

მიკრომიცეტის ფიტოტოქსიურობის გავლენა ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი პარკოსნების გალივებაზე

რუსუდან დუმბაძე, საბა გოგიტიძე, მარი ართმელაძე,
გალინა მეფარიშვილი, ლამზირი გორგილაძე
ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი: კლიმატის ცვლილების მიმდინარე ფონზე, დღეისათვის თანდათან იზრდება მიკრომიცეტების ფიტოტოქსიური ნივთიერებების კვლევის აქტუალობა, რადგან ისინი იწვევენ ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი კულტურების მოსავლიანობის შემცირებას. მრავალი მიკრომიცეტის მიერ წარმოქმნილი მეორადი მეტაბოლიტები, როგორცაა მიკოტოქსინები, ალერგენები და ფერმენტები, იწვევენ ადამიანის, ცხოველების და მცენარეების დაავადებებს.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ტოქსინების პროდუცენტი სოკოვანი მიკროორგანიზმების - *Alternaria*-ს და *Fusarium*-ს ფიტოტოქსიკური აქტივობის დადგენა მარცვლოვანთა თესლების ღვივის განვითარებაზე. ბიოანალიზის მეთოდის გამოყენებით, გამოკვლეულ იქნა აღნიშნული გვარის სოკოების კულტურალური არეების ტოქსიკურობა, რომლებიც გამოყოფილია დაავადებული კვივის, ჟოლოს, მოცვის, პომიდორისა და კარტოფილის ფესვებიდან და ჩითილებიდან. სოკოს ფიტოტოქსიურობა შეფასდა ხორბლის ჯიში "ზეზოსტაია 1"-ს და სიმინდის ჯიშის - "აჯამეთის თეთრი" დამუშავებული კულტურალური სითხით, რომელიც მიღებული იყო სოკოს მიცელიუმის კულტივირებით ჩაპკას სინთეტიკურ თხევად საკვებ არეზე. ფილტრატის ფიტოტოქსიკურობა შეფასდა ხორბლისა და სიმინდის თესლის გალივებაზე, ღვივის განვითარებაზე და ფესვის სიგრძეზე. ასევე შესწავლილი იქნა ბიოფუნგიციდ "ფიტოსპორინ-M"-ის ეფექტურობა მცენარეთა სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადებებისგან დამცავ ფუნქციაში. კვლევის შედეგები მიუთითებს, რომ *Alternaria* და *Fusarium* სოკოები ავლენენ მნიშვნელოვან ფიტოტოქსიურ აქტივობას, რაც იწვევს მარცვლეულის თესლში დაბინძურების მაღალ დონეს, ხოლო "Fitosporin-M" ავლენს ძლიერ ბიოფუნგიციდურ თვისებებს და ხელს უწყობს მცენარეთა ეფექტურ ზრდას.

შესავალი. დღევანდელ ცვალებად სამყაროში საკვები პროდუქტების უსაფრთხოება ადამიანის ძირითად საზრუნავია. მიკრობიოლოგიური და ქიმიური საფრთხეები შემაფრთხილებელია, განსაკუთრებით ბოლო წლებში. ცოტა ხნის წინ, ზოგიერთი სოკოს მიერ წარმოებული ტოქსინები, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ მნიშვნელოვან საფრთხედ აღიარა [1]. ცნობილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის 10%-მდე იკარგება ფიტოპათოგენური სოკოებით გამოწვეული ინფექციებით, მცენარის ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში. ამიტომ, უაღრესად მნიშვნელოვანია მცენარის განვითარების ადრეულ ეტაპებზე პათოგენური მიკროფლორის გამოვლენა[5].

ფიტოპათოგენური სოკოებით დაბინძურებული საკვები შეიძლება წარმოადგენდეს პოტენციურ საფრთხეს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის, რადგან მათი მეტაბოლიტები შესაძლოა შეიცავდნენ ტოქსიკურ მეორად მეტაბოლიტს ანუ მიკოტოქსინს. მიკოტოქსინები კი - ტოქსიკური ნივთიერებების ერთ-ერთი სახეა..

დღეისათვის, ცნობილია 300-მდე მიკოტოქსინი, რომელთაგან დაახლოებით 20 სურსათის დამაბინძურებელია. სოკოს ფიტოტოქსიური მეორადი მეტაბოლიტები მცენარეებისთვის შხამიანი ნივთიერებებია, რომლებიც აზიანებენ ცოცხალ მცენარეულ ქსოვილებს და იწვევენ მათ სიკვდილს.

ფიტოტოქსინებს ძირითადად აწარმოებენ მიკროსკოპული ზომის (მიკრომიცეტები) შემდეგი ფიტოპათოგენური სოკოები: *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Helminthosporium* და *Phoma*. *Alternaria*-ს სახეობები. ისინი პასუხისმგებელი არიან მნიშვნელოვანი აგრარული კულტურების მძიმე დაავადებებზე [7].

აქედან გამომდინარე, წინამდებარე ნაშრომის კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ფიტოტოქსინების პროდუცენტი პარაზიტული სოკოვანი მიკროორგანიზმების *Alternaria*-სა და *Fusarium*-ის ფიტოტოქსიკური თავისებურებების შესწავლა ხორბლის და სიმინდის მარცვალზე და მათი ფიტოტოქსიკური აქტივობის დადგენა თესლების ინჰიბირებაზე. ასევე, მცენარეთა დამცავი სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადებებისგან, ბიოფუნგიციდის - „ფიტოსპორინ-M“ ეფექტურობის დადგენა ფიტოტოქსინების მიმართ.

კვლევის მეთოდი. ფიტოტოქსინების გამოსავლენად და ფიტოტოქსიკური ეფექტის შესასწავლად გამოყენებული იქნა ბიოტესტის მეთოდი [2]. სოკოების ფიტოტოქსიკურობის გამოსავლენად გამოვიყენეთ ფიტოპათოლოგიის და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის ფიტოპათოგენთა კოლექციაში არსებული მნიშვნელოვანი აგრარული კულტურებიდან (კივი, ჟოლო, მოცვი, კარტოფილი, პომიდორი) გამოყოფილი სოკოვანი მიკროორგანიზმები - *Alternaria* და *Fusarium*, რომელთა 12 დღიანი კულტურები შევიტანეთ სინთეტიკურ თხევად ჩაპეკას საკვებ არეზე და 10 დღის განმავლობაში მოვათავსეთ ორბიტალურ სანჯღრეველაზე.

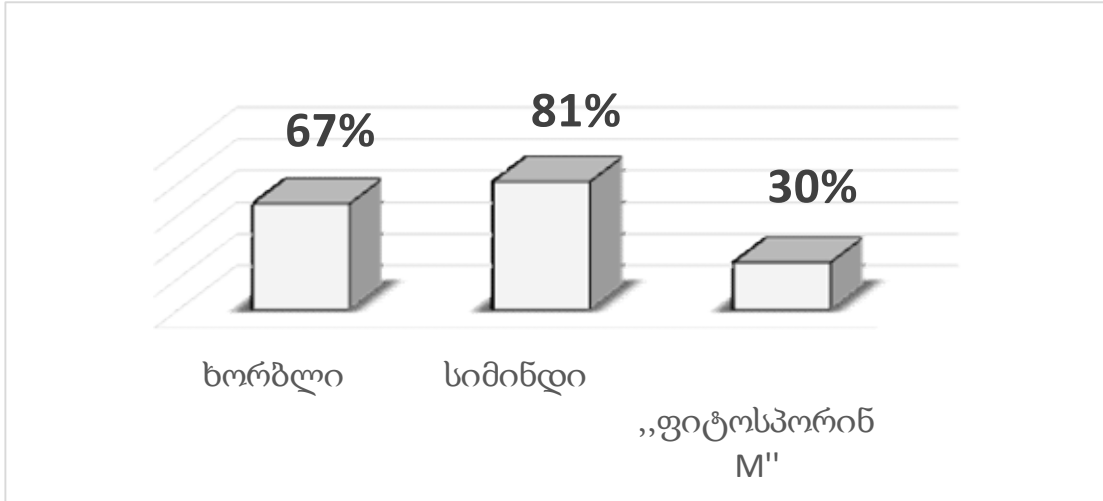
ცდის თითოეული ვარიანტისათვის ავიღეთ ხორბლისა და სიმინდის 50-50 მარცვალი. გარეცხილი თესლი ჩავალბეთ თბილ წყალში 5 სთ-ის განმავლობაში. შემდეგ კი 5-7 დღის განმავლობაში 25-26°C ვატენიანებდით. თესლის აღმოცენების ინტენსივობა და საცდელი კულტურის აღმონაცენის განვითარება შეფასდა ინკუბაციის მე-5 დღეს. სოკოს შტამების კულტურალური სითხის ფილტრატის ფიტოტოქსიკურობა და ზრდის ინჰიბირება განვსაზღვრეთ ზრდის ეფექტით: გაღვივებული თესლის რაოდენობით, ღვიისა და ფესვის სიგრძით. შედეგების აღრიცხვა, გაზომვა, საშუალო მაჩვენებლების გამოთვლა და შეფასება მოხდა მილიმეტრებში. მიღებული პროცენტული მაჩვენებლები შევადარეთ საკონტროლო ვარიანტს. წყალში გაღვივებული თესლები ჩაითვალა საკონტროლოდ როგორც 100%.

ტოქსიკურად ითვლება სატესტო კულტურები, როცა ხდება თესლის ჩანასახის შემცირება, ზრდის დათრგუნვა, გაღვივების შეზღუდვა 30%-ით კონტროლთან შედარებით [3]. ფიტოტოქსინების მიმართ ეფექტურობის შესასწავლად, ცდის ერთ ვარიანტში დავამატეთ მცენარეთა დამცავი ბიოპრეპარატი - „ფიტოსპორინ-M“.

კვლევის შედეგები

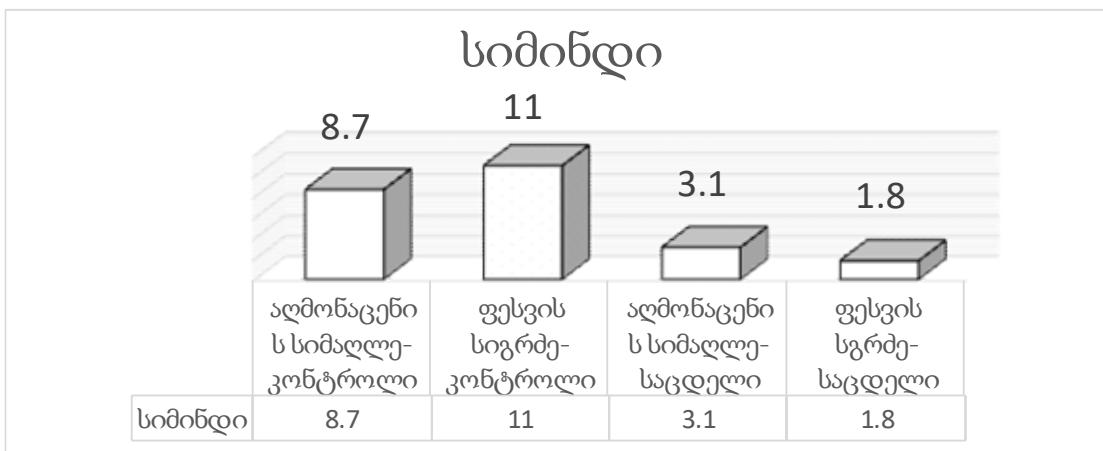
Alternaria-სა და *Fusarium*-ის ფილტრატების ფიტოტოქსიკურობის შეფასება ხორბლისა და სიმინდის თესლებზე ზემოქმედებიდან 7 დღის შემდეგ, მიუთითებს თესლის გაღვივების მნიშვნელოვან დათრგუნვაზე.

დიაგრამა 1. თესლის ინჰიბირების საშუალო მაჩვენებელი



დიაგრამა 1-დან ჩანს, რომ სიმინდის თესლებმა აჩვენეს გაღვივების ყველაზე მაღალი ინჰიბირება - 81%, ხოლო ხორბალმა კი - 67%. ამის საპირისპიროდ, Fitosporin-M"-ით დამუშავებულმა თესლებმა აჩვენეს ინჰიბირების გაცილებით დაბალი რიცხვი -30%. სავარაუდოა, რომ Fitosporin-M არა მხოლოდ უზრუნველყოფს დაცვას, არამედ ამცირებს სოკოვანი ფილტრატების ინჰიბიტორულ ეფექტებს. გარდა ამისა, სოკოს ფილტრატების ფიტოტოქსიკურობამ ასევე უარყოფითად იმოქმედა სიმინდის ნერგების ზრდაზე და ფესვის სიგრძეზე საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით. ეს ხაზს უსვამს ალტერნარიასა და ფუსარიუმის ძლიერ ფიტოტოქსიურ ზემოქმედებას მარცვლოვან კულტურებზე და "ფიტოსპორინ-M"-ის პოტენციურ ეფექტურობას ამ უარყოფითი ეფექტების შესამცირებლად.

დიაგრამა 2.

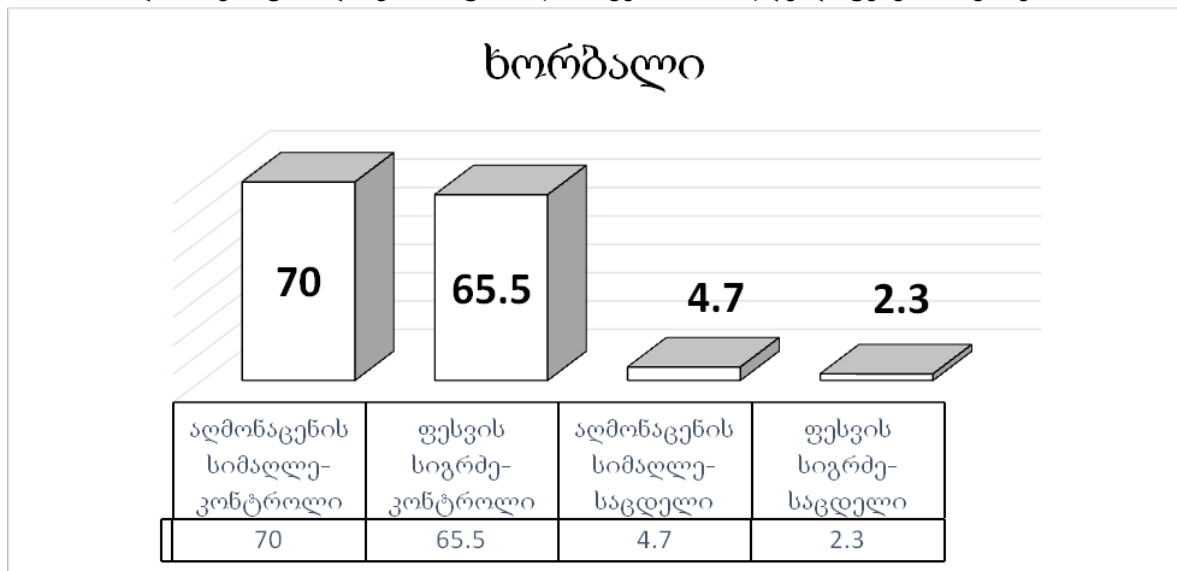


სიმინდის აღმონაცენისა და ფესვის სიგრძის ზრდის მონაცემების ანალიზის შედეგად ირკვევა, რომ *Alternaria*-სა და *Fusarium*-ის სოკოების ფილტრატები მნიშვნელოვნად აფერხებენ მცენარის განვითარებას. კერძოდ, *Alternaria*-ს ფილტრატის ზემოქმედებით სიმინდის აღმონაცენის საშუალო სიგრძე შეადგენს 8.7 ერთეულს, ხოლო ფესვის სიგრძე მცირდება და შეადგენს 3.1 ერთეულს. *Fusarium*-ის ფილტრატმა კი სიმინდის აღმონაცენის სიგრძე გაზარდა 11 ერთეულამდე, თუმცა ამავე დროს ფესვის სიგრძე მნიშვნელოვნად შემცირდა და მხოლოდ 1.8 ერთეული შეადგინა.

შედეგებიდან ჩანს, რომ *Fusarium*-ის სოკოს ზეგავლენა სიმინდის ფესვების ზრდაზე მეტად გამოხატულია, რაც მის მაღალ ფიტოტოქსიურობას ადასტურებს. მიუხედავად იმისა, რომ *Alternaria*-ს ფილტრატი ასევე ავლენს ნეგატიურ ზემოქმედებას, *Fusarium*-თან შედარებით ნაკლებად აფერხებს ფესვების ზრდას. აღნიშნული შედეგები მიუთითებს, რომ ორივე სოკო მნიშვნელოვნად ზემოქმედებს სიმინდის მცენარის განვითარებაზე, თუმცა *Fusarium* გამოირჩევა უფრო გამოკვეთილი ფიტოტოქსიური ზეგავლენით, რაც ფესვის განვითარების კრიტიკულ დაქვეითებაში გამოიხატება.

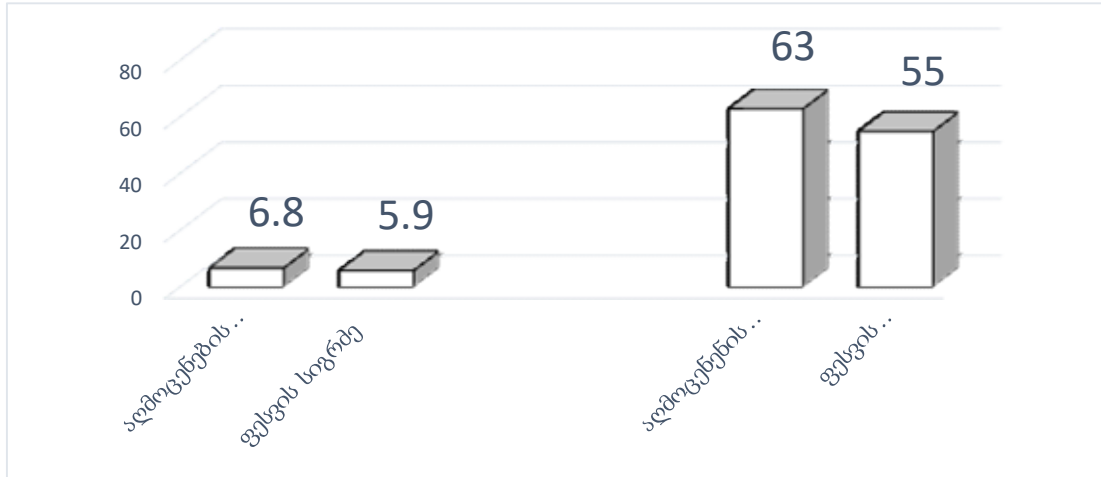
დიაგრამა 3.

ხორბლის საკონტროლო ვარიანტში აღმონაცენის სიმაღლე და ფესვის სიგრძე



ხორბლის საკონტროლო ვარიანტში აღმონაცენის სიმაღლე შეადგენდა 70 მმ-ს, ფესვის სიგრძე - 65,4 მმ, საცდელ ვარიანტებში კი - აღმონაცენის საშუალო სიმაღლე შეადგენდა 4.7 მმ-ს, ფესვის სიგრძე 2,3მმ-ს. ფუსარიუმი ავლენს უფრო ძლიერ ფიტოტოქსიურ ეფექტს როგორც სიმინდზე, ასევე ხორბალზე ალტერნარიასთან შედარებით, განსაკუთრებით ფესვების ზრდის დათრგუნვის თვალსაზრისით. მიუხედავად იმისა, რომ ალტერნარია ასევე გავლენას ახდენს მცენარის ზრდაზე, მისი ეფექტი ნაკლებად მძიმეა. ფესვის სიგრძის მნიშვნელოვანი შემცირება, რომელიც გამოწვეულია ფუსარიუმით ორივე მცენარის

სახეობაში, ხაზს უსვამს მის პოტენციალს, როგორც უფრო საშიშ პათოგენს, რომელსაც შეუძლია სერიოზულად იმოქმედოს მოსავლის განვითარებასა და პროდუქტიულობაზე.
დიაგრამა 3.



„ფიტოსპორინ-M“-თ დაცულ ვარიანტში სიმინდის აღმონაცენის საშუალო სიმაღლე იყო 6,8 მმ, ფესვის სიგრძე - 5,9 მმ, ხორბლის აღმონაცენის საშუალო სიმაღლე 63 მმ, ფესვის სიგრძე კი 55 მმ.

ამრიგად, სიმინდისა და ხორბლის თესლებმა აჩვენეს სოკოვანი დაბინძურების მაღალი პროცენტი.

სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადებებისგან მცენარეთა დამცავი, ბიოფუნგიციდის - „ფიტოსპორინ-M“ ეფექტურობის კვლევაში, ბიოპრეპარატის მოქმედებამ გვიჩვენა კონტროლთან მიახლოებული შედეგები, რაც მის მაღალ ბიოფუნგიციდურ უნარზე მიუთითებს. კვლევის შედეგები მნიშვნელოვანი და სიახლის შემცველია, რადგანაც აღნიშნული ახალი თაობის მიკრობიოლოგიური პრეპარატი, შეიცავს ბუნებრივ ანტიბიოტიკებს, ვიტამინებს, ფერმენტებს, რომლებიც ხელს უწყობენ პათოგენური სოკოების უჯრედების კედლის რღვევას, ასევე მცენარის ზრდის აღდგენას და სტიმულაციას, დაავადებების ან არახელსაყრელი პირობებით გამოწვეული დასუსტების შემდეგ.

დასკვნა

სოკოები *Alternaria* და *Fusarium*-ი გამოირჩევიან მაღალი ფიტოტოქსიკური აქტივობით. მარცვლოვანთა (სიმინდი, ხორბალი) თესლები ავლენს სოკოვანი დაბინძურების მაღალ პროცენტს, რაც მიუთითებს იზოლირებული სოკოს მიკოტოქსინის გამომუშავება-კოლონიზაციასა და მათ მაღალ ფიტოტოქსიკურ აქტივობაზე. „ფიტოსპორინ-M“ ხასიათდება მაღალი ბიოფუნგიციდური და მცენარის ზრდის სტიმულაციის უნარით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- [1] Evidente, A.; Cimino, A.; Masi, M. Phytotoxins produced by pathogenic fungi of agrarian plants. *Phytochem. Rev.* 2019, 18, 843–870. [Google Scholar] [CrossRef].
- [2] Hannibal, F.B. Toxicogenicity and pathogenicity of fungi of the genus *Alternaria* for cereals. Laboratory of Mycology and Phytopathology. A.A. Yachevsky VIZR. History and Modernity / Ed. A.P. Dmitriev. - St. Petersburg. 2007. P. 82–93.
- [3] Ismaiel, Ahmed.; Papenbrock Jutta. Mycotoxins: Producing Fungi and Mechanisms of Phytotoxicity. *Agriculture* 2015(5):492-537 DOI:10.3390/agriculture5030492 License.
- [4] J. Flood, "The importance of plant health to food security," *Food Security*, vol. 2, pp. 215-231, 2010.
- [5] Presti, L.; Lo, D.; Lanver, G.; Schweizer, S.; Tanaka, L.; Liang.; M. Tollot, A.; Zuccaro, S. Reissmann and R. Kahmann, "Fungal effectors and plant susceptibility," *Annu Rev Plant Biol*, vol. 66, pp. 513-45, 2015.
- [6] Pankova, A.V.; Valiullin, R, Lenar.; Afordoanyi, Daniel Mawuena.; Safin Radik. Identification of Phytotoxic and Phytopathogenic Fungi on Grains and Wheat Seedlings. Conference: International scientific and practical conference "AgroSMART
- [7] Xu, D.; Xue, M.; Shen Zh.; Jia, X.; Hou, X.; Lai, D.; and Zhou, L. Phytotoxic Secondary Metabolites from Fungi. 2021 Apr;13(4):261. Published online 2021 Apr 6. doi: 10.3390/toxins13040261.

**Impact of Micromycetes Phytotoxicity on the Germination of Economically Important Legumes
Summary**

The investigation of phytotoxic substances produced by micromycetes has become increasingly vital due to their ability to hinder seed germination and reduce the yield of crucial agricultural crops. These secondary metabolites, such as mycotoxins, allergens, and enzymes produced by various micromycetes, not only contribute to plant diseases but also pose significant health risks to humans and animals due to their carcinogenic and mutagenic properties. In developing countries, these phytotoxins cause extensive damage to crops, leading to substantial agricultural losses.

Fungal contamination is typically evaluated by isolating fungi that colonize plants and analyzing their impact on seed quality, germination rates, seedling vigor, and the growth of roots and coleoptiles. This study aimed to assess the phytotoxic activity of toxin-producing fungi, specifically *Alternaria* and *Fusarium*, on cereal seeds' germination and early growth.

Bioassay techniques examined the toxicity of fungal cultures from *Fusarium* and *Alternaria*, isolated from the roots and seedlings of infected kiwi, raspberry, blueberry, tomato, and potato plants. The study focused on the wheat variety 'Bezostaya 1' and the corn variety 'Ajameti Tetri', which were treated with culture fluids derived from fungal mycelium grown on Chapek's synthetic liquid nutrient medium. The effects of these filtrates on seed germination, seedling growth, and root development in wheat and maize were measured. Additionally, the protective efficacy of the biofungicide 'Fitosporin-M' against fungal and bacterial diseases in plants was evaluated. The study results indicate that *Alternaria* and *Fusarium* fungi exhibit significant phytotoxic activity, leading to high levels of contamination in cereal seeds, while "Fitosporin-M" demonstrates strong biofungicidal properties and promotes plant growth effectively.