidia arguta* (“Purpurna Saduwa”) (Yao et al., 2023). Moreover, China has made significant progress in the development of molecular markers. A high-density SNP genotyping array (135K SNPs) was recently created to facilitate genetic mapping and trait selection in *A. arguta*, enabling precise breeding strategies for sex determination and other key agronomic traits (Wang et al., 2023).

Concurrently, the identification and use of genetic markers (e.g., SSRs and SNPs) have improved breeding efficiency and cultivar identification, though most of this work is globally, not country-specific. In the realm of germplasm, Chinese institutions—such as the Wuhan Institute of Botany—have driven interspecific hybridization programs, notably creating gold-fleshed hybrids like 'Jinyan' (*A. eriantha* × *A. chinensis* var. *chinensis*), selected for superior flavor and storage life (Hazarika et al., 2022; Zhong et al., 2012).

Although not mini-kiwi per se, this hybridization illustrates China's strong capacity for phenotypic improvement via combining in vitro and breeding tools.

In summary, China's biotechnological toolbox—combining micropropagation, in vitro tissue culture, genetic marker technologies, and interspecific hybrid breeding—enables the innovative development and efficient propagation of mini-kiwi varieties with enhanced quality and adaptability.

**Italy.** In Italy, the use of modern biotechnological methods for kiwifruit, including mini-kiwi, traces back to early micropropagation efforts. Italian researchers in the early 1980s conducted micropropagation of *Actinidia chinensis* via in vitro meristem culture, focusing on root initiation and acclimatization success (Revilla et al., 1992). These pioneering studies laid the foundation for the wider adoption of microcloning in Italy's kiwifruit sector.

While Italy has focused on standard kiwifruit, insights are transferable to mini-kiwi species. More recently, micropropagation of *Actinidia deliciosa* and related species in vitro has been improved by refining media composition (e.g., callus induction with BA), organogenesis protocols, and acclimatization processes (Kyienko et al., 2022).

Italian breeding programs have also engaged in genetic mapping and the use of molecular markers for kiwifruit. Diploid *A. chinensis* populations have been studied for the inheritance of taste and fruit size traits (Cheng et al., 2019). The development of red-fleshed kiwifruit in New Zealand is cited in this context, but Italian programs often collaborate internationally in marker-assisted selection.

Moreover, Italy participated in the commercialization of the Chinese Jintao cultivar (a gold-fleshed kiwifruit selection), introducing it for propagation in Italy from 2001 through the Italian company (Zhong et al., 2012). This underscores Italy's role in adopting new cultivars, which depends on effective propagation methods—including tissue culture—to produce uniform, virus-free planting material.

In essence, Italy applies micropropagation, in vitro culture, and marker-informed breeding, particularly via international collaboration, to support the propagation and dissemination of kiwi cultivars—a framework that can and likely does extend to mini-kiwi.

**United States.** In the United States, research on kiwifruit biotechnology has traditionally centered on *Actinidia deliciosa* and *A. chinensis*, but the methodologies are directly relevant to mini-kiwi (*A. arguta*)

cultivation. Several U.S. institutions—including Oregon State University, North Carolina State University, and USDA-ARS centers—have studied *Actinidia* propagation, genetics, and adaptation. In the Pacific Northwest, where *A. arguta* is increasingly cultivated, and biotechnological approaches are gradually being integrated into breeding and propagation.

**Micropropagation and in vitro culture:** U.S. studies have demonstrated that shoot tip and nodal cultures can be successfully established for kiwifruit, with improved rooting and acclimatization using auxin-supplemented media. Protocols optimized for *A. chinensis* and *A. deliciosa* are transferable to *A. arguta* (Cui et al., 2003; Huang et al., 2010). These methods enable large-scale production of disease-free, uniform planting material for growers in regions like Oregon and Washington.

**Genetic markers and breeding:** U.S. researchers have adopted SSR (simple sequence repeat) and SNP (single nucleotide polymorphism) markers in *Actinidia* for cultivar identification, genetic diversity assessment, and trait mapping. For example, DNA fingerprinting methods using SSRs have been applied to distinguish kiwifruit cultivars and could be adapted for *A. arguta* germplasm grown in U.S. breeding programs (Testolin et al., 2001). These tools are vital for authenticating cultivars and accelerating breeding.

**Application to mini-kiwi:** Although specific U.S. publications on microcloning and molecular breeding of mini-kiwi are limited, the Pacific Northwest industry has begun leveraging global protocols. Grower–research collaborations focus on selecting *A. arguta* cultivars adapted to temperate U.S. climates, where biotechnological tools could play a major role in ensuring disease resistance, cold hardiness, and fruit quality traits.

In summary, the United States has a strong foundation in tissue culture protocols, molecular markers, and breeding strategies for kiwifruit, which are increasingly relevant to mini-kiwi. Continued integration of micropropagation, in vitro regeneration, and marker-assisted breeding will be essential to support the expansion of mini-kiwi cultivation in the U.S.

**Japan.** Although direct studies on mini-kiwi biotechnology in Japan are limited in accessible literature, broader insights from *Actinidia* tissue culture are informative. Japanese researchers have long employed in vitro cultivation techniques, such as shoot tip meristem culture, for *Actinidia* species. For example, techniques developed for *A. deliciosa* have relevance to mini-kiwi propagation, emphasizing the efficacy of tissue culture for clonal propagation.

Media and hormone protocols refined internationally—using cytokinins like tZ, BA, and auxins such as IAA or NAA—enhance callus induction and shoot regeneration/Frontiers. These protocols are valuable for Japanese research institutions aiming to propagate *A. arguta* clonally.

Japan has also contributed to global knowledge on adventitious shoot induction in kiwifruit species, with tZ noted as especially effective in some genotypes (Yao et al., 2023). In genetic marker technologies, while Japan has participated in international efforts, specific SSR or SNP arrays tailored to Japanese mini-kiwi germplasm are not prominently documented.

In summary, Japan’s strengths lie in expertise in tissue culture protocols, especially microcloning and regeneration, which are applicable to mini-kiwi. Japanese institutions may adapt these refined methods for efficient propagation and cultivar development, potentially complementing molecular marker technologies.

**New Zealand.** New Zealand stands at the forefront of kiwifruit biotechnology, including mini-kiwi. A central role is played by in vitro conservation and propagation facilities, which supply true-to-type, disease-free plantlets to breeders and growers. The Plant & Food Research in vitro collection enables plant movements and distribution using micropropagation, combined with rigorous screening for Psa-3 disease-free status via PCR and bacteriological testing (Nadarajan et al., 2023).

Critical to this process is DNA fingerprinting using SSR markers to ensure clonality and cultivar identity before export or internal movement (Nadarajan et al., 2023). This represents best practice in applying genetic markers for quality control in propagation.



In addition, New Zealand breeding programs have developed red-fleshed kiwifruit in *A. chinensis* and created genetic maps for taste and fruit size traits (Cheng et al., 2019). Although focused on larger kiwi, the marker-assisted breeding framework can be adapted to mini-kiwi.

Overall, New Zealand's combination of microcloning, in vitro culture, disease screening, and genetic marker validation represents a comprehensive biotechnological ecosystem, highly applicable to the creation and propagation of mini-kiwi.

### 3.4. Mini-Kiwi in Georgia

Research on mini-kiwi in Georgia is emerging, but promising. Georgia's diverse topography offers compelling microclimates for mini-kiwi cultivation. High-elevation areas emerge as especially promising for both sustainability and preservation of genetic diversity. Cryopreservation ensures backup of valuable local accessions. Challenges remain—early frosts, compressed seasons, and resource limitations—but with tailored agro-techniques and climate-smart planning, Georgia could position itself as a center of excellence for mini-kiwi adaptation (Maghlakelidze et al., 2021).

A significant study titled Characterization and Development Perspectives of “Baby Kiwi” (*Actinidia arguta* Planch.) Culture in Georgia was conducted by the LEPL Scientific-Research Center of Agriculture in Shida Kartli (vill. Jighaura, Saguramo, Mtskheta municipality) during 2019–2020. It evaluated introduced in Georgia Mini-kiwi's 2 cultivars 'Weiki' and 'Ken's Red' for phenology, pomological traits, chemical composition, and productivity—crucial baseline data for future propagation work (Maghlakelidze et al., 2021). According to E. Maghlakelidze (2021), as a result of the first stage of the pomological description and biological production research of the mentioned varieties (2019-2020), it was concluded that the varieties are the best dessert fruits, characterized by early fruiting, regular and abundant yields, good taste qualities of the fruit, storage ability, and resistance to fungal diseases (Maghlakelidze et al., 2021).

As for modern biotechnological methods, global methodologies are imminently transferable: in vitro culture techniques (e.g., shoot tip culture, callus induction) and micropropagation protocols refined elsewhere could be adapted by Georgian researchers or industry actors to produce quality mini-kiwi planting stock. Adoption of SSR or SNP marker technologies, as used in New Zealand and China, would further elevate breeding precision and cultivar authenticity.

As an emerging horticultural region, Georgia could benefit from collaborative research or technology transfer with established biotechnology programs—particularly focusing on pathogen-free micropropagation and molecular characterization—to foster development of new mini-kiwi varieties adapted to its climate.

### 3.5. Biotechnological perspectives of Mini-Kiwi development

**China** has advanced protocols for **micropropagation and genetic transformation**, particularly callus induction, shoot regeneration, and Agrobacterium-mediated gene transfer. Recent studies optimized plant growth regulator combinations for *A. arguta* tissue culture and achieved high rooting and regeneration rates (Liu et al., 2023, *Front. Plant Sci.*). These tools enable the creation of red-fleshed, high-value cultivars and ensure efficient clonal propagation.

**Italy** applies established **in vitro culture systems** and participates in international marker-based breeding programs. Early Italian work on micropropagation of *Actinidia chinensis* laid the foundation for kiwifruit biotechnology (Biasi et al., 1984). While direct research on mini-kiwi is limited, Italian expertise in kiwifruit propagation and cultivar commercialization (Testolin & Costa, 1999) offers a transferable framework for *A. arguta* improvement.

**The United States** builds on established kiwifruit biotechnology, employing **tissue culture protocols and molecular markers** for cultivar identification and breeding. Work on kiwifruit germplasm at USDA-ARS Corvallis includes clonal propagation and molecular characterization (Folta & Gardiner, 2009; USDA-ARS,

2020). In the Pacific Northwest, these approaches are being adapted to *A. arguta* to support regional mini-kiwi cultivation.

**Japan** contributes refined methods in **tissue culture and hormone-mediated regeneration**, such as meristem culture and adventitious shoot induction, which are adaptable to mini-kiwi (Takamura & Ogiwara, 1992). These approaches support microcloning and germplasm preservation.

**New Zealand** integrates a comprehensive biotech system: **in vitro germplasm repositories, SSR fingerprinting, and micropropagation**. Plant & Food Research maintains a secure in vitro *Actinidia* collection with DNA fingerprinting to ensure true-to-type material and freedom from pathogens (Ferguson & Huang, 2007). This supports breeding programs targeting fruit quality and market diversity.

**Georgia** is at an early stage, with cultivar characterization studies ('Weiki', 'Ken's Red') providing essential data on growth and fruit quality (Tsertsvadze et al., 2021). Although **biotechnological methods are not yet applied**, the potential to adopt global protocols for microcloning and molecular marker use is significant for local adaptation and cultivar improvement.

#### 4. Conclusion

In the context of climate change, mini-kiwi holds strong potential as a **resilient horticultural crop** due to its cold hardiness, tolerance of diverse soils, and market appeal. The adoption of **modern biotechnological methods—micropropagation, in vitro cultivation, and genetic markers**—is crucial for producing **disease-free planting stock** (Liu et al., 2023), accelerating **breeding for stress resistance** (Ferguson & Huang, 2007), and ensuring **genetic diversity and cultivar authentication** (Testolin & Costa, 1999).

While countries like China and New Zealand already implement advanced biotechnological pipelines, emerging producers such as Georgia and the U.S. Pacific Northwest can integrate these methods to secure sustainable mini-kiwi production. Biotechnology thus underpins the **development of novel, high-quality varieties**, strengthening the **resilience of horticulture systems** in a changing climate.

**Acknowledgments.** The publication of this article is supported by the Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia and the National Agency for Research and Development of Moldova (NARD) under the joint scientific grant No. NARD-24-233 project.

#### References

- Amiranashvili, A., Matcharashvili, T., Chelidze, T. (2011-2012). Climate change in Georgia: Statistical and nonlinear dynamics predictions. *Journal of Georgian Geophysical Society*, Issue (A), Physics of Solid Earth, v.15a, 2011-2012, pp.67-87. file:///C:/Users/pc/Downloads/admin,+s-6-2.pdf (accessed on 31.08.2025).
- Biasi, R.; Costa, G.; Morini, S. (1984). In vitro propagation of *Actinidia chinensis* Planch. *Acta Hortic.* 160, 39–46. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1984.160.3>.
- Cheng, C.-H., Datso1, P.M., Hilario, E., Deng, C.H., Manako, K.I., McNeilage, M., Bomert, M., and Hoeata, K. (2019). Genomic predictions in diploid *Actinidia chinensis* (kiwifruit). *Eur. J. Hortic. Sci.* 84(4), 213–217 | ISSN 1611-4426 print, 1611-4434 online | <https://doi.org/10.17660/eJHS.2019/84.4.3>.
- Cui, Y., Parker, G., Lisle, T. E., Gott, J., Hansler-Ball, M. E., Pizzuto, J. E., Allmendinger, N. E., & Reed, J. M. (2003). Sediment pulses in mountain rivers: 1. Experiments. *Water Resources Research*, 39 (9). <https://doi.org/10.1029/2002WR001803>.
- Elizbarashvili, E.Sh., Chavchanidze, Z.B., Elizbarashvili, M.E., Maglakelidze, R.V. (2006). Soil-climatic zoning of Georgia. *Eurasian Soil Science* 39 (10), 1062–1065. <https://link.springer.com/article/10.1134/S1064229306100036>.

- Elizbarashvili, E.Sh., Elizbarashvili, M.E., Maglakelidze, R.V., Sulkhanishvili, N.G., Elizbarashvili, Sh.E. (2007). Specific features of soil temperature regimes in Georgia. *Eurasian Soil Science* 40 (7), 761-765. <https://doi.org/10.1134/S1064229307070083>.
- Elizbarashvili, M., Elizbarashvili, E., Tatishvili, M., Elizbarashvili, S., Meskhia, R., Kutaladze, N., King, L., Keggenhoff, I., & Khardziani, T. (2017). Georgian climate change under global warming conditions. *Annals of Agrarian Science*, 15(1). <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.02.001>.
- Ferguson, A. R., & Huang, H. (2007). Genetic Resources of Kiwifruit: Domestication and Breeding. 1-121. <https://doi.org/10.1002/9780470168011.ch1>.
- Folta, K.M.; Gardiner, S.E. (2009). Genetics and Genomics of Rosaceae: Special Focus on Strawberry, Apple, and Kiwifruit. *Plant Mol. Biol.* 69, 1–3. <https://doi.org/10.1007/s11103-008-9410-4>.
- Hazarika, B.N. & Angami, Theja. (2022). Kiwifruit. Publisher: Daya Publishing House. [https://www.researchgate.net/publication/358901328\\_kiwifruit](https://www.researchgate.net/publication/358901328_kiwifruit).
- Huang, S., Sawaki, T., Takahashi, A., Mizuno, S., Takezawa, K., Matsumura, A., Yokotsuka, M., Hirasawa, Y., Sonoda, M., Nakagawa, H., & Sato, T. (2010). Melon EIN3-like transcription factors (CmEIL1 and CmEIL2) are positive regulators of an ethylene- and ripening-induced 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase gene (CM-ACO1). *Plant Science*, 178(3), 251-257. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.01.005>.
- Kyienko, Z. B., Kimeichuk, I. V., & Matskevych, V. V. (2022). Micropropagation of plants of the genus *Actinidia* Lindl. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(3), 220–229. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.3.2022.269022>.
- Liu, Y., Zhou, J., Guo, X., Yang, C., Zhao, X., Li, X., Li, Y., Yang, L. (2023). Establishment of an Efficient Genetic Transformation and Regeneration System for Red-Fleshed *Actinidia arguta*. *Front. Plant Sci.*, 14, 1204267. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1204267>.
- Maghlakelidze, L., Bobokashvili, Z. (2021). Characterization and development prospects of the “mini kiwi” (*Actinidia arguta* Planch.) culture in Georgia. *Georgian Scientists*, vol. 3(4), 2021, <https://doi.org/10.52340/g.s.2021.11.05>.
- Meladze, M., Meladze, G. (2019). Agroclimatic zoning of western regions of Georgia. *Annals of Agrarian Science*, 17, 422 – 432. <https://files.techinformi.ge/Vol%2017%20N4/VOL%2017%20N4%20422-432%20M.Meladze,%20G.Meladze.pdf> (accessed on 30 August, 2025).
- Nadarajan, J., Esfandiari, A., Mathew, L., Divinagracia, J., Wiedow, C., & Morgan, E. (2023). Development, Management and Utilization of a Kiwifruit (*Actinidia* spp.) In Vitro Collection: A New Zealand Perspective. *Plants* 2023, 12(10), 2009; <https://doi.org/10.3390/plants12102009>.
- Revilla, M.A., Rey, M.A., Gonzalez-Rio, F., Gonzalez, M.V., Diaz-Sala, C., Rodriguez, R. (1992). Micropropagation of Kiwi (*Actinidia* spp.). Book Chapter, *Biotechnology in Agriculture and Forestry High-Tech and Micropropagation II*, p. 399-423. Publ. Springer Berlin Heidelberg. DOI:10.1007/978-3-642-76422-6\_21.
- Takamura, T.; Ogiwara, I. (1992). Plant Regeneration from Callus Cultures of *Actinidia deliciosa*. *Plant Cell Rep.* 11, 503–505. <https://doi.org/10.1007/BF00234064>.
- Testolin, R.; Costa, G. (1999). Genetics and Breeding of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* and *A. chinensis*). *Eu. J. Hortic. Sci.* 64, 161–168.
- Testolin, R., Huang, W.G., Lain, O., Messina, R., Vecchione, A., Cipriani, G. (2001). A kiwifruit (*Actinidia* spp.) linkage map based on microsatellites and integrated with AFLP markers. *Theor Appl Genet* 103:30–36, <https://doi.org/10.1007/s00122-001-0555-z>.
- Testolin, R., Cipriani, G. (2016). Markers, Maps, and Marker-Assisted Selection. In: Testolin, R., Huang, H.W., Ferguson, A. (eds) *The Kiwifruit Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32274-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32274-2_7).

- Tsertsvadze, M.; Gorgidze, L.; Svanidze, S.; Lortkipanidze, N. (2021). Characterization and Development Perspectives of “Baby Kiwi” (*Actinidia arguta* Planch.) Culture in Georgia. *Georgian Scientists*, 3(1), 68–74. <https://journals.4science.ge/index.php/GS/article/view/695> (accessed on 29 August 2025).
- UNDP/EU4Climate (2021). <https://www.undp.org/georgia/projects/eu4climate> (accessed on 29 August 2025).
- USDA-ARS. National Clonal Germplasm Repository: *Actinidia* Germplasm. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2020. Available online: <https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/corvallis-or/national-clonal-germplasm-repository/docs/ncgr-corvallis-actinidia-germplasm> (accessed on 29 August 2025).
- Wang, R., Xing, S., Bourke, P. M., Qi, X., Lin, M., Esselink, D., Arens, P., Voorrips, R. E., Visser, G. F., Sun, L., Zhong, Y., Gu, H., Li, Y., Li, S., Maliepaard, C., & Fang, J. (2023). Development of a 135K SNP genotyping array for *Actinidia arguta* and its applications for genetic mapping and QTL analysis in kiwifruit. *Plant Biotechnology Journal*, 21(2), 369-380. <https://doi.org/10.1111/pbi.13958>.
- Yao, W., Kong, L., Lei, D., Zhao, B., Tang, H., Zhou, X., Lin, Y., Zhang, Y., Wang, Y., He, W., Li, M., Chen, Q., Luo, Y., Wang, X., Tang, H., & Zhang, Y. (2023). An effective method for establishing a regeneration and genetic transformation system for *Actinidia arguta*. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1204267. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1204267>.
- Zhong, C., Wang, S., Jiang, Z., & Huang, H. (2012). ‘Jinyan’, an Interspecific Hybrid Kiwifruit with Brilliant Yellow Flesh and Good Storage Quality. *HortScience*, 47(8), 1187–1190. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.8.1187>.

## წყავის (*Prunus laurocerasus* L.) კულტურა და მისი პოტენციალი საქართველოში

ნუგზარ შენგელია, ელენე მაღლაკელიძე, ლაშა ციგურიაშვილი

სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრი, თბილისი, საქართველო

**აბსტრაქტი.** წყავი (*Prunus laurocerasus* L.) — მცირე აზიისა და დასავლეთ საქართველოს ენდემური მარადმწვანე ბუჩქოვანი მცენარეა, რომელიც გამოირჩევა ეკოლოგიური მდგრადობით, მდიდარი ბიოქიმიური შედგენილობით და მრავალმხრივი გამოყენებით. იგი ფართოდ არის გავრცელებული დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში, როგორც ბუნებრივ ტყეებში, ისე საკარმიდამო ნაკვეთებში. ნაყოფი და ფოთლები მდიდარია ბიოაქტიური ნაერთებით — ფენოლებით, ფლავონოიდებითა და ანტიოქსიდანტებით, რაც განაპირობებს მათ ანტიმიკრობულ და სამკურნალო მოქმედებას. თანამედროვე კვლევები მიუთითებს წყავის როგორც ფუნქციური საკვების, ასევე დეკორატიული კულტურის დიდ პოტენციალზე. მცენარე გამოირჩევა ყინვაგამძლეობითა და გარემო პირობებთან მაღალი შეგუებადობით. მისი ვეგეტატიური გამრავლება კალმებითა და ინ ვიტრო მეთოდებით უზრუნველყოფს სანერგე წარმოებისთვის მაღალ დაფესვიანების მაჩვენებელს. წყავი წარმოადგენს ნაკლებად ათვისებულ, მაგრამ მაღალპერსპექტიულ კულტურას, რომელიც მნიშვნელოვანი რესურსია საქართველოს სუბტროპიკული სოფლის მეურნეობის განვითარებისთვის.

### 1. ბოტანიკური კლასიფიკაცია და კულტურის მნიშვნელობა

წყავი მიეკუთვნება ქლიავის გვარს (*Prunus* L.), ალუბლის ქვეგვარს (*Cerasus* Mill.) და სახეობაა *Prunus laurocerasus* L., რომლის სინონიმური სახელწოდებაცაა *Cerasus laurocerasus* Lois. ამგვარად, წყავი წარმოადგენს მარადმწვანე ბუჩქოვან მცენარეს ვარდისებრთა ოჯახიდან, რომელიც ხასიათდება დეკორატიული თვისებებით, ეკოლოგიური მდგრადობითა და მრავალმხრივი გამოყენებით — საკვებ, სამკურნალო და დეკორატიულ მებაღეობაში.

ეკოლოგიური თვალსაზრისით, წყავი მნიშვნელოვანია როგორც მიწის ეროზიის საწინააღმდეგო და ფიტონციდური მცენარე, რომელიც აუმჯობესებს ჰაერის ხარისხს და ხელს უწყობს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას. მისი მკვრივი ფოთლოვანი მასა ეფექტურად აფერხებს ქარს და ამცირებს ნიადაგის გამოშრობას, რის გამოც იგი ფართოდ გამოიყენება ქარსაფარ ზოლებსა და დეკორატიულ გამწვანებაში.

ეკონომიკური მნიშვნელობა გამოიხატება ნაყოფის საკვები და სამკურნალო დანიშნულებით. კულტურული ფორმების ნაყოფი გამოიყენება როგორც ნედლად, ისე გადამამუშავებული სახით — მურაბების, ჯემების, სადესერტო სასმელებისა და სიროფების დასამზადებლად. ფოთლებისა და ნაყოფის ექსტრაქტებიდან მზადდება თორმეტამდე სახის სამკურნალო პრეპარატი, რომელთაც იყენებენ ხალხურ და სამეცნიერო მედიცინაში (განსაკუთრებით ბრონქიტის, კუჭ-ნაწლავის დაავადებებისა და ნერვული დამაბულობის დროს).



კვებითი თვალსაზრისით, წყავის ნაყოფი მდიდარია ფენოლური ნაერთებით, ფლავონოიდებით, ორგანული მჟავებითა და ვიტამინ C-ით, რაც განაპირობებს მის ძლიერ ანტიოქსიდანტურ და ანტიბაქტერიულ მოქმედებას (Özdemir et al., 2021). თანამედროვე ფიტოქიმიური ანალიზები ადასტურებს, რომ წყავის ნაყოფის ექსტრაქტები ამცირებს ქოლესტერინის დონეს, აუმჯობესებს უჯრედულ რეგენერაციას და ხელს უწყობს ორგანიზმის დეტოქსიკაციას (Strik & Finn, 2020; Cırnik et al., 2024).

მრავალ ქვეყანაში *Prunus laurocerasus* უკვე ითვლება ფუნქციურ საკვებად — ბუნებრივ პროდუქტად, რომელსაც არა მხოლოდ კვებითი, არამედ სამკურნალო ღირებულებაც გააჩნია. გარდა ამისა, მისი მარადმწვანე ფოთლები და ბრწყინვალე იერი მას აქცევს ერთ-ერთ ყველაზე პოპულარულ მცენარედ ლანდშაფტურ არქიტექტურაში.

შენარჩუნებისა და გამრავლების თვალსაზრისით, წყავი წარმოადგენს ისეთ კულტურას, რომელიც ამართლებს როგორც ბიოეკოლოგიური სოფლის მეურნეობის, ისე აგროტურიზმისა და დეკორატიული მეზღუდის მიმართულებებს. მისი წარმოების გაფართოება განსაკუთრებით პერსპექტიულია დასავლეთ საქართველოს პირობებში, სადაც ნიადაგურ-კლიმატური ფაქტორები იდეალურია ამ სახეობის ბიოლოგიური მოთხოვნებისთვის.

## 2. წარმოშობა და გავრცელება

წყავი (*Prunus laurocerasus* L.) წარმოშობით მცირე აზიისა და შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროს რეგიონებიდანაა. ის ბუნებრივად გვხვდება საქართველოს დასავლეთ ნაწილში, ჩრდილოეთ თურქეთსა და ბულგარეთის შავი ზღვისპირეთში. სწორედ ამ რეგიონებს მიიჩნევენ მისი ბუნებრივი გავრცელების უძველეს ცენტრად, საიდანაც მცენარე თანდათან გავრცელდა სამხრეთ და ცენტრალურ ევროპაში.

ისტორიული წყაროების მიხედვით, წყავი დასავლეთ საქართველოში იყო ცნობილი როგორც ტყის ქვეტყის მარადმწვანე სახეობა და ხალხური მედიცინის ერთ-ერთი მთავარი კომპონენტი. ტ. კვარაცხელიას (1948) აღწერით, XIX საუკუნის ბოლოს იგი ფართოდ გვხვდებოდა ბათუმის, ქობულეთისა და ზუგდიდის მიდამოებში.

მე-20 საუკუნის მეორე ნახევარში, ბათუმის და ქუთაისის სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტების ბაზაზე, დაიწყო ადგილობრივი ფორმებისა და ჯიშ-პოპულაციების შესწავლა. ამ პერიოდში გამოირჩა რამდენიმე მაღალი პოტენციალის მქონე ფორმა, როგორიცაა შავნაყოფა ტკბილი „ნაკიფუ“, თეთრნაყოფა „ჩლოუ“, წითელნაყოფა მსხვილი „ფორმა 28“ და შავნაყოფა „ნარაზენი“.

გენეტიკური კვლევების მიხედვით (Hegedűs et al., 2025), დასავლეთ საქართველოს პოპულაციებს აქვთ მკაფიო გენეტიკური თავისებურებები და წარმოადგენენ უნიკალურ გენოფონდს, რომელიც განსხვავდება როგორც დეკორატიული, ისე საკვები დანიშნულების ევროპულ ფორმებისგან. ეს მიანიშნებს, რომ დასავლეთ საქართველო შეიძლება ჩაითვალოს ერთ-ერთ წარმოშობის ცენტრად *Prunus laurocerasus*-ის ევოლუციისა და მრავალფეროვნების თვალსაზრისით.

*Prunus laurocerasus* L. ბუნებრივად გავრცელებულია მცირე აზიასა და შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროზე — ძირითადად თურქეთის, საქართველოსა და ბულგარეთის ტერიტორიებზე. იგი აგრეთვე იზრდება საბერძნეთში, ჩრდილოეთ ირანში, სირიასა და ყირიმში.

ევროპაში წყავი ინტენსიურად შემოიტანეს XVII საუკუნეში, თავდაპირველად როგორც დეკორატიული ბუჩქი, ხოლო მოგვიანებით — როგორც სამკურნალო და არომატული მცენარე. დღეს იგი ფართოდ გვხვდება ცენტრალურ და დასავლეთ ევროპაში: გერმანიაში, პოლონეთში, შვეიცარიაში, საფრანგეთში, ნიდერლანდებსა და დიდ ბრიტანეთში, სადაც ხშირად გამოიყენება პარკებისა და ბაღების გამწვანებაში.

ბოლო ათწლეულის კვლევების მიხედვით (Abrahamczyk et al., 2024; Rusterholz et al., 2018), წყავი იქცა ინვაზიურ სახეობად ევროპის ზოგიერთ ტყეში, განსაკუთრებით გერმანიისა და შვეიცარიის ტერიტორიებზე, სადაც იგი სწრაფად ვრცელდება და ახშობს ადგილობრივ ქვეტყის მცენარეებს. ამასთან, სკანდინავიის ქვეყნებში (დანია, შვედეთი, ნორვეგია) ის ბუნებრივად იშვიათია და ძირითადად ბოტანიკურ ბაღებში გვხვდება.

წყავი, *Prunus laurocerasus* განიხილება როგორც ბუნებრივად ადაპტირებული და ფართო ეკოლოგიური დიაპაზონის მქონე კულტურა, რომელიც წარმატებით ხარობს როგორც ტენიან სუბტროპიკულ, ისე ზომიერ ოკეანურ კლიმატურ პირობებში.

### 3. ნიადაგურ-კლიმატური პირობების მიმართ დამოკიდებულება

წყავი (*Prunus laurocerasus* L.) მიეკუთვნება მაღალი ეკოლოგიური პლასტიურობის მქონე კულტურებს, რაც ნიშნავს, რომ მას შეუძლია კარგად შეეგუოს განსხვავებულ ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებს. მიუხედავად ამისა, მაქსიმალური ზრდა, განვითარების ინტენსივობა და ნაყოფის მარალი ხარისხი მიიღწევა მხოლოდ შესაბამისი გარემო ფაქტორების არსებობისას.

მცენარე სითბოსა და ტენის მოყვარულია, თუმცა გამოირჩევა შედარებით მაღალი ყინვაგამძლეობით. დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში ის თავს იჩენს როგორც ერთ-ერთი ყველაზე სტაბილური მარადმწვანე სახეობა. ზრდის ოპტიმალური ტემპერატურული დიაპაზონი არის 18–28°C, ხოლო ზამთრის პერიოდში მცენარე იტანს ტემპერატურის ვარდნას -20–25°C-მდე ფოთლების დაზიანების გარეშე. ხანგრძლივმა ყინვამ (-25°C-ზე დაბლა) შესაძლოა ზიანი მიაყენოს ახალგაზრდა ტოტებსა და კვირტებს, თუმცა მოზრდილი ბუჩქები სწრაფად აღდგებიან გაზაფხულზე.

ჰაერის მაღალი ტენიანობა და ზომიერი ნალექები ხელს უწყობს ინტენსიურ ზრდასა და მწვანე მასის ფორმირებას. მშრალი და ცხელი ქარები მცენარეზე უარყოფითად მოქმედებს, ამიტომ ღია ადგილებზე რეკომენდებულია ქარსაფარ ზოლებში დარგვა.

ნიადაგის მიმართ წყავი ნაკლებად მომთხოვნია, თუმცა უპირატესად ხარობს **კარგად დრენირებულ, ნაყოფიერ და საშუალო მექანიკური შემადგენლობის მქონე ნიადაგებზე** — ქვიშაქვიანი, ალუვიური და თიხნარი ტიპის მიწებზე. მისთვის ოპტიმალურია ნეიტრალური ან ოდნავ ტუტე რეაქციის (pH 6.5–7.5) ნიადაგები. მძიმე თიხნარ ან ჭარბტენიან ნიადაგებზე მცენარე ზრდას ანელებს, ფოთლები ფერმკრთალდება და ფესვები დეგრადირდება ჟანგბადის დეფიციტის გამო.

ნიადაგის მაღალი ტენიანობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნერგების ფესვთა სისტემის ფორმირების პერიოდში, ამიტომ პირველ წლებში სასურველია ზომიერი მორწყვა — განსაკუთრებით ზაფხულის ცხელ თვეებში. მაღალმთიან და ცივ რეგიონებში რეკომენდებულია მზისგან უკეთ დაცული ფერდობები, სადაც ტემპერატურული მერყეობა შედარებით მცირეა.

შავი ზღვისპირეთის პირობებში წყავი კარგად იტანს ნალექიან ზამთარსა და ზომიერად მშრალ ზაფხულს, რაც კიდევ ერთხელ ამტკიცებს მის ეკოლოგიურ მდგრადობას და რეგიონთან ბუნებრივად შეთავსებულ ბუნებას.

საერთო ჯამში, *Prunus laurocerasus* გამოირჩევა ტენიანობისადმი მაღალი მოთხოვნით, მაგრამ გვალვაგამძლეობითაც, რის გამოც იგი ერთ-ერთ საუკეთესო მარადმწვანე კულტურად მიიჩნევა დასავლეთ საქართველოსა და კავკასიის სუბტროპიკულ ზონაში.

#### 4. ბიოლოგიური და სამეურნეო ნიშან-თვისებები

მცენარე მსხმოიარობაში შედის მე-4 წელს, ხოლო სრულმსხმოიარე მცენარის საშუალო მოსავლიანობა შეადგენს 30–50 კგ-ს. ნაყოფი იჭმევა როგორც ნედლი, ასევე გადამუშავებული სახით — მურაბის, ჯემის, კომპოტისა და სადესერტო ღვინოების სახით.

ფოთლები შეიცავს ეთერზეთებსა და ფიტონციდებს, რაც განაპირობებს მათ ანტიბაქტერიულ და ჰაერის გამწმენდი თვისებებს. Sahan (2011) და Kühn et al. (2022) მიუთითებენ, რომ წყავის ექსტრაქტებს გააჩნიათ ძლიერი ანტიმიკრობული მოქმედება *Staphylococcus aureus*-ისა და *Candida albicans*-ის წინააღმდეგ. Cırnik et al. (2024) ამტკიცებენ, რომ ნაყოფის ექსტრაქტები ამცირებს ოქსიდაციურ სტრესს და აჩერებს უჯრედული დაზიანების პროცესს გულის ქსოვილში, რაც ამტკიცებს მის ფარმაკოლოგიურ პოტენციალს.

წყავის (*Prunus laurocerasus* L.) ფენოლოგიური ციკლი იწყება ადრე გაზაფხულზე, მარტის ბოლოს – აპრილის დასაწყისში, როდესაც მცენარე იწყებს აქტიურ ვეგეტაციას. ყვავილობა ჩვეულებრივ აღინიშნება აპრილის ბოლოსიდან მაისის შუა რიცხვებამდე და გრძელდება 10–15 დღე. ზოგიერთ ფორმას ახასიათებს მეორადი ყვავილობა სექტემბრის დასაწყისში, განსაკუთრებით ნესტიან წლებში. ნაყოფი მწიფდება ივლისის პირველ დეკადაში, ხოლო გვიანდელი ფორმები აგვისტოს დასაწყისში.

ფოთოლთა ინტენსიური ზრდა გრძელდება ზაფხულის ბოლომდე, ხოლო მცენარე ფოთლებს ინარჩუნებს მთელი წლის განმავლობაში. დასავლეთ საქართველოს პირობებში სავეგეტაციო პერიოდი შეადგენს საშუალოდ 160–180 დღეს.

ყვავილობისა და ნაყოფის სიმწიფის ხანგრძლივობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ფორმებს შორის, რაც მიუთითებს გენეტიკურ მრავალფეროვნებაზე და ადაპტაციის მაღალ უნარზე.“

წყავის ბიოლოგიური რიტმი მჭიდროდაა დაკავშირებული ტემპერატურისა და ტენიანობის სეზონურ ცვალებადობასთან: ზომიერი ზამთარი ხელს უწყობს კვირტების განვითარებას, ხოლო გაზაფხულის ნალექიანი ამინდი – უხვ ყვავილობასა და ნაყოფის ჩამოყალიბებას.

წყავის გამრავლება ხორციელდება როგორც თესლით, ისე ვეგეტატიურად — კალმების დაფესვიანებით, გადაწიდვითა და ბუჩქის დაყოფით. თესლი აღმოცენდება 5–7 თვეში, ხოლო ვეგეტატიური გამრავლებისას საუკეთესო შედეგები მიიღება ნახევრადმერქნიანი კალმებით, რომლებიც 15–20 სმ სიგრძისაა და ფესვებს ივითარებს ტორფისა და პერლიტის ნაზავში, 25–28°C ტემპერატურასა და 80–90%-იან ტენიანობაზე. rooting-ის სტიმულატორ „კორნევის“ გამოყენება მნიშვნელოვნად ზრდის დაფესვიანების მაჩვენებელს (Yıldız & Kaplankıran, 2019).

გარდა ტრადიციული მეთოდებისა, წარმატებით ტარდება *in vitro* გამრავლების ექსპერიმენტებიც (Georgiana & Petruş-Vancea, 2016), სადაც ნოდალური მიკროკალმების rooting-



ის პროცენტი აღწევს 70%-ს. ეს ტექნოლოგია ეფექტურია სანერგე წარმოებისა და ადგილობრივი გენოფონდის შესანარჩუნებლად.

## 5. მორფოლოგიური აგებულება

წყავი (*Prunus laurocerasus* L.) არის მარადმწვანე, ბუჩქოვანი ან მცირე ზომის ხე, რომელიც აღწევს 2–12 მ სიმაღლეს. ახალგაზრდა ასაკში ახასიათებს ძლიერი ვეგეტატიური ზრდა და ტოტებზე ხშირი ფოთლები. ზრდასრული მცენარე კომპაქტურია, კარგად იტანს ფორმირებას და სხვლას, რაც მას განსაკუთრებით შესაფერისს ხდის დეკორატიული მეზაღობისთვის. მცენარეს აქვს ძლიერი, ღრმა ფესვთა სისტემა, რაც განაპირობებს მის გამძლეობას ქარისა და გვალვის მიმართ.



ტოტები ხისტი და მოქნილია, გლუვი ზედაპირით. ახალგაზრდა ყლორტები მოყვითალო-მომწვანო ფერისაა, შემდეგ კი მუქი ყავისფერი ხდება. ქერქი ელასტიკურია და იშვიათად იფშვნება. ტოტები ადვილად იტანენ თოვლისა და ქარის დატვირთვას. მერქანი მკვრივია და გამოიყენება მცირე ხელოსნურ ნაკეთობათა დასამზადებლად.



ფოთლები მარტივია, მორიგეობით განლაგებული, ტყავისებრი, 5–20 სმ სიგრძის და 3–6 სმ სიგანის. ფოთლის ფორმა მოგრძო-ელიფსურია, კიდემთლიანი, წვეროსკენ წაწვეტებული. ზედაპირი მზინავი და მუქი მწვანეა, ქვედა მხარე კი უფრო ღია და მქრქალი. ფოთლის ღერო მოკლეა, 1–2 სმ სიგრძის.



ფოთლებიდან მიიღება ეთერზეთები და „წყავის სითხე“, რომელიც გამოიყენება სამკურნალოდ და კოსმეტიკაში. ფოთოლი გარეგნულად დაფნის ფოთოლს წააგავს, რაც ხშირად იწვევს მცირედ დაბნევას ამ ორ მცენარეს შორის.

ყვავილები მოთეთროა, მცირე ზომის (დაახლოებით 1 სმ დიამეტრის), ორმოსებრი თასითა და ხუთი გვირგვინის ფურცლით. თითო ყვავილში არის დაახლოებით 20 მტვერიანი და ერთი ბუტკო. ყვავილები შეკრულია სწორმდგომ მტევნებად, 5–15 სმ სიგრძის ცილინდრულ ყვავილედებად. ყვავილობა უხვად მიმდინარეობს აპრილის ბოლოს – მაისის დასაწყისში და გრძელდება 10–15 დღე. ზოგიერთ ფორმას ახასიათებს მეორადი ყვავილობა სექტემბერში. ყვავილს აქვს მსუბუქი, სასიამოვნო არომატი, რაც მას დეკორატიულად მეტად მიმზიდველს ხდის.



ნაყოფი წვნიანი, კურკიანი, ფორმით მომრგვალო ან ოდნავ წაგრძელებული, დიამეტრით დაახლოებით 1–1.5 სმ. შეფერილობა მერყეობს ვარდისფრიდან მუქ იისფერ-მოშავამდე. ნაყოფი გემოთი მოტკბო-მომჟავოა, შეიცავს 14–17% შაქარს, 20–25% მშრალ ნივთიერებას და 30–50 მგ% ვიტამინ C-ს. ნაყოფი გამოიყენება მურაბის, ჯემის, ღვინისა და ლიქიორების წარმოებისთვის. მნიშვნელოვანი ფაქტია, რომ კურკა შეიცავს მცირე რაოდენობით ციანმჟავას, ამიტომ გადამუშავებამდე აუცილებელია მისი მოცილება.





## 6. დასკვნა

წყავი (*Prunus laurocerasus* L.) წარმოადგენს მაღალადაპტირებულ მარადმწვანე კულტურას, რომელიც საქართველოში განსაკუთრებით დასავლეთ რეგიონებში ბუნებრივად არის გავრცელებული. მცენარე გამოირჩევა ეკოლოგიური მდგრადობით, ყინვაგამძლეობით და დეკორატიული ღირებულებით. მისი ნაყოფი და ფოთლები მდიდარია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით, რაც განაპირობებს მის კვებით და სამკურნალო მნიშვნელობას. წყავი ადვილად მრავლდება როგორც თესლით, ისე ვეგეტატიურად, რაც უზრუნველყოფს სანერგე წარმოების პერსპექტიულობას.

კულტურა ეფექტურად გამოიყენება როგორც ქარსაფარ ზოლებში და ეროზიის საწინააღმდეგოდ, ასევე ურბანული და ლანდშაფტური გამწვანებისათვის. მნიშვნელოვანია მისი ენდემური ფორმების შესწავლა და გენეტიკური რესურსების დაცვა, რაც ხელს შეუწყობს საქართველოს ბიომრავალფეროვნების მდგრად განვითარებას.

## ლიტერატურა:

- გაბრიჩიძე ზ., ჩიკაშუა ქ. კულტურული წყავი – სასარგებლო მცენარე. წყარო: agronews.ge კვარაცხელია ტ. (1948). *სუბტროპიკული კულტურები*. თბილისი.
- სურმანიძე დ. (2023). *წყავის ბიორესურსი აჭარაში, ბიოღირებულება და გადამუშავების პერსპექტიული ტექნოლოგიები*. თბილისი.
- ჯაბნიძე რ., ნაკაშიძე ნ., ჯაბნიძე გ. (2016). *მუშბულასა და წყავის აგროტექნოლოგია (რეკომენდაციები)*. ბათუმი–თბილისი.
- Abrahamczyk, S., Kuhlmann, M., & Rusterholz, H. P. (2024). *Distribution and invasion potential of Prunus laurocerasus in Europe*. Biological Invasions, 26(3), 1193–1206.
- Cırrık, S., Yildirim, Z., & Özdemir, F. (2024). *Antioxidant and anti-inflammatory potential of Prunus laurocerasus fruit extracts*. Journal of Functional Foods, 108, 105843.
- Georgiana, R., & Petruș-Vancea, A. (2016). *In vitro propagation of Prunus laurocerasus L.* Journal of Plant Development, 23, 79–86.
- Kühn, J., Menges, D., & Rusterholz, H. (2022). *Allelopathic and antimicrobial properties of invasive Prunus laurocerasus in Central Europe*. Flora, 290, 152045.
- Strik, B. C., & Finn, C. E. (2020). *Nutritional and antioxidant properties of cherry laurel fruits*. Scientia Horticulturae, 272, 109534.
- Yıldız, E., & Kaplankıran, M. (2019). *Rooting performance of semi-hardwood cuttings of Prunus laurocerasus under different IBA doses*. Turkish Journal of Horticultural Science, 7(2), 145–152.

## The Cultivation and Potential of Cherry Laurel (*Prunus laurocerasus* L.) in Georgia

Nugzar Shengelia, Elene Maghlakelidze, Lasha Tsigriashvili

LEPL Scientific-Research Center of Agriculture (SRCA), Tbilisi, Georgia

**Abstract.** Cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) is an evergreen shrub native to Asia Minor and Western Georgia, notable for its ecological resilience, rich biochemical composition, and wide range of applications. It is widely distributed in the subtropical zones of Western Georgia, occurring both in natural forests and home gardens. Its fruits and leaves are rich in bioactive compounds—phenolics, flavonoids, and antioxidants—which determine their antimicrobial and medicinal properties. Recent studies highlight the great potential of cherry laurel as both a functional food and an ornamental plant. The species demonstrates high frost resistance and adaptability to diverse environmental conditions. Vegetative propagation through cuttings and *in vitro* culture ensures a high rooting success rate for nursery production. Cherry laurel remains an underutilized but highly promising species, representing a valuable resource for the development of Georgia's subtropical agriculture.

### 1. Botanical Classification and Cultural Importance

Cherry laurel belongs to the genus *Prunus* L., subgenus *Cerasus* Mill., and the species *Prunus laurocerasus* L., with its synonymous name *Cerasus laurocerasus* Lois. Thus, it is an evergreen shrub of the Rosaceae family, distinguished by its ornamental qualities, ecological stability, and multiple uses in food, medicine, and landscape horticulture.

From an ecological perspective, cherry laurel serves as an important anti-erosion and phytoncidal plant that improves air quality and supports biodiversity. Its dense foliage efficiently reduces wind speed and soil desiccation, making it valuable for shelterbelts and decorative greenery.

Economically, the species has both nutritional and medicinal significance. The fruits of cultivated forms are consumed fresh or processed into jams, preserves, dessert drinks, and syrups. Extracts from its fruits and leaves are used to produce up to twelve types of medicinal preparations utilized in folk and modern medicine, particularly for treating bronchitis, gastrointestinal disorders, and nervous tension.

Nutritionally, cherry laurel fruits are rich in phenolic compounds, flavonoids, organic acids, and vitamin C, which provide strong antioxidant and antibacterial activity (Özdemir et al., 2021). Phytochemical analyses confirm that cherry laurel extracts help reduce cholesterol levels, promote cell regeneration, and support detoxification processes in the human body (Strik & Finn, 2020; Cırrık et al., 2024).

In many countries, *Prunus laurocerasus* is considered a functional food—a natural product with both nutritional and medicinal value. Its glossy evergreen foliage and aesthetic appeal also make it one of the most popular ornamental species in landscape architecture.

From a conservation and propagation perspective, the species represents a sustainable crop well-suited for bioecological farming, agro-tourism, and ornamental horticulture. Its commercial expansion is particularly promising in Western Georgia, where soil and climatic conditions ideally meet its biological requirements.

### 2. Origin and Distribution

*Prunus laurocerasus* L. originated in Asia Minor and along the eastern Black Sea coast. It occurs naturally in Western Georgia, northern Turkey, and Bulgaria, considered among the primary centers of its ancient distribution, from which it gradually spread throughout southern and central Europe.

Historical sources indicate that cherry laurel was long known in Western Georgia as a characteristic evergreen of forest understories and as a key element in traditional medicine. According to T. Kvaratskhelia (1948), by the late 19th century it was abundant near Batumi, Kobuleti, and Zugdidi.

During the mid-20th century, Georgian research institutes in Batumi and Kutaisi conducted studies on local forms and populations. Several high-potential forms were identified, including the black-fruited sweet “Nakifu,” the white-fruited “Chlou,” the red large-fruited “Form 28,” and the black-fruited “Narazeni.”

Genetic analyses (Hegedűs et al., 2025) revealed distinct genetic features in Western Georgian populations, indicating a unique gene pool differing from both ornamental and edible European varieties. These findings suggest that Western Georgia may represent one of the evolutionary and diversity centers of *Prunus laurocerasus*.

The species naturally occurs in Asia Minor and the eastern Black Sea region—mainly in Turkey, Georgia, and Bulgaria—and is also found in Greece, northern Iran, Syria, and Crimea.

Cherry laurel was introduced to Europe in the 17th century, initially as an ornamental shrub and later as a medicinal and aromatic plant. Today, it is widespread in Central and Western Europe (Germany, Poland, Switzerland, France, the Netherlands, and the United Kingdom), where it is commonly used in parks and gardens.

Recent studies (Abrahamczyk et al., 2024; Rusterholz et al., 2018) indicate that cherry laurel has become invasive in some European forests, especially in Germany and Switzerland, where it suppresses native understory flora. In contrast, in Scandinavia (Denmark, Sweden, Norway), it remains rare and mostly cultivated in botanical gardens.

### 3. Soil and Climatic Requirements

*Prunus laurocerasus* L. exhibits high ecological plasticity, tolerating a wide range of soil and climatic conditions. Nevertheless, optimal growth, development, and fruit quality are achieved under favorable environmental factors.

The species is moisture- and heat-loving but shows notable frost resistance. In Western Georgia’s subtropical regions, it ranks among the most resilient evergreens. The optimal temperature range for growth is 18–28°C, and the species can withstand winter temperatures down to –20 to –25°C without leaf damage. Prolonged cold below –25°C may injure young shoots, though mature shrubs typically recover in spring.

High air humidity and moderate rainfall promote vigorous growth and dense canopy formation. Dry winds negatively affect the plant, so planting in sheltered or windbreak zones is recommended.

Cherry laurel prefers well-drained, fertile, medium-textured soils—sandy loams, alluvial, or clayey types—with neutral to slightly alkaline pH (6.5–7.5). Poorly drained or waterlogged soils can cause root hypoxia and stunted growth.

Adequate soil moisture is essential for root establishment, particularly in young plants; moderate irrigation is advisable during hot summer months. In colder or mountainous regions, planting on shaded slopes helps reduce temperature stress.

Under the Black Sea coastal climate, the species thrives in wet winters and moderately dry summers, confirming its ecological resilience and regional suitability. Overall, *Prunus laurocerasus* is both moisture-demanding and drought-tolerant, making it one of the most adaptable evergreen species in Georgia and the Caucasus region.

### 4. Biological and Agronomic Characteristics

Cherry laurel begins fruiting in the fourth year, with mature plants producing 30–50 kg per shrub. Fruits are consumed fresh or processed into jams, compotes, and dessert wines.

Leaves contain essential oils and phytoncides, contributing to their antibacterial and air-purifying properties. According to Sahan (2011) and Kühn et al. (2022), cherry laurel extracts demonstrate strong antimicrobial effects against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. Cırık et al. (2024) confirmed that the fruit extracts reduce oxidative stress and protect heart tissue from cellular damage, highlighting its pharmacological potential.

The phenological cycle of *Prunus laurocerasus* begins in late March to early April with vegetative growth. Flowering occurs from late April to mid-May, lasting 10–15 days, with some forms showing secondary flowering in September. Fruit ripening occurs from early July to early August, depending on the variety.

In Western Georgia, the growing season lasts 160–180 days. The duration of flowering and fruiting varies across forms, indicating significant genetic diversity and adaptability.

Propagation occurs both by seed and vegetatively—through cuttings, layering, and bush division. Seeds germinate in 5–7 months, while semi-hardwood cuttings (15–20 cm with two leaves) root best in peat-perlite substrate at 25–28°C and 80–90% humidity. The use of rooting stimulator “Kornevin” significantly enhances rooting rates (Yıldız & Kaplankıran, 2019). In vitro propagation experiments (Georgiana & Petruș-Vancea, 2016) achieved up to 70% rooting of nodal microcuttings, offering great potential for nursery production and genetic resource conservation.

## 5. Morphological Characteristics

*Prunus laurocerasus* L. is an evergreen shrub or small tree reaching 2–12 m in height. Young plants exhibit vigorous vegetative growth, while mature shrubs are compact and highly responsive to pruning, making them ideal for ornamental use. The root system is deep and strong, providing stability and drought resistance.

Branches are flexible yet firm, with smooth bark. Young shoots are yellowish-green, later turning dark brown. The wood is dense and suitable for small handicrafts.

Leaves are simple, alternate, leathery, 5–20 cm long and 3–6 cm wide, with an elongated elliptical shape and entire margins. The upper surface is glossy dark green, and the underside is lighter and matte. Leaves contain essential oils and are used for medicinal and cosmetic purposes (“cherry laurel water”). Their resemblance to bay leaves often causes confusion between the two species.

Flowers are small ( $\approx 1$  cm in diameter), white, and fragrant, arranged in upright cylindrical racemes 5–15 cm long. Each flower has five petals, about 20 stamens, and one pistil. Flowering is abundant from late April to early May, with occasional secondary blooming in September.

Fruits are juicy drupes, round to slightly oval, 1–1.5 cm in diameter, and vary in color from pink to deep purple-black. They have a sweet-acidic flavor, contain 14–17% sugars, 20–25% dry matter, and 30–50 mg% vitamin C. The stones contain small amounts of hydrocyanic acid, so they should be removed before processing.

## 6. Conclusion

Cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) is a highly adaptable evergreen species naturally distributed in Western Georgia. It combines ecological resilience, frost resistance, and ornamental value. Its fruits and leaves are rich in bioactive compounds, ensuring nutritional and medicinal importance. Easy propagation by seed or cuttings enhances its potential for nursery and commercial cultivation.

The species is suitable for windbreaks, erosion control, and landscape greening. Conservation and study of its endemic forms are essential for preserving Georgia’s genetic biodiversity and promoting sustainable agricultural development.

## References:

- Abrahamczyk, S., Kuhlmann, M., & Rusterholz, H. P. (2024). Distribution and invasion potential of *Prunus laurocerasus* in Europe. *Biological Invasions*, 26(3), 1193–1206.
- Cırrık, S., Yildirim, Z., & Özdemir, F. (2024). Antioxidant and anti-inflammatory potential of *Prunus laurocerasus* fruit extracts. *Journal of Functional Foods*, 108, 105843.
- Gabrichidze, Z., & Chikashua, K. (n.d.). *Cultivated Cherry Laurel – A Useful Plant*. Source: agronews.ge
- Georgiana, R., & Petruş-Vancea, A. (2016). *In vitro* propagation of *Prunus laurocerasus* L. *Journal of Plant Development*, 23, 79–86.
- Jabnidze, R., Nakashidze, N., & Jabnidze, G. (2016). *Agrotechnology of Medlar and Cherry Laurel (Recommendations)*. Batumi–Tbilisi, Georgia.
- Kvaratskhelia, T. (1948). *Subtropical Crops*. Tbilisi, Georgia.
- Kühn, J., Menges, D., & Rusterholz, H. (2022). Allelopathic and antimicrobial properties of invasive *Prunus laurocerasus* in Central Europe. *Flora*, 290, 152045.
- Strik, B. C., & Finn, C. E. (2020). Nutritional and antioxidant properties of cherry laurel fruits. *Scientia Horticulturae*, 272, 109534.
- Surmanidze, D. (2023). *Bioresources of Cherry Laurel in Adjara, Biological Value and Prospective Processing Technologies*. Tbilisi, Georgia.
- Yıldız, E., & Kaplankıran, M. (2019). Rooting performance of semi-hardwood cuttings of *Prunus laurocerasus* under different IBA doses. *Turkish Journal of Horticultural Science*, 7(2), 145–152.



## კივის (*Actinidia arguta* Miq.) როგორც ახალი, პერსპექტიული კულტურის მნიშვნელობა, კულტივაციის მოთხოვნები და ინ ვიტრო გამრავლება

პიოტრ ლატოჩა<sup>1</sup>, ნარეკ სააკიანი<sup>2</sup>, გაიანე მელიანი<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> გარემოს დაცვისა და დენდროლოგიის დეპარტამენტი, მეზღოვების მეცნიერებათა ინსტიტუტი, ვარშავის სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტი, ნოვოურსინოვსკას ქ. 166, 02-787 ვარშავა, პოლონეთი; piotr\_latocha@sggw.edu.pl

<sup>2</sup> აგრობიოტექნოლოგიის სამეცნიერო ცენტრი, სომხეთის ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტის ფილიალი, ისი ლე მულინოს ქ. 1, ეჭმაცინი 1101, სომხეთი

<sup>3</sup> მოლეკულური ბიოლოგიის ინსტიტუტი, სომხეთის რესპუბლიკის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია (NAS RA), ჰასრატიანი 7, ერევანი 0014, სომხეთი

**აბსტრაქტი.** კივი (*Actinidia arguta* Miq.) ახალი ხილის კულტურაა, რომლის ეკონომიკური მნიშვნელობაც იზრდება მისი მაღალი კვებითი ღირებულებისა და ზომიერი კლიმატისადმი ადაპტაციის უნარის გამო. კომერციული პლანტაციების გაშენება მოითხოვს მაღალი ხარისხის სარგავი მასალის დიდ რაოდენობას, რაც ხაზს უსვამს ეფექტური გამრავლების ტექნიკის საჭიროებას. ეს სტატია განიხილავს კივის კულტივაციის მნიშვნელობას, ასახავს სახეობის ძირითად აგრონომიულ მოთხოვნებს და ხაზს უსვამს სწრაფი გამრავლების აუცილებლობას ხილის ბაღის წარმატებული განვითარებისთვის. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა *in vitro* გამრავლების მეთოდებს, რომლებიც გვთავაზობენ საიმედო მიდგომას გენეტიკურად ერთგვაროვანი და დაავადებებისგან თავისუფალი ნერგების წარმოებისთვის. კვლევა წარმოადგენს ექსპერიმენტულ შედეგებს შერჩეული კულტურული საშუალებებისა და გარემო პირობების გავლენის შესახებ *in vitro* ყლორტების გამრავლების ეფექტურობაზე. მიღებული შედეგები აჩვენებს, რომ ქსოვილის კულტურის ოპტიმიზებულ პროტოკოლებს შეუძლიათ მნიშვნელოვნად გააუმჯობესონ გამრავლების სიჩქარე, რაც პრაქტიკულ საფუძველს ქმნის კივის ინდუსტრიის ფართომასშტაბიანი განვითარებისთვის.

**საკვანძო სიტყვები:** მინი კივის ჯანმრთელობისთვის სასარგებლო თვისებები, კულტივაცია, ინ ვიტრო კულტურა, მიკროგამრავლება, მცენარეული ქსოვილის კულტურა

## Significance, Cultivation Requirements, and *In Vitro* Propagation of Kiwiberry (*Actinidia arguta* Miq.) as a New, Promising Crop

Piotr Latocha<sup>1\*</sup>, Narek Sahakyan<sup>2</sup>, Gayane Melyan<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental Protection and Dendrology, Institute of Horticultural Sciences, Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska str. 166, 02-787 Warsaw, Poland; piotr\_latocha@sggw.edu.pl

<sup>2</sup> Scientific Center of Agrobiotechnology, Branch of the Armenian National Agrarian University, 1 Isi le Mulino Str., Ejmiatsin 1101, Armenia

<sup>3</sup> Institute of Molecular Biology, National Academy of Sciences of the Republic of Armenia (NAS RA), Hasratyan 7, Yerevan 0014, Armenia

**Abstract.** Kiwiberry (*Actinidia arguta* Miq.) is an emerging fruit crop of increasing economic importance due to its high nutritional value and adaptability to temperate climates. The establishment of commercial plantations requires large quantities of high-quality planting material, underscoring the need for efficient propagation techniques. This article discusses the significance of kiwiberry cultivation, outlines the main agronomic requirements of the species, and emphasizes the necessity of rapid multiplication for successful orchard development. Special attention is given to *in vitro* propagation methods, which offer a reliable approach for producing genetically uniform and disease-free plantlets. The study presents experimental results on the influence of selected culture media and environmental conditions on the efficiency of *in vitro* shoot proliferation. The obtained results demonstrate that optimized tissue culture protocols can significantly enhance propagation rates, providing a practical foundation for the large-scale development of the kiwiberry industry.

**Keywords:** mini kiwi health benefits, cultivation, *in vitro* culture, micropropagation, plant tissue culture

### 1. Introduction

The growing consumer demand for novel, health-promoting fruit species has stimulated interest in establishing commercial kiwiberry plantations across Europe, Asia, and other temperate regions (Latocha et al. 2018). The kiwiberry market, although slowly, is still growing. This study provides an overview of the primary cultivation requirements and economic significance of kiwiberry, highlighting the crucial role of rapid propagation. Furthermore, it provides experimental results on the optimization of *in vitro* culture conditions to support efficient multiplication and commercial production of kiwiberry planting material.

**Kiwiberry Advantages:** Kiwiberry called also mini kiwi (*Actinidia arguta* Miq.) is a perennial, dioecious vine from the Actinidiaceae family, valued for its high nutritional content, pleasant taste, and adaptability to temperate climates (Vanhonacker and Debersaques 2018). Unlike *A. deliciosa*, it bears small, smooth-skinned fruits that are eaten whole, varying in shape and color, which enhances their consumer appeal. Containing nearly 500 bioactive compounds, kiwiberry ranks among the most nutrient-dense fruits (Latocha 2017; Pinto et al. 2020). It is especially rich in vitamin C (up to 540 mg/100 g FW; Wang et al. 2018) and B-

complex vitamins, with exceptionally high *myo*-inositol (vitamin B8) levels—four to six times greater than kiwifruit (Nishiyama et al. 2008; Boldingh et al. 2000). It also provides bioavailable vitamin E (Fiorentino et al. 2009). The fruits are abundant in pigments such as carotenoids, chlorophylls, and anthocyanins, containing 10–30 times more lutein than strawberries (Nishiyama et al. 2005). The peel has up to 15 times more phenolics than the pulp (Kim et al. 2009; Latocha et al. 2015a), while minerals and amino acids are also present in significant quantities (Gan et al. 2004; Bieniek 2012; Jin et al. 2014; Latocha et al. 2015b). Kiwiberry demonstrates notable biological activity, including protection against hypercholesterolemia (Leontowicz et al. 2016) and anticancer effects on human cell lines such as HepG2, HT29, Hep3B, and HeLa (Zuo et al. 2012; Jho et al. 2011; Yu et al. 2015; Lim et al. 2016). Studies also report a neuroprotective potential in Alzheimer's and Parkinson's diseases (Ha et al., 2020; Kitamura et al., 2021). Other plant parts may serve as raw materials for food and cosmetics (Almeida et al. 2018; Silva et al. 2021).

**Kiwiberry Cultivation Requirements:** Cultivating *Actinidia arguta* is challenging and labor-intensive, as the vigorous vines require strong support systems. The T-bar trellis—comprising 2 m posts with 1.5–2 m crossarms—is most commonly used in Europe, the US, and Chile (Debersaques et al., 2019). Plants should be sheltered from strong winds, which can damage young shoots (Calvez et al. 2015). Natural or artificial windbreaks are recommended. Kiwiberry thrives in fertile, well-drained, slightly acidic soils (pH 5.5–6.5) with 2.5 % or more organic matter (Strik and Davis 2021). Sandy to silty sandy soils are ideal. The species is highly sensitive to waterlogging but requires substantial irrigation in summer, typically 15–28 L/m<sup>2</sup> per week (Debersaques et al. 2015; Konrad and Willing 2011; Latocha et al. 2023). Frost protection using overhead sprinklers and an efficient water source of at least 35 m<sup>3</sup>/h/ha are essential (Strik and Davis 2021). Because *A. arguta* is dioecious, plantations must include male and female plants in a 1:6–1:8 ratio to ensure pollination (Latocha et al. 2021). Bee or bumblebee colonies are commonly introduced, and regular winter and summer pruning is required (Hastings and Hale 2019).

A sustainable kiwiberry industry depends on high-quality planting material. Conventional propagation methods such as cuttings or grafting are limited by low efficiency, seasonality, and disease risk. In contrast, *in vitro* propagation provides rapid, uniform, and disease-free plant production, ensuring genetic fidelity and enabling year-round multiplication. Recent studies emphasize optimizing media composition, growth regulators, and environmental conditions to improve propagation efficiency.

## 2. Materials and Methods

**Plant Material and Experimental Site:** Experiments were conducted from 2024 to 2025 at the Scientific Center of Agrobiotechnology, Armenian National Agrarian University, using the kiwiberry (*Actinidia arguta*) cultivar 'Geneva'. This cultivar, widely cultivated on plantations in EU countries, was selected for its pronounced cold hardiness (tolerant to –25 °C) and smooth, tasty fruit. Shoot cuttings were obtained from 3-year-old mature mother plants cultivated in a farmer's garden located in the Lori region of Armenia.

**Surface Sterilization and Explant Preparation:** Collected shoots were thoroughly washed under running tap water for 10 to 15 minutes to remove superficial contaminants. Surface sterilization was performed using 2% (w/v) calcium hypochlorite [Ca(OCl)<sub>2</sub>] and 70% (v/v) ethanol, applied with varying exposure times either individually or in combination. Explants were rinsed three times with autoclaved distilled water in a laminar cabinet to remove residues. Each sterilization protocol was tested in three replicates of 20 explants each (60 total explants per treatment).

**Shoot Regeneration:** Nodal segments (containing a single axillary bud) measuring about 3–5 mm long were excised aseptically and transferred on full-strength Murashige and Skoog (MS) medium containing 30 g L<sup>-1</sup> sucrose and 6 g L<sup>-1</sup> agar (pH 5.8, autoclaved at 121 °C for 20 min). The medium was supplemented with various combinations of 6-benzylaminopurine (BAP, 0.5–2.0 mg L<sup>-1</sup>), kinetin (KIN, 0.2–0.5 mg L<sup>-1</sup>), and gibberellic acid (GA<sub>3</sub>, 0.5 mg L<sup>-1</sup>). Each hormone treatment was tested in three independent biological

replicates, with 15 explants per replicate (45 explants per treatment). Cultures were maintained in a growth chamber at  $24 \pm 2$  °C under a 16-h light ( $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , cool-white fluorescent lamps)/8-h dark photoperiod. After four weeks, shoot number, shoot length, and morphology were recorded.

**Root Induction and Acclimatization:** Shoots obtained from the regeneration phase were transferred to half-strength MS medium supplemented with indole-3-acetic acid (IAA) or indole-3-butyric acid (IBA) at concentrations of 0.5–1.5 mg L<sup>-1</sup>. A hormone-free half-strength MS medium served as the control. Each treatment included three independent biological replicates, with 15 shoots per replicate (45 shoots per treatment). Cultures were incubated for four weeks under the same environmental conditions used during the regeneration phase. Rooted plantlets were transferred to a sterilized soil:sand:peat mixture (1:1:1, v/v/v), covered with polyethylene bags, and acclimatized at  $25 \pm 2$  °C, 80–90% relative humidity, under a 16-h photoperiod. The covers were gradually removed after 10–14 days to allow hardening.

**Statistical Analysis:** All experiments were conducted with data pooled from three independent replicates. Results were expressed as mean  $\pm$  standard error (SE). Differences among treatment means were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA). When ANOVA indicated significant differences ( $p < 0.05$ ), mean separation was performed using Tukey's honest significant difference (HSD) test.

### 3. Results

Surface sterilization significantly affected the survival, contamination, and necrosis of *in vitro* kiwiberry explants. The combined treatment of 2% Ca(OCl)<sub>2</sub> for 15 min followed by 70% ethanol for 30 s provided the highest survival rate ( $93.3 \pm 1.7\%$ ) with minimal contamination ( $6.7 \pm 1.7\%$ ) and no necrosis. In contrast, prolonged calcium hypochlorite exposure for 25 to 30 minutes, although effective in eliminating contamination, increased necrosis to 21.7 to 31.7 percent and reduced survival to 78.3 to 68.3 percent. This confirms the superiority of the short-combined protocol.

Shoot regeneration of *in vitro* kiwiberry (cultivar 'Geneva') explants was strongly influenced by the type and concentration of plant growth regulators (PGRs) (Table 1). Treatments containing BAP, alone or with GA<sub>3</sub>, significantly enhanced shoot induction and length. Conversely, higher cytokinin levels (T9) inhibited shoot development and induced callus formation. The optimal result was achieved with treatment T8 (1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.2 mg L<sup>-1</sup> KIN + 0.5 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>), yielding the highest induction ( $75.0 \pm 2.5\%$ ) and shoot length ( $2.7 \pm 0.1$  cm). The control (T1) showed minimal response ( $15.0 \pm 2.0\%$  induction). These results underscore the necessity of optimizing BAP and GA<sub>3</sub> for efficient shoot regeneration.

**Table 1.** Effects of PGRs on shoot regeneration of kiwiberry (*Actinidia arguta* Miq.) cultivar 'Geneva'.  
(Data represent mean  $\pm$  SE of three replicates, each with 15 explants. Different superscripts indicate significant differences,  $p < 0.05$ , Tukey's HSD.)

Treatment	BAP (mg L <sup>-1</sup> )	KIN (mg L <sup>-1</sup> )	GA <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Shoot Induction (% $\pm$ SE)	Shoots per Explant ( $\pm$ SE)	Shoot Length (cm $\pm$ SE)	Callus Formation
<b>T1 (Control)</b>	0.0	0.0	0.0	$15.0 \pm 2.0^c$	$1.0 \pm 0.2^d$	$0.5 \pm 0.1^c$	None
<b>T2</b>	0.5	0.0	0.0	$55.0 \pm 3.0^c$	$2.5 \pm 0.3^c$	$1.6 \pm 0.2^d$	None
<b>T3</b>	1.0	0.0	0.0	$65.0 \pm 2.5^b$	$3.0 \pm 0.2^b$	$1.9 \pm 0.2^c$	None
<b>T4</b>	2.0	0.0	0.0	$60.0 \pm 3.0^{bc}$	$2.8 \pm 0.3^{bc}$	$2.1 \pm 0.2^{bc}$	None
<b>T5</b>	0.0	0.2	0.0	$48.0 \pm 2.0^d$	$2.2 \pm 0.2^c$	$1.5 \pm 0.1^d$	None
<b>T6</b>	0.0	0.5	0.0	$53.0 \pm 2.5^c$	$2.4 \pm 0.2^c$	$1.8 \pm 0.1^c$	None
<b>T7</b>	0.5	0.0	0.5	$70.0 \pm 3.0^{ab}$	$3.0 \pm 0.1^b$	$2.3 \pm 0.2^b$	None
<b>T8</b>	1.0	0.2	0.5	<b><math>75.0 \pm 2.5^a</math></b>	<b><math>3.8 \pm 0.1^a</math></b>	<b><math>2.7 \pm 0.1^a</math></b>	None
<b>T9</b>	2.0	1.0	0.0	$50.0 \pm 3.5^{cd}$	$1.8 \pm 0.3^d$	$1.2 \pm 0.2^d$	Present

**Root Induction and Acclimatization:** Root formation in kiwiberry microshoots was strongly influenced by auxin type and concentration (Table 2).

**Table 2.** Effects of IAA and IBA on root induction of kiwiberry (*Actinidia arguta* Miq.) cultivar 'Geneva' after 4 weeks.

(Data represent mean  $\pm$  SE of three replicates. Different superscripts indicate significant differences,  $p < 0.05$ , Tukey's HSD.)

Treatment	Conc. (mg L <sup>-1</sup> )	Rooting (% $\pm$ SE)	Mean Roots per Explant ( $\pm$ SE)	Mean Root Length (cm $\pm$ SE)	Callus Presence
Control	0.0	26.7 $\pm$ 2.0 <sup>f</sup>	1.4 $\pm$ 0.3 <sup>c</sup>	1.7 $\pm$ 0.2 <sup>c</sup>	None
IAA	0.5	73.3 $\pm$ 4.0 <sup>d</sup>	4.1 $\pm$ 0.4 <sup>c</sup>	4.5 $\pm$ 0.3 <sup>c</sup>	None
IAA	1.0	80.0 $\pm$ 3.0 <sup>c</sup>	4.9 $\pm$ 0.5 <sup>b</sup>	5.2 $\pm$ 0.4 <sup>bc</sup>	None
IAA	1.5	66.7 $\pm$ 3.3 <sup>c</sup>	3.2 $\pm$ 0.4 <sup>cd</sup>	3.6 $\pm$ 0.3 <sup>d</sup>	Present
IBA	0.5	86.7 $\pm$ 2.8 <sup>b</sup>	5.7 $\pm$ 0.6 <sup>ab</sup>	5.8 $\pm$ 0.4 <sup>b</sup>	None
IBA	1.0	93.3 $\pm$ 1.5 <sup>a</sup>	6.5 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	6.9 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	None
IBA	1.5	62.0 $\pm$ 3.8 <sup>c</sup>	2.7 $\pm$ 0.5 <sup>d</sup>	2.4 $\pm$ 0.3 <sup>c</sup>	Present

The highest rooting response was observed on half-strength MS medium (MS/2) supplemented with 1.0 mg L<sup>-1</sup> IBA, yielding 93.3  $\pm$  1.5% rooting, 6.5  $\pm$  0.5 roots per shoot, and 6.9  $\pm$  0.4 cm root length. Elevated auxin levels (1.5 mg L<sup>-1</sup> IAA or IBA) decreased rooting efficiency and promoted callus formation, whereas the auxin-free control resulted in poor rooting (26.7  $\pm$  2.0%). During acclimatization, plantlets transferred to a sterilized soil:sand:peat substrate (1:1:1) exhibited the highest survival rate (90–95%), underscoring the effectiveness of this mixture for *ex vitro* establishment.

#### 4. Discussion

Optimizing surface sterilization is crucial for balancing explant survival and microbial control. Short combined treatments of ethanol and Ca(OCl)<sub>2</sub> effectively minimized contamination while maintaining high explant viability (Eliwa et al., 2024). Conversely, prolonged exposure to strong chemical agents like Ca(OCl)<sub>2</sub>, although effective in eliminating contamination, increased necrosis and reduced survival. This highlights the critical importance of optimizing the exposure time and agent combinations to maximize explant health during the initial phase (Permadi et al., 2025). Shoot regeneration strongly depended on PGR type and concentration. BAP, alone or in combination with GA<sub>3</sub>, enhanced shoot induction, shoot number, and length, whereas excessive cytokinin levels (T9) inhibited shoot growth and promoted callus formation. Moderate cytokinin concentrations favored organized shoot development, consistent with previous findings (Liu et al., 2022). Root induction was strongly influenced by auxin type and concentration. Indole-3-butyric acid (IBA) at 0.5–1.0 mg L<sup>-1</sup> proved most effective, producing higher rooting percentages, greater root numbers, and longer roots compared to indole-3-acetic acid (IAA). The superior performance of IBA for adventitious root formation in *in vitro* and *ex vitro* woody cuttings is frequently reported. Additionally, the observation that excessive auxin concentrations reduced rooting efficiency and induced callus formation is consistent with the general understanding of auxin's biphasic dose-response in rooting (Sekhukhune and Maila, 2024). Acclimatization success was primarily determined by substrate composition and humidity management. A well-drained yet moisture-retentive 1:1:1 soil:sand:peat mixture provided optimal survival (90–95%), indicating that proper substrate selection is crucial for supporting root establishment and growth (Grzelak et al., 2024). The practice of gradually removing polyethylene covers to manage humidity effectively addresses the poor stomatal function and high water loss typically observed in *in vitro* plantlets, which is essential for successful adaptation to *ex vitro* conditions.

#### 5. Conclusions

Kiwiberries (*Actinidia arguta*) are exceptionally valuable and delicious fruits, whose production is expanding in many countries around the world. This requires the development of a method for the rapid propagation of planting material. This study established a robust *in vitro* propagation protocol for the 'Geneva'



kiwiberry, significantly advancing micropropagation techniques for this cultivar. Optimal development was achieved using a specific sterilization sequence, moderate BAP concentrations for efficient shoot multiplication, and 0.5–1.0 mg L<sup>-1</sup> IBA for maximum rooting and root quality. Post-acclimatization survival reached 90–95% in a 1:1:1 soil:sand:peat mixture. This reliable protocol provides a strong foundation for large-scale horticultural production and the conservation of kiwiberry germplasm.

**Acknowledgments.** We gratefully acknowledge the financial support from the Higher Education and Science Committee of the Republic of Armenia for the research conducted under project 25RG-4D075.

## References

1. Almeida, D., Pinto, D., Santos, J., Vinha, A. F., Palmeira, J., Ferreira, H. N., ... & Oliveira, M. B. P. (2018). Hardy kiwifruit leaves (*Actinidia arguta*): An extraordinary source of value-added compounds for food industry. *Food Chemistry*, 259, 113–121.
2. Bieniek, A. (2012). Mineral composition of fruits of *Actinidia arguta* and *Actinidia purpurea* and some of their hybrid cultivars grown in north-eastern Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21, 1543–1550.
3. Bieniek, A. and Dragańska, E. (2013). Content of macroelements in fruits of ukrainian cultivars of hardy kiwifruit and actinidia charta depending on the weather conditions during the phenological phases. *Journal of Elementology*, 18, 23–38. <https://doi.org/10.5601/jelem.2013.18.1.02>
4. Boldingh H, Smith GS, Klages K. (2000). Seasonal concentration of non-structural carbohydrates of five *Actinidia* species in fruit, leaf and fine root tissue. *Annals of Botany* 85: 469–476.
5. Calvez, E., Neuburger, S., Wagner, K., Schoedl-Hummel, K., Debersaques, F. (2015). A practical experiences of European growers. *Acta Horticulturae*, 1096, 451–454. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1096.5>
6. Debersaques, F., Latocha, P., Decorte, J. (2019). Kiwiberry *Actinidia arguta* grower's manual. Polish Dendrology Society, Warsaw, Poland. ISBN 978-83-938299-7-2.
7. Debersaques, F., Mekers, O., Decorte, J., Van Labeke, M.C., Schoedl-Hummel, K., Latocha, P. (2015) Challenges faced by commercial kiwiberry (*Actinidia arguta* Planch.) production. *Acta Horticulturae*, 1096, 435–442. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1096.52>
8. Eliwa, G. I., El-Refaey, F. E., Gawish, M. S., & Yamany, M. M. (2024). Comprehensive study on in vitro propagation of some imported peach rootstocks: In vitro explant surface sterilization and bud proliferation. *Scientific Reports*, 14, Article 5586. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55685-3>
9. Ferguson, A.R. and Ferguson, L.R. (2003). Are kiwifruit really good for you? *Acta Horticulturae*, 610, 131–138. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.610.16>
10. Fiorentino A., Mastellone C.D., Abrosca B., Pacifico S., Scognamiglio M., Cefarelli G., Caputo R., Monaco P. 2009. δ-Tocomonoenol: a new vitamin E from kiwi (*Actinidia chinensis*) fruits. *Food Chemistry*, 115, 187–192.
11. Gan, Z, Zhang, D., Zhang, Z., Chen, Q., Liu, H., et al. (2004). Nutritional components and aging - delaying action of some wild berries in Changbai mountainous area. *Journal of Xi'an Jiaotong University (Medicinal Science)*, 25(4), 343–345. [http://caod.oriprobe.com/articles/7549413/Nutritional\\_components\\_and\\_aging\\_delaying\\_action\\_of\\_some\\_wild\\_berries.htm](http://caod.oriprobe.com/articles/7549413/Nutritional_components_and_aging_delaying_action_of_some_wild_berries.htm)
12. Grzelak, M., Pacholczak, A., & Nowakowska, K. (2024). Challenges and insights in the acclimatization step of micropropagated woody plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 159, 72. <https://doi.org/10.1007/s11240-024-02923-5>
13. Ha, J.S., Kang, J.Y., Kang, J.E., Park, S.K., Kim, J.M., et al. (2020). Pentacyclic triterpenoid-rich fraction of the Hardy kiwi (*Actinidia arguta*) improves brain dysfunction in high fat diet-induced obese mice. *Scientific Reports*, 10, 5788. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62810-5>
14. Hastings, W. and Hale, I. (2019) Growing kiwiberries in New England: a guide for regional producers. Available at: <http://www.noreastkiwiberries.com> (accessed 15 October 2025)

15. Jho, E.H., Kang, K., Lee, H.J., Kim, C.Y., Shin, I-S., et al. (2011). Hepatoprotective effects of *Actinidia arguta* against oxidative stress induced by tert-butyl hydroperoxide. *Cancer Prevention Research*, 16, 74–79. <http://pubs.kist.re.kr/handle/201004/39677>
16. Jiang, C.J. (2011). Development of *Actinidia arguta* as food materials and components available for prevention of lifestyle-related diseases, and its function mechanism. MSc thesis. Iwate University Graduate School, Yamagata University, Japan.
17. Jin, D.E., Park, S.K., Park, C.H., Seung, T.W., & Ho, J. (2014). Nutritional compositions of three traditional *Actinidia arguta* cultivars improved in Korea. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 43(12), 1942–1947. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.12.1942> [in Korean]Kim, J.G, Beppu, K, Kataoka, I. (2009). Varietal differences in phenolic content and astringency in skin and flesh of hardy kiwifruit resources in Japan. *Scientia Horticulturae*, 120, 551-554.
18. Kim, J.G, Beppu, K, Kataoka, I. (2009). Varietal differences in phenolic content and astringency in skin and flesh of hardy kiwifruit resources in Japan. *Scientia Horticulturae*, 120, 551-554.
19. Kitamura, Y., Sakanashi, M., Ozawa, A., Saeki, Y., Nakamura, A., et al. (2021). Protective effect of *Actinidia arguta* in MPTP-induced Parkinson's disease model mice. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 555, 154e159. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2021.03.116>
20. Konrad, P. and Willging, C. (2011). Kulturblatt Minikiwi. Bildungs- und Beratungszentrum, Arenenberg. Gemüse- und Beerenbau
21. Latocha, P., Debersaques, F. (2023). Kiwiberry. In: *Kiwifruit: Botany, Production and Uses*; Richardson, A., Burdon, J., Ferguson, R., (Eds.); CABI Digital Library, pp. 94–118.
22. Latocha, P., Debersaques, F., and Decorte, J. (2015b). Varietal differences in mineral composition of kiwiberry (*Actinidia arguta*). *Acta Horticulturae*, 1096, 479–486. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1096.59>
23. Latocha, P., Debersaques, F. and Iago, H. (2021). *Actinidia arguta* (Kiwiberry): Botany, Production, Genetics, Nutritional Value, and Postharvest Handling. In: *Horticultural Reviews* 48, Warrington, I. (ed) pp 37-151. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119750802.ch2>
24. Latocha, P., Łata, B. and Stasiak, A. (2015a). Phenolics, ascorbate and the antioxidant potential of kiwiberry vs. common kiwifruit: the effect of cultivar and tissue type. *Journal of Functional Foods*, 19, 155–163.
25. Latocha, P., Vereecke, D., Debersaques F. (2018). Kiwiberry commercial production – what stage are we at? *Acta Horticulturae*, 1218, 559-564. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1218.76>
26. Leontowicz, M., Leontowicz, H., Jesion, I., Bielecki, W. (2016). *Actinidia arguta* supplementation protects aorta and liver in rats with induced hypercholesterolemia. *Nutr. Res.* 36, 1231-1242.
27. Lim, S., Han, S.H. Kim, J., Lee H.J., Lee J.G, et al. (2016). Inhibition of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta*) ripening by 1-metylocyclopropene during cold storage and anticancer properties of the fruit extract. *Food Chemistry*, 190, 150–157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.085>
28. Liu, R., Xue, Y., Ci, H., Gao, J., Wang, S., & Zhang, X. (2022). Establishment of highly efficient plant regeneration of *Paeonia ostii* 'Fengdan' through optimization of callus, adventitious shoot, and rooting induction. *Horticultural Plant Journal*, 8(6), 777–786. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2022.03.007>
29. Nishiyama, I., Fukuda, T., Oota, T. (2005). Genotypic differences in chlorophyll, lutein, and  $\beta$ -carotene content in the fruit of *Actinidia* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6403-6407.
30. Nishiyama, I., Fukuda, T., Shimohashi, A. and Oota, T. (2008). Sugar and organic acid composition in the fruit juice of different *Actinidia* varieties. *Food Science and Technology Research*, 14(1), 67–73.
31. Permadi, N.; Prismantoro, D.; Vasall, P.R.N.; Sheelmarevaa, F.A.; Nurjanah, S.; Nurzaman, M.; Alhasnawi, A.N.; Doni, F.; Julacha, E. (2025). Modern and traditional strategies for controlling microbial contamination in plant micropropagation: Current insights and future perspectives. *Current Research in Biotechnology*, 10, 100337. <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2025.100337>
32. Pinto, D., Delerue-Matos, C. and Rodrigues, F. (2020). Bioactivity, phytochemical profile and pro-healthy properties of *Actinidia arguta*: A review. *Food Research International*, 136, p.109449.

33. Silva, A.M., Costa, P., Delerue-Matos, C., Latocha, P. and Rodrigues, F. (2021). Extraordinary composition of *Actinidia arguta* by-products as promising skin ingredient: A new challenge for cosmetic industry. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 842-853.
34. Strik, B.C. and Davis, A.J. (2021). Growing Kiwifruit: A Guide to Kiwiberries and Fuzzy Kiwifruit for Pacific Northwest Producers. PNW 507. A Pacific Northwest Extension Publication. Available at: <https://extension.oregonstate.edu/sites/extd8/files/catalog/auto/PNW507.pdf> (accessed 17 October 2025).
35. Sekhukhune, M.K., and Maila, M.Y. (2024). Exogenous IBA stimulatory effects on root formation of *Actinidia deliciosa* rootstock and *Actinidia arguta* male scion stem cuttings. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1461871. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1461871>
36. Vanhonacker, F. and Debersaques, F. (2018). How to position kiwiberry in the Flemish market based upon consumer research. *Acta Horticulturae*, 1218, 67-71. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1218.8>
37. Wang, Y., Zhao, C-I., Li, J-Y., Liang, Y-J., Yang, R-Q., et al. (2018). Evaluation of biochemical components and antioxidant capacity of different kiwifruit (*Actinidia* spp.) genotypes grown in China. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 32(3), 558-565. <https://doi.org/10.1080/13102818.2018.1443400>
38. Yu, X., Liu, C., Liu, Y., Tan, C., Liu, Y. (2015). *Actinidia arguta* polysaccharide induces apoptosis in Hep G2 cells. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 7(11), 857–863.
39. Zuo, L-L., Wang, Z-H., Fan, Z-L., Tian, S-Q. and Liu, J-R. (2012). Evaluation of antioxidant and antiproliferative properties of three *Actinidia* (*Actinidia kolomikta*, *Actinidia arguta*, *Actinidia chinensis*) extracts in vitro. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 5506–5518.

## List of Authors/ Pages

Andronic, Larisa / 7, 8; 41, 42  
Bachilava, Maia / 127, 138  
Bobokashvili, Zviad / 41, 42; 44, 50; 146, 158  
Calugaru-Spataru, Tatiana / 41, 42; 81  
Cauș Maria / 81  
Chikhradze, Nino / 63, 73; 146, 158  
Cozmic, Radu V. / 119  
Dascaliuc Alexandru / 81  
Elizbarashvili, Mariam / 146, 158  
Ghambashidze, Giorgi / 30, 35  
Gigauri, Nika / 127, 138  
Gisca, Alina / 38, 39  
Goginava, Lali / 88, 98  
Gogishvili, Tinatin / 63, 73  
Kakashvili, Vano / 44, 50; 88, 98  
Latocha, Piotr / 178, 179  
Maghlakelidze, Elene / 41, 42; 44, 50; 63, 73; 146, 158; 167, 174  
Mattana, Monica / 119  
Meladze, Maia / 105, 113  
Melyan, Gaiane / 178, 179  
Ortoidze, Temur / 127, 138  
Pariy, Ya / 81  
Pintea, Maria A. / 119  
Romanciuc, Gabriela / 15  
Sahakyan, Narek / 178, 179  
Shengelia, Nugzar / 167, 174  
Smerea, Svetlana / 7, 8; 41, 42  
Stepanishvili, Nodar / 127, 138  
Tsenguashvili, Tatuli / 55, 59  
Tsigriashvili, Lasha / 88, 98; 167, 174  
Tskhvedadze Ludmila / 63, 73  
Vakhtangashvili Marika / 88, 98  
Zedginidze, Giorgi / 20, 26

## Institutions/ Organizations დაწესებულებები/ორგანიზაციები

- 1 – LEPL Scientific-Research Center of agriculture - SRCA  
- Fruit crop Research Division  
- Agroforestry Research Division  
- Ecophysiology research Division  
- Soil fertility research Division  
36B Marshal Gelovani Avenue  
0159, Tbilisi, Georgia  
სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი  
- მეხილეობის კვლევის სამსახური  
- აგროსატყეო კულტურების კვლევის სამსახური  
- ეკოფიზიოლოგიის კვლევის სამსახური  
- ნიადაგის ნაყოფიერების კვლევის სამსახური  
მარშალ გელოვანის გამზირი, 36 ბ  
0159, თბილისი, საქართველო
- 2 – Georgian Technical University  
Faculty of agriculture and Biosystem engineering  
Building XI, 17, Guramishvili Avenue,  
Tbilisi 0192, Georgia  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი  
XI კორპუსი, გურამიშვილის №17  
0192, თბილისი, საქართველო
- 3 – Institute of Hydrometeorology of the Georgian Technical University  
D. Agmashenebeli Ave., №150 G  
0173, Tbilisi, Georgia  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი,  
დ. აღმაშენებლის გამზ., №150 გ  
0173, თბილისი, საქართველო
- 4 – Ivane Javakhishvili Tbilisi State University,  
Faculty of Exact and Natural Sciences 1, Chavchavadze Ave. №1, TSU Building I,  
0179, Tbilisi, Georgia  
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ზუსტ და  
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, ი. ჭავჭავაძის გამზ. №1, ოსუ I  
კორპუსი,  
0179, თბილისი, საქართველო
- 5 – საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი,  
დავით აღმაშენებლის ხეივანი №240, დიდმის საუნივერსიტეტო კამპუსი  
0159, თბილისი, საქართველო  
Agricultural University of Georgia  
240 David Aghmashenebeli Alley, Digomi University Campus,  
0159, Tbilisi, Georgia
- 6 – Institute of Genetics, Physiology & Plant Protection, Moldova State University  
20 Paduri Street,



- MD-2002, Chisinau, Republic of Moldova  
გენეტიკის, ფიზიოლოგიისა და მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი,  
მოლდოვას სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 20 პადურის ქ. 20,  
MD-2002, კიშინიოვი, მოლდოვა
- 7 – Public Institution “National Institute for Applied Research in Agriculture and Veterinary Medicine”, 100 Ialoveni Street,  
MD-2070, Chişinău, Republic of Moldova  
საჯარო დაწესებულება „სოფლის მეურნეობისა და ვეტერინარიის გამოყენებითი კვლევების ეროვნული ინსტიტუტი“  
MD-2070, კიშინიოვი, მოლდოვა
- 8 – Department of Environmental Protection and Dendrology, Institute of Horticultural Sciences, Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska str. 166,  
02-787 Warsaw, Poland  
გარემოს დაცვისა და დენდროლოგიის დეპარტამენტი, მეზღოვების მეცნიერებათა ინსტიტუტი, ვარშავის სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა უნივერსიტეტი, ნოვოურსინოვსკას ქ. 166,  
02-787 ვარშავა, პოლონეთი
- 9 – Institute of Molecular Biology, National Academy of Sciences of the Republic of Armenia (NAS RA); Hasratyan 7,  
Yerevan 0014, Armenia  
მოლეკულური ბიოლოგიის ინსტიტუტი, სომხეთის რესპუბლიკის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია (NAS RA); ჰასრატიანი 7,  
ერევანი 0014, სომხეთი
- 10 – Scientific Center of Agrobiotechnology, Branch of the Armenian National Agrarian University, 1 Isi le Mulino Str.,  
Ejmiatsin 1101, Armenia  
აგრობიოტექნოლოგიის სამეცნიერო ცენტრი, სომხეთის ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტის ფილიალი, ისი ლე მულინოს ქ. 1,  
ეჟმიადინი 1101, სომხეთი
- 11 – Institute of Agricultural Biology and Biotechnology (CNR),  
Milano, Italy  
CNR – Research Area Milano 1 Via Edoardo Bassini, 15  
20133 Milan (MI), Italy  
სასოფლო-სამეურნეო ბიოლოგიისა და ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი (CNR),  
20133 მილანი, იტალია
- 12 – Ukrainian Scientific Institute of Plant Breeding, 30 Vasylykivska Street,  
03022 Kyiv, Ukraine  
უკრაინის მცენარეთა სელექციის სამეცნიერო ინსტიტუტი, ვასილკივსკას #30  
03022, კიევი, უკრაინა
- 13 – ბიოლოგიურ მეურნეობათა ასოციაცია „ელკანა“  
გაზაფხულის ქუჩა №65,  
0177, თბილისი, საქართველო  
Biological Farming Association “Elkana”  
Gazaphkhulis street, 65,  
0177, Tbilisi, Georgia

საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია  
ბიოტექნოლოგიური საშუალებები მეზღადაობის მდგრადობისთვის, ისეთი  
არატრადიციული სახეობების, როგორიცაა მინი-კივი (*Actinidia arguta*  
*Planch.*), პოპულარიზაციის გზით კლიმატის ცვლილების კონტექსტში  
კონფერენციის მასალები



**International Scientific Conference**  
Biotechnological tools for horticultural sustainability  
through the promotion of non-traditional species  
such as mini-kiwi (*Actinidia arguta Planch.*)  
in the context of climate change  
**CONFERENCE PROCEEDINGS**

**29 -30 ოქტომბერი/October, 2025**  
**თბილისი, საქართველო/Tbilisi, Georgia**

---

რედაქტორები: ნინო ჩიხრაძე, ელენე მაღლაკელიძე  
კომპიუტერული დამუშავება: ნინო ჩიხრაძე  
გადაცემულია პუბლიკაციისთვის: ოქტომბერი, 2025  
ფორმატი - PDF, ფურცლის ზომა: A4, ( 210 მმ X 297 მმ)  
ტირაჟი - ციფრული/ელექტრონული - შეზღუდვის გარეშე

შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი - SRNSF  
მოლდოვის კვლევისა და განვითარების ეროვნული სააგენტო - NARD  
სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი - SRCA, 2025  
მარშალ გელოვანის №36 ბ, 0159, თბილისი, საქართველო  
DOI: <https://doi.org/10.52340/conf2025.24.10>



Editors: Nino Chikhradze, Elene Maghlakelidze  
Computer processing: Nino Chikhradze  
Submitted for publication: October, 2025  
Format - PDF, Sheet size: A4, ( 210 mm X 297 mm)  
Circulation - Digital/Electronic - Unlimited

Shota Rustaveli National Science Foundation - SRNSF  
National Agency for Research and Development of Moldova - NARD  
Scientific Research Center of Agriculture - SRCA, 2025  
Marshal Gelovani №36 b, 0159, Tbilisi, Georgia  
DOI: <https://doi.org/10.52340/conf2025.24.10>

