# RASPBERRY PRODUCTION MANUAL

## Georgia New Economic Opportunities Initiative

ეს ნაშრომი ლიცენზირებულია არაკომერციული საერთაშორისო ლიცენზიის Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License მიერ. ლიცენზიის ასლი მოიპოვება ამ ვებ- გვერდზე https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

ამ ლიცენზიით საშუალება გეძლევათ:

- ნაშრომის გავრცელების ნებისმიერი ფორმით ან საშუალებით
- ნაშრომის ადაპტირების და გარდაქმნის

პირობები:

- ატრიბუცია: ამ ლიცენზიის გამოყენების შემთხვევაში ლიცენზიის ელექტრონული გვერდი უნდა იყოს მითითებული. ამ ნაშრომის გავრცელებით შთაბეჭდილება არ უნდა შეიქმნას რომ ლიცენზორი მხარს უჭერს თქვენს მიერ მასალის გამოყენებას.
- არაკომერციული ხასიათი. ამ მასალის კომერციული მიზნებისათვის გამოყენება დაუშვებელია.
- დამატებითი შეზღუდვები. მასალების ლიცენზიით დაშვებული გამოყენების კანონიერად შეზღუდვა დაუშვებელია.

უწყება:

- ლიცენზორის შეზღუდვები არ ვრცელდება ამ მასალის საჯაროდ ხელმისაწვდომ ელემენტებზე ან/და მასალის გამოყენებისათვის გამონაკლისის არსებობის შემთხვევაში.
- გარანტია არ აძლევა. ამ ლიცენზიამ შეიძლება არ მოგცეთ ყველა საჭირო ნებართვა მასალის მოხმარებისთვის. მაგალითად, სხვა უფლებებმა როგორიცაა საჯაროობა, კონფიდენციალურობა ან მორალური უფლებები, შეიძლება შეზღუდოს ამ მასალის გამოყენება.

**This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/**

**Under this License**

**You are free to:**

- Share: copy and redistribute the material in any medium or format
- Adapt: remix, transform, and build upon the material

**Under the following terms:**

- Attribution: You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
- Non-Commercial: You may not use the material for commercial purposes.
- No additional restrictions: You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

**Notices:**

- You do not have to comply with the license for elements of the material in the public domain or where your use is permitted by an applicable exception or limitation.
- No warranties are given. The license may not give you all of the permissions necessary for your intended use. For example, other rights such as publicity, privacy, or moral rights may limit how you use the material.

დევიდ ვიჩა

# ჟოღო

## ფერმერის გზამკვლევი

USAID | GEORGIA
FROM THE AMERICAN PEOPLE

დევიდ პიჩა

# ქოღო

## ფერმერის გზამკვლევი

USAID | GEORGIA
FROM THE AMERICAN PEOPLE

წინამდებარე პუბლიკაციის გამოცემა შესაძლებელი გახდა ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს (USAID) მიერ გაწეული დახმარების შედეგად. პუბლიკაცია შემუშავებულია USAID-ის ახალი ეკონომიკური შესაძლებლობების (NEO) ინიციატივის  მიერ და მისი შეხედულებების გათვალისწინებით. პუბლიკაცია არ გამოხატავს ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტოსა და ამერიკის შეერთებული შტატების მთავრობის მოსაზრებებს.

თბილისი 2014

**ავტორი:** დ. პიჩა (ლუიზიანას უნივერსიტეტის მეხილეობის პროფესორი)
**თარგმანი:** ა. ადამია
**რედაქტორი:** ზ. ბობოქაშვილი (ასოცირებული პროფესორი)
**გამოცემის კოორდინატორი:** ე. შერმადინი (პროექტის კონსულტანტი)

© პირველი გამოცემა

ჟოლო/დევიდ პიჩა, რედ. ზ.ბობოქაშვილი, თბილისი, 2014.
47 გვ. ილუსტრაციებით – (ფერმერის გზამკვლევი), ქართულ ენაზე.

ISBN 978-9941-0-7100-3

გზამკვლევი განკუთვნილია მოცემულ სფეროში მომუშავე ფერმერების, აგრონომების, სპეციალისტების, მოყვარული მებაღეებისა და სხვა დაინტერესებული პირების ფართო წრისთვის.

USAID-ის ახალი ეკონომიკური შესაძლებლობების ინიციატივა – NEO
ნ. რამიშვილის ქუჩა # 6 ა
თბილისი 0179, საქართველო
ტელ: +995 32 225 05 61
ფაქსი: +995 32 225 05 41
office@georgianeo.ge
www.georgianeo.ge

# სარჩევი


| | |
|---|---|
| შესავალი | 4 |
| ადგილის შერჩევა | 4 |
| ნაკვეთის მომზადება გასაშენებლად | 5 |
| მცენარეების რიგების მოწყობა | 10 |
| ბაღის გაშენება | 10 |
| ჯიშების შერჩევა | 12 |
| მცენარეთა შორის მანძილი | 12 |
| საყრდენი სისტემები | 13 |
| გასხვლა | 14 |
| განოყიერება | 15 |
| მორწყვა | 20 |
| დამტვერვა | 21 |
| დაცული სტრუქტურები | 22 |
| მავნებლებთან ბრძოლა | 23 |
| სარეველები | 24 |
| მწერები | 24 |
| დაავადებები | 35 |
| სათანადო სიმწიფის ნიშნები მოსავლის ასაღებად | 46 |
| მოსავლის კრეფის მეთოდები | 46 |

## შესავალი

საქართველოს თითქმის ყველა რეგიონში მოიძებნება ადგილები, სადაც ჟოლოს (Rubus idaeus) მოყვანისთვის ხელსაყრელი აგროკლიმატური პირობებია. მართალია, საქართველოში ჟოლო ამჟამად დიდი რაოდენობით არ მოჰყავთ, მაგრამ ამ კულტურის წარმოების გაფართოებისთვის შესანიშნავი პოტენციალია. იმ ფერმერებს, რომლებსაც შეუძლიათ მაღალი ხარისხის ჟოლოს სტაბილური მიწოდების უზრუნველყოფა, აქვთ რეალიზაციის კარგი შესაძლებლობები როგორც ქვეყნის შიგნით, ისე, საზღვარგარეთ. ჟოლოს წარმოების გრძელვადიანი მდგრადობისთვის საჭიროა აგროტექნიკისა და მოსავლის აღების შემდგომი მოვლის ტექნოლოგიების მუდმივი გაუმჯობესება, ამასთან ერთად, კრეფის სეზონის გახანგრძლივება ახალი ჯიშების გაშენებით და სასათბურე კონსტრუქციების გამოყენებით. მართალია, ჟოლოს მოყვანა საკმაოდ მომგებიანია, მაგრამ გასათვალისწინებელია, რომ მისი წარმოება დიდ ხარჯებთან არის დაკავშირებული, კერძოდ, ჟოლოს წარმოებისთვის აუცილებელია ჯანსაღი სარგავი მასალის შესყიდვა, წვეთოვანი სარწყავი სისტემის მონტაჟი, მავნებლებთან ბრძოლისთვის საჭირო მოწყობილობები და აღჭურვილობა, საყრდენი სისტემის მოწყობა და მუშახელი დარგვის, გასხვლის, მავნებლებისგან დაცვის და მოსავლის აღების პროცესების ხარისხიანად და დროულად ჩასატარებლად.

მოცემული გზამკვლევის მიზანია ჟოლოს წარმოებისა და მოსავლის აღების შემდეგ სასაქონლო დამუშავების შესახებ ამომწურავი ტექნიკური ინფორმაციის მოწოდება.

## ადგილის შერჩევა

ჟოლოს დასარგავად ნაკვეთის შერჩევისას საჭიროა რამდენიმე ძირითადი ფაქტორის გათვალისწინება: ნიადაგის ტიპი და მისი ნაყოფიერება, დრენაჟის სისტემა, ქარისგან დაცულობა, მზით განათება, წყლის ხელმისაწვდომობა და წინამდებარე კულტურების სახეობა. ჟოლოს დასარგავად შერჩეულ ადგილს მთლიანად უნდა ხვდებოდეს მზის სინათლე. უნდა შეარჩიეს დრენაჟის კარგი უნარის მქონე, ბუნებრივად ნაყოფიერი, ორგანული ნივთიერებების მაღალი შემცველობის (2-4%) ნიადაგი, რომლის pH-ის მაჩვენებელი 6.0-იდან და 7.0-მდეა. ჟოლოსთვის უფრო ხელსაყრელია ქვიშნარი ან მსუბუქი თიხნარი სტრუქტურის მქონე ნიადაგი, თუმცა კარგად ხარობს, ასევე, დრენაჟის კარგი უნარის მქონე თიხიან ნიადაგებზეც.

ნაკვეთის შერჩევისას ძალიან მნიშვნელოვანია წყლის დრენაჟის საკითხი, ვინაიდან ჟოლოს ფესვთა სისტემა ნიადაგში 1 მეტრის სიღრმეზე ვრცელდება. ჟოლოს არაერთი ჯიში მგრძნობიარეა ფიტოფტორით გამოწვეული ფესვის სიდამპლისა და ნიადაგის სხვა სოკოვანი დაავადებების მიმართ (მაგალითად, Fusarium, Verticillium), რომლებიც მრავლადაა არასათანადო დრენაჟის მქონე ნიადაგებში. გრუნტის წყლების დონე არ უნდა აღწევდეს ნიადაგის ზედაპირიდან 1 მეტრის სიღრმეზე. ასევე, უნდა მოერიდოთ წყალშეუღწევი ქვენიადაგის მქონე ადგილებს.

ჟოლოს გასაშენებლად დაგეგმილ ნაკვეთზე წყლის დრენაჟის სისტემის შემოწმება შესაძლებელია მარტივი მეთოდით. ნაკვეთზე საცდელი მიზნით ამოიღეთ რამდენიმე, დაახლოებით, 75 სმ სიღრმის და 15სმ სიგანის ორმო გაზაფხულის დასაწყისში ან შემოდგომის ბოლოს, როდესაც ნიადაგი გაჯერებულია წყლით, მაგრამ არ არის გაყინული. ორმოში ჩაასხით 20 ლიტრი წყალი და ერთი საათის შემდეგ შეამოწმეთ. თუ წყალი ორმოს ძირში დაგუბდა, ადგილის დრენაჟის უნარიანობა არასაკმარისია და ჟოლოს გასაშენებლად ნაკლებად გამოდგება.

ჟოლო უნდა გაშენდეს სწორ ან ოდნავ დაქანებულ (<8 %) მიწის ფართობებზე. ნიადაგის ეროზიის თავიდან ასაცილებლად რიგები უნდა მოეწყოს დაქანების საწინააღმდეგო მიმართულებით. ძალიან მნიშვნელოვანია ნარგავების ირგვლივ ჰაერის სათანადო მოძრაობა. ჰაერის მოძრაობა ხელს უწყობს ფოთლების ზედაპირის გაშრობას და ამცირებს დაავადების ხელშემწყობი პირობების წარმოქმნას. ჰაერის ცირკულაცია, ასევე ამცირებს მცენარეების გაყინვის საფრთხეს. როდესაც მცენარეები დარგულია შედარებით მაღალ, დაქანებულ ნაკვეთზე, ცივი ჰაერი ფერდობიდან მიემართება ყველაზე დაბალი წერტილისკენ. თუ არ დაგუბდა ცივი ჰაერი ქვედა ადგილებში, ნაკლებ სავარაუდოა გვიანი გაზაფხულის ყინვებით ნარგავების დაზიანება. მეორე მხრივ, ჟოლო დაცული უნდა იყოს ძლიერი ქარისგან, რომელიც ამცირებს მცენარეთა სიძლიერეს და აფერხებს ღეროს ზრდას.

ასევე, საჭიროა ნაკვეთის ადგილმდებარეობის გათვალისწინება დასარგავი ადგილის განსაზღვრისას. როგორც წესი, ჟოლო უკეთესად იზრდება ჩრდილოეთ ფერდობებზე.

ახალი პლანტაცია მაქსიმალურად უნდა იყოს დაშორებული გარეული ჟოლოსგან. ნარგავიდან 300 მეტრის მანძილზე გარეული ჟოლო უნდა მოაცილოთ, რათა არ მოხდეს ახალ ნარგავებში ბუგრით ან ციკადებით გადამტანი ვირუსული დაავადებების გავრცელება. ჟოლოს დარგვა მიზანშეწონილია არ არის ისეთ ადგილებზე, სადაც მანამდე დარგული იყო მარწყვი, პომიდორი, კარტოფილი, ბადრიჯანი, წიწაკა ან ჟოლო და მაყვალი. ჩამოთვლილი მცენარეები მგრძნობიარეა ვერტიცილიოზური ჭკნობისადმი, დაავადების გამომწვევი სოკო ნიადაგში შეიძლება მრავალი წლის განმავლობაში დარჩეს და დააავადოს ახალდარგული ჟოლო.

## ნაკვეთის მომზადება გასაშენებლად

უმჯობესია, თუ ჟოლოს გასაშენებლად ადგილი შეირჩევა დარგვამდე ერთი წლით ადრე. ნაკვეთის მომზადებისა და ნიადაგის დამუშავებისთვის საჭირო ღონისძიებების ჩასატარებლად საჭიროა სათანადო დრო. ნიადაგის მომზადების შესაბამის ღონისძიებებს შორისაა ნიადაგის დრენაჟის გაუმჯობესება, pH-ის კორექტირება, ნიადაგში საკვები და ორგანული ნივთიერებების შეტანა და მრავალწლიანი სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლა. ნიადაგში მწერების პოპულაციის, მაგ., მავთულა ჭიების და ღრაჭების შესამცირებლად ნაკვეთზე ჟოლოს დარგვამდე უნდა დაითესოს მინდვრის ია ან მარცვლოვანი კულტურები. ეს, განსაკუთრებით, რეკომენდებულია მაშინ, თუ ნაკვეთზე წინა წლებში ყამირი მიწა იყო ან საფურაჟე პარკოსანი მცენარეები მოჰყავდათ.

ჟოლოს დარგვამდე ნაკვეთი უნდა გაიწმინდოს წინა ნათესებისგან დარჩენილი ნებისმიერი ნარჩენისგან. ნიადაგი უნდა მოიხნას ან დამუშავდეს შემოდგომაზე, რათა მომდევნო გაზაფხულზე პლანტაცია გაშენდეს.

**ორგანული ნივთიერებები**

ჟოლოს წარმატებით მოსაყვანად მნიშვნელოვანია ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების საკმარისი რაოდენობით არსებობა. ორგანული ნივთიერებები აუმჯობესებენ ნიადაგის სტრუქტურას და იცავენ მას გამორეცხვისგან. ორგანული ნივთიერება, ასევე, აუმჯობესებს ნიადაგის მიერ წყლის შენარჩუნების უნარიანობას. ნიადაგს უხვად უნდა დაამატოთ ორგანული ნივთიერებები. ორგანული სასუქი შეიძლება იყოს წარმოდგენილი ცხოველის ნაკელთან შერეული ჩალის სახით, მწვანე მცენარეულობით (სუდანურა, საშემოდგომო ხორბალი და სხვა) ან კომპოსტით. ერთ ჰექტარზე ემატება ამ ნივთიერებების 30-დან 50-მდე ტონა, რომელიც უნდა გაიშალოს მთელ ფართობზე. ასეთი ღონისძიების გამოყენებისას ქვიშიან ნიადაგებზე იზრდება წყლის შეკავების უნარი, ხოლო თიხის მაღალი შემცველობის მქონე ნიადაგებში შესამჩნევად უმჯობესდება სტრუქტურა, დრენაჟი და აერაცია (სურათი 1).

ნახატი 1. ჟოლოს დარგვამდე ნიადაგში უხვად უნდა იქნას შეტანილი ორგანული სასუქი – ნაკელი.

ჟოლოს მოსაყვანად განკუთვნილი ნაკვეთი ჟოლოს დარგვამდე უნდა მოიხნას, დაიფარცხოს და საფუძვლიანად დამუშავდეს როტაციული კულტივატორით არანაკლებ 30 სანტიმეტრის სიღრმეზე. თუ ქვენიადაგი გარკვეულწილად წყალგაუმტარია, წყლის გამტარიანობის უნარს მნიშვნელოვნად ზრდის მისი ღრმა გაფხვიერება. აღნიშნული ღონისძიება ხორციელდება შესაბამისი სასოფლო–სამეურნეო იარაღებით: სიღრმისეული გაფხვიერება (საპლანტაჟე გუთანი, საჭრისი–გუთანი, რიპერი, ჩიზელი და სხვა), რომლებსაც შეუძლია ნიადაგში 70-75 სმ-ის სიღრმეზე ჩასვლა. რიპერი – საჭრისი გუთანი აღწევს ორტშტეინის (გამკვრივებული ფენა) დონის ქვემოთ და შლის ამ ფენას.

ნახატი 2. მრავალჩიზელიანი იარაღი ეფექტურად ამუშავებს და შლის ნებისმიერ ორტშტაინს.

ქვენიადაგის გაფხვიერება სრულდება ჯვარედინად მთელ ნაკვეთზე 90 გრადუსიანი კუთხით. ასეთი დამუშავებისას ნიადაგი არ უნდა იყოს სველი; წინააღმდეგ შემთხვევაში ქვენიადაგის გაფხვიერების შედეგად მიღებული დადებითი შედეგი გაცილებით ნაკლები იქნება, ვიდრე ამ ღონისძიებით გამოწვეული დატკეპნით მიყენებული ზიანი.

**ნიადაგის ანალიზი**

ჟოლოს დარგვამდე ერთი წლის განმავლობაში მის მოსაყვანად შერჩეული ნაკვეთის რამდენიმე ადგილიდან უნდა აიღოთ და შეამოწმოთ ნიადაგის ნიმუშები (სურათი 3). ნიადაგთან დაკავშირებული პრობლემების გამოსწორება ყოველთვის უფრო იოლია მცენარეების დარგვამდე, ვიდრე მათი გაშენების შემდეგ. რეკომენდებულია თითო ჰექტარიდან ნიადაგის სულ მცირე 5 ნიმუშის აღება.

ნიადაგის ნიმუშები უნდა შემოწმდეს pH-ის შემცველობაზე, ორგანული ნივთიერებების პროცენტულ შემცველობაზე, მარილიანობაზე, მაკრო და მიკრო ელემენტების შემცველობასა და ნემატოდებზე. ნიადაგის ანალიზი, როგორც წესი, სრულდება სპეციალიზებული ლაბორატორიების ან უნივერსიტეტების მიერ. ასევე, შესაძლებელია ნიადაგის pH-ის, მარილის და გარკვეული მინერალური ელემენტების შემცველობის საზომი ხელსაწყოს შეძენა და მისი გამოყენება მარტივი ანალიზის ჩასატარებლად.

სურათი 3. ნიადაგის სინჯის ამოღება სპეციალური ინსტრუმენტით.

**ნიადაგის არის რეაქცია — pH**

ნიადაგის არის რეაქცია – pH დიდ გავლენას ახდენს ჟოლოს ნარგავებისთვის საკვები ნივთიერებების არსებობასა და მათ სიძლიერეზე. ჟოლოს ფესვთა სისტემისთვის pH-ის ოპტიმალური დონეა 6.5 ± 0.5. მნიშვნელოვანი გადახრა ნიადაგის მოცემული pH საზღვრებიდან უარყოფითად აისახება მცენარეთა სიძლიერეზე. ნიადაგის ოპტიმალური pH ქმნის ისეთ გარემოს, საიდანაც ჟოლოს ფესვები შეძლებენ არსებული მინერალური ელემენტების საკმარისად შეწოვას.

ჟოლოს დასარგავად განკუთვნილი ნაკვეთის ნიადაგის pH დონე ჟოლოს დარგვამდე უნდა შემოწმდეს რამდენიმე ადგილიდან აღებული ნიმუშების ანალიზით. უნდა ავიღოთ ზედა შრის (ზედა 15 სმ) და ქვენიადაგის (30-60 სმ სიღრმეზე) ნიმუშები. თუ რომელიმე შრის pH 6.0-ზე ნაკლები ან 7.0-ზე მაღალია, საჭირო იქნება წვრილმარცვლოვანი კირქვის ან გოგირდის დამატება, რათა შესაბამისად შეიცვალოს pH–ი ნიადაგის ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე. ნიადაგის pH-ის კორექტირება საკვები ნივთიერებების მართვის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური მეთოდია ჟოლოს მოსავლიანობის გასაუმჯობესებლად. ნიადაგის pH-ის კორექტირება უნდა განხორციელდეს ჟოლოს დარგვამდე. პლანტაციის დარგვის შემდეგ ძალიან რთულია ნიადაგის pH-ის შეცვლა.

ნიადაგის pH-ის მაჩვენებლის გაზომვა მარტივად შეიძლება პორტატული pH-ის საზომი ხელსაწყოთი, რომელიც აღჭურვილია სპეციალური ელექტროდით წყალბადის იონების კონცენტრაციის გასაზომად. ნაკლებად ზუსტ შედეგებს მივიღებთ ფერებიანი ინდიკატორების და ლაკმუსის ქაღალდის გამოყენებისას, თუმცა ნიადაგის pH-ის დასადგენად შესაძლებელია ამ მეთოდების გამოყენებაც.

ნიადაგის pH-ის დასადგენად ტარდება შემდეგი პროცედურა: 1 წილი ნიადაგი ერევა 1 წილ გამოხდილ/დეიონიზებულ წყალს, რომელსაც აქვს pH-ის ნეიტრალური დონე – 7. ნიადაგის და წყლის ნარევი უნდა შეინჯღრეს, დაახლოებით, 1 წუთის განმავლობაში, შემდეგ კი დაიდგას დასალექად არანაკლებ 30 წუთი (სურათი 4). ნარევში ინსტრუმენტის მოთავსებისას დისპლეიზე დაიწერება ნიადაგის pH-ის მაჩვენებელი.

სურათი 4. ნიადაგის pH-ის საზომი პორტატული ხელსაწყო.

**ნიადაგის pH-ის შეცვლა**

ნიადაგის pH-ის მაჩვენებელი შეიძლება გაიზარდოს კირის დამატებით ან შემცირდეს ელემენტარული გოგირდით. ამ დანამატების ნიადაგში შეტანა საჭიროა დარგვამდე სულ მცირე რამდენიმე თვით ადრე. ნიადაგის pH-ის შესაცვლელად კირის ან გოგირდის რაოდენობა განისაზღვრება იმით, თუ რამდენად წვრილად არის ეს დანამატები დაფქული (მარცვლის ზომა) და ნიადაგის ბუფერული უნარით. მარცვლების დიდი რაოდენობა (60-100) მიანიშნებს წვრილად დაფქულ კირსა ან გოგირდზე, რომლებიც უფრო სწრაფად შედის რეაქციაში ნიადაგის pH-ის შესაცვლელად. ნიადაგის ბუფერული უნარი დამოკიდებულია კათიონების გაცვლის უნარიანობაზე (CEC) და არსებული ორგანული ნივთიერებების შეკავების უნარზე. მაღალი CEC-ის ან/და ორგანული ნივთიერებების მაღალი შემცველობის ნიადაგის ბუფერულობა უფრო მაღალია; ასეთ ნიადაგებზე საჭიროა უფრო დიდი რაოდენობით კირის ან გოგირდის დამატება pH-ის იმავე დონით ცვლილებისთვის.

ტუტოვან ნიადაგში (pH>7) წვრილმარცვლოვანი გოგირდი უნდა შევიდეს ნიადაგის ზედა 20 სმ ფენაში დარგვამდე სულ მცირე რამდენიმე თვით ადრე pH-ის მაჩვენებლის ოპტიმალურ ზღვრამდე შესამცირებლად. ნიადაგის ცვლილება დარგვამდე ბევრად უფრო იოლია, ვიდრე დარგვის შემდეგ. გასათვალისწინებელია, რომ ნიადაგის ზედაპირზე მარცვლოვანი გოგირდის დამატებით შემცირდება მხოლოდ ზედა რამდენიმე სმ-ის pH-ის დონე. თუმცა, დროთა განმავლობაში pH-ის დონე თანდათანობით შემცირდება ნიადაგის ღრმა ფენებშიც.

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში ნაჩვენებია სხვადასხვა სტრუქტურის ნიადაგში pH-ის 6.5-მდე შესამცირებლად წვრილმარცვლოვანი გოგირდის საჭირო რაოდენობა.

| გოგირდი (ტონა/ჰექტარზე) | | |
|---|---|---|
| ნიადაგის სტრუქტურა | pH 8.5 - 6.5 | pH 7.5 - 6.5 |
| ქვიშა | 2.9 | 2.2 |
| ქვიშნარ–ლამიანი | 2.3 | 1.8 |
| ლამი | 2.0 | 1.4 |
| მსუბუქი თიხნარი | 1.6 | 1.1 |
| მძიმე თიხნარი | 1.2 | 0.7 |

მჟავე ნიადაგებში, რომლის pH 6.0-ზე ნაკლებია, აუცილებელი იქნება ნიადაგის pH-ის 6.5 ± 0.5-მდე გაზრდა ფესვთა ზონაში ჟოლოს ოპტიმალური ზრდის მისაღებად. აღნიშნული ხორციელდება წვრილად დაფქვილი კირქვის ($CaCO_3$), დოლომიტის კირქვის [$CaMg(CO_3)_2$] ან ჰიდრატირებული კირის ($CaOH_2$) ნიადაგში შერევით დარგვამდე სულ ცოტა რამდენიმე თვით ადრე, რათა ნიადაგს მიეცეს pH-ის შეცვლის დრო. დასამატებელი კირქვის რაოდენობა დამოკიდებულია ნიადაგის pH-ზე, CEC-ზე და ორგანული ნივთიერებების პროცენტულ შემცველობაზე. დაბალი CEC-ს მქონე ნიადაგის pH უფრო სწრაფად გაიზრდება მაღალი CEC-ის მქონე ნიადაგთან შედარებით.

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში წარმოდგენილია წვრილმარცვლოვანი კირქვის საჭირო რაოდენობა pH-ის მაჩვენებლის 6.5-მდე გასაზრდელად სხვადასხვა ტექსტურის ნიადაგში.

| კირქვა (ტონა ჰექტარზე) | | |
|---|---|---|
| ნიადაგის სტრუქტურა | pH 4.5 - 6.5 | pH 5.5 - 6.5 |
| ქვიშა | 2.8 | 1.5 |
| ქვიშნარ–ლამიანი | 5.3 | 3.3 |
| ლამი | 7.5 | 4.3 |
| მსუბუქი თიხნარი | 8.7 | 5.0 |
| მძიმე თიხნარი | 10.5 | 5.7 |

კირი საფუძვლიანად უნდა შეერიოს როტაციული კულტივატორით, საუკეთესოა, თუ შერევა მოხდება არანაკლებ 30 სმ სიღრმეზე. ჟოლოს საუკეთესო ზრდის უზრუნველსაყოფად კირი შეტანილი უნდა იყოს მთელ ნაკვეთზე (სურათი 5).

**მარილიანობა**

ჟოლო ძალიან მგრძნობიარეა ნიადაგში მარილის შემცველობაზე და არ უნდა გაშენდეს ისეთ ნიადაგში, სადაც მარილის მთლიანი შემცველობა 800 ppm-ზე მაღალია. მარილის მაღალი კონცენტრაცია ფესვთა ზონაში აფერხებს მცენარის მიერ ნიადაგიდან წყლის და საკვები ნივთიერებების შეწოვის უნარს. ნიადაგში ხსნადი მარილების მაღალი კონცენტრაცია ხელს შეუშლის ახალი ფესვების განვითარებას და აფერხებს ღეროების ზრდას. მცენარის ზრდის შესუსტება და მოსავლის შემცირება შეიძლება ფოთლებზე სიმპტომების გამოვლენამდე. მარილის მაღალი შემცველობის ნიადაგში დარგულ ჟოლოს უვითარდება ფოთლის კიდეების ქლოროზი/ნეკროზი და შეფერხებული ზრდა (სურათი 6). დაზიანება უფრო თვალსაჩინოა შედარებით ასაკოვან ფოთლებზე.

სურათი 5. კირის ნიადაგში შეტანა დარგვამდე.

სურათი 6. ფოთლის კიდეების ნეკროზი მარილით მოწამვლის ტიპური სიმპტომია.

მარილით მოწამვლა შეიძლება გამოიწვიოს სარწყავ წყალში ან ნიადაგში მარილის მაღალმა დონემ, ცუდმა დრენაჟმა, სასუქის, მათ შორის, ნაკელის გადაჭარბებულმა დოზამ ან სველ მცენარეებზე სასუქის შეტანამ. ჟოლო განსაკუთრებით მგრძნობიარეა ქლორისა და ნატრიუმის მარილებისადმი; დაზიანება უფრო აშკარაა ცხელი თვეების განმავლობაში. მარილიან ნიადაგში გაზრდილი მცენარების სიმპტომები წყლის ნაკლებობით გამოწვეული სიმპტომების მსგავსია.

ამიტომ მნიშვნელოვანია დარგვამდე წყლის და ნიადაგის ტესტირება, სათანადო ირიგაციის და განოყიერების პროცედურების დაცვა ნიადაგში მარილიანობის გაზრდის პრევენციისთვის. მარილით გამოწვეული დაზიანების დიაგნოსტირებისთვის სასურველია ფოთლების ანალიზის ჩატარება, რის შედეგადაც შეიძლება გამოვლინდეს მავნე ნატრიუმის ან ქლორის მარილების დაგროვება ფოთლის სიმპტომების გამოაშკარავებამდე. ჟოლოს ფოთლები დამწვარი კიდეებით ან წვერით, როგორც წესი, ქლორიდებით მოწამვლის კარგი მანიშნებელია. აღნიშნული ვლინდება იმ შემთხვევაში, თუ დაზიანებული ფოთლები შეიცავს 0.2%-ზე მეტ ნატრიუმის მარილს ან 0.5%-ზე მეტ ქლორიდს.

ხსნადი მარილების კონცენტრაცია ფესვთა ზონაში არსებული სასუქის და სხვა იონების საერთო რაოდენობის მაჩვენებელია. მარილები წარმოდგენილია როგორც დადებითად, ისე, უარყოფითად დამუხტული მინერალური იონებით. დამუხტული ნაწილაკები ზრდის წყლის ელექტროგამტარობის უნარს, ამიტომ მათი კონცენტრაცია შეიძლება შეფასდეს ელექტროგამტარობის (EC) გაზომვით. ხსნადი მარილები იზომება ელექტროგამტარობის საზომის გამოყენებით და გამოიხატება მილიომებში სანტიმეტრზე (mmhos/cm) ან დეცისიმენსით მეტრზე (dS/m), რომლებიც რიცხობრივად ექვივალენტურია. 1 mmho/cm უდრის, დაახლოებით, 670 წილს მილიონზე (ppm) მთლიანად გახსნილ მარილებს. პლანტაციის მოსავლიანობა მცირდება, როდესაც ნიადაგის ფესვთა ზონაში გამტარობა 1.2 dS/m-ზე მაღალია. მოსავალი მცირდება, დაახლოებით, 10%-ით ნიადაგის მარილიანობის 1.3 dS/m-ის პირობებში, 25%-ით – 1.8 dS/m-ის პირობებში და 50%-ით - ნიადაგებში, რომელთა გამტარობა შეადგენს 2.3 dS/m. ეს მნიშვნელობები შეესაბამება, დაახლოებით, 1300-იდან 1500 ppm-მდე გახსნილ მარილებს ნიადაგ-წყლის ნაზავში. როდესაც ნიადაგის ანალიზის მიხედვით EC 1.2 dS/m-ზე მაღალია, რეკომენდებულია ნიადაგის საფუძვლიანი გამომარილება.

წყლის გასაზომად და ნიადაგში მარილების კონცენტრაციის გასაზომად არსებობს სხვადასხვა პორტატული და სტაციონარული ელექტროგამტარობის საზომი ხელსაწყოები (სურათი 7). ინსტრუმენტები რეგულარულად უნდა დაკალიბრდეს ცნობილი ელექტროგამტარობის მქონე ხსნარების (სტანდარტული ხსნარი) გამოყენებით. სარწყავი წყლის მარილიანობა შეიძლება განისაზღვროს უშუალოდ განუზავებელი ნიმუშის გამოყენებით. ანალიზის პროცედურა მარტივია. ამისთვის სუფთა კონტეინერში უნდა შეგროვდეს წყლის ნიმუში. ელექტროგამტარობის ზოგიერთ საზომს აქვს სპეციალური ნაწილი, რომელიც თავსდება წყალში. სხვებს კი აქვთ თავსახური, რომელშიც წყალი უნდა ჩაისხას. ელექტროგამტარობის საზომების უმეტესობას არ სჭირდება დიდი დაკალიბრება, მაგრამ აუცილებელია მათი სუფთად შენახვა. ინსტრუმენტის ჩართვის შემდეგ საზომი ზონდი მთლიანად ეშვება ნიმუშში და ეკრანზე იწერება ელექტროგამტარობის მაჩვენებელი.

სურათი 7. პორტატული, ბატარეაზე მომუშავე ელექტროგამტარობის საზომები.

ნიადაგების მარილიანობის დადგენა შეიძლება გაჯერებული ნიადაგის ხსნარის გამტარობის გაზომვით. ნიადაგი უნდა შეერიოს გამოხდილ წყალში 1:5 თანაფარდობით, კარგად აერიოს ერთმანეთში, დაიდგას 30-60 წუთის განმავლობაში და აღირიცხოს ელექტროგამტარობის მაჩვენებელი. ჩვენების სიზუსტე შეიძლება გაუმჯობესდეს გაფილტვრის საშუალებით ნაწილაკების მოცილებით, თუმცა ეს არ არის აუცილებელი. როგორც წესი, ნიმუშისთვის საკმარისია 50-100 მლ ნიადაგი. ელექტროგამტარობის გაზომვა ეფუძნება იმ ფაქტს, რომ სუფთა წყალი არ ატარებს ელექტროენერგიას, ხოლო იონების შემცველი (ელექტრონულად დამუხტული ნაწილაკები) კი ატარებენ ელექტროენერგიის მზარდ მოცულობას იონების კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად. რაც უფრო მეტი იონია ხსნარში, მით უფრო მეტ ელექტროენერგიას ატარებს და მით უფრო მაღალი იქნება ელექტროგამტარობის მაჩვენებელი.

**მინერალური ელემენტების შემცველობა**

ჟოლოს დარგვამდე საკვები ნივთიერებების შემცველობის გასაგებად უნდა ჩატარდეს ნიადაგის მაკრო და მიკრო ელემენტების შემცველობის ანალიზი. ნიადაგის ანალიზის შედეგების და ჟოლოს ფოთლის ანალიზის საფუძველზე უნდა შემუშავდეს ნიადაგის განოყიერების პროგრამა. ქსოვილში მინერალების ოპტიმალური კონცენტრაციები მოყვანილია ამ წიგნის თავში – „განოყიერება“.

**ნემატოდები**

ნიადაგის შემოწმებისას უნდა ჩატარდეს, ასევე, ანალიზი ნემატოდების არსებობაზე. ნემატოდები მიკროსკოპული ზომის მრგვალი ჭიებია, რომლებიც ნიადაგში ბინადრობენ. არსებობს სხვადასხვა სახის ნემატოდი: ზოგიერთი მათგანი ჟოლოსთვის საზიანოა. დაზიანებას იწვევს მავნებლის მიერ ფესვებით კვება. დაინფიცირებულ მცენარეებს აღენიშნებათ სუსტი ზრდა და ზრდის შეფერხება. ნემატოდებს, ასევე, შეუძლია დაავადებების გადატანა. ნემატოდები გადაადგილდებიან ნიადაგის ფორების გავლით, თუმცა წელიწადში დამოუკიდებლად მხოლოდ რამდენიმე სანტიმეტრით შეუძლიათ გადაადგილება. ნიადაგის მოხვნისას ნემატოდები შეიძლება უფრო დიდ მანძილზეც გავრცელდნენ.

ნემატოდებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ფესვის დაზიანების გამომწვევი ნემატოდი (Pratylenchus species). ფესვის დაზიანების გამომწვევი ნემატოდების პოპულაცია ნიადაგში არ უნდა აღემატებოდეს ზღვრულ დონეს – 500-1000 ნემატოდს 1 კილოგრამ ნიადაგზე. არ არის სასურველი ჟოლოს დარგვა ისეთ ნიადაგებში, სადაც ფესვის დაზიანების გამომწვევი ნემატოდების სიხშირე დიდია.

## მცენარეების რიგების მოწყობა

ნაკვეთის მომზადების და ნიადაგში საჭირო დანამატების შეტანის შემდეგ ნარგავებისთვის ფორმირდება რიგები. ჟოლო შეიძლება დაირგას სწორ ნიადაგზე, თუ ნიადაგის დრენაჟი კარგია. არასაკმარისი დრენაჟის მქონე ნიადაგებში ჟოლო უნდა დაირგას შემაღლებულ, დაახლოებით, 25 სმ-ის სიმაღლის და 60 სმ სიგანის მქონე ბაზო–კვლებზე „ბედებზე" (სურათი 8). კვლების ცენტრებს შორის დაშორება 2.2-დან 2-5 მეტრამდეა. შედეგად, საკმარისი სივრცე დარჩება აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩასატარებლად (განოყიერება, შესხურება, კრეფა). რიგებს შორის მანძილი, ასევე, დამოკიდებულია ნარგავის მოვლისთვის გამოყენებული ტექნიკის გაბარიტებზე, თუმცა ყველა შემთხვევაში საკმარისი უნდა იყოს მცირე ზომის სასოფლო–სამეურნეო ტექნიკისთვის. ფერდობებზე ნარგავები კონტურებით უნდა გამოიყოს და რიგები განლაგდეს ფერდობის პერპენდიკულარულად, ნიადაგის ეროზიის შესამცირებლად.

სურათი 8. დრენაჟის ცუდი სისტემის მქონე ნიადაგში ჟოლოს დარგვამდე უნდა მოეწყოს შემაღლებული ბაძო–კვლები.

## ბაღის გაშენება

ჟოლოს ნაკვეთის გასაშენებლად შესაძლებელია მოსვენებულ მდგომარეობაში მყოფი შიშველფესვიანი ნერგების, ფესვების ნაჭრების, ინვიტროდან მიღებული ან მზარდი მწვანე ნერგების გამოყენება. ნერგი უნდა იყოს სერტიფიცირებული, ვირუსით დაუსნებოვანებელი და შეძენილი მხოლოდ სანდო სანერგეებიდან.

ჟოლოს ნერგის ფესვთა სისტემა დარგვამდე უნდა დატენიანდეს. ნერგის დეჰიდრატაცია მნიშვნელოვნად შეამცირებს მის სიცოცხლისუნარიანობას. ფესვთა სისტემის გაუწყლოების თავიდან ასაცილებლად შესაძლებელია ნერგის მთლიანად წყლით დატენიანება და დარგვამდე ფესვების დროდადრო დასველება, ასევე, მცენარის მზის პირდაპირი სინათლისგან დაცვა. ჟოლოს ნერგი დარგვამდე სასურველია, ჩაეშვას mefenoxam-ში (Ridomil Gold), ან fosetyl-Al (Aliette) ფუნგიციდურ ხსნარში, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს ფიტოფტორა–ფესვის სიდამპლის განვითარება.

**მოსვენებული სტანდარტული შიშველფესვიანი ნერგი**

მოსვენებული სარგავი მასალა ყველაზე ფართოდ გამოიყენება და გასაშენებლად ყველაზე იოლია. როგორც წესი, ეს არის მოსვენებული 1 წლის მცენარე, რომელსაც კარგად განვითარებული, სულ მცირე 25 სმ სიგრძის ფესვთა სისტემა აქვს (სურათი 9).

დარგვისას მოსვენებული ფესვთა სისტემა უნდა გაიშალოს ნიადაგში. ფესვები უნდა დაირგოს 20-30 სმ-ის სიღრმეზე, ნერგი უნდა მოთავსდეს 2-3 სმ-ით უფრო ღრმად, ვიდრე სანერგეში. ფესვების გარშემო ნიადაგი კარგად უნდა შემჭიდროვდეს, შემდეგ კი საფუძვლიანად მოირწყას. დარგვის შემდეგ ღერო უნდა გაისხლას 10-15 სმ-მდე.

სურათი 9. მოსვენებული სტანდარტული შიშველფესვიანი ნერგი ძლიერი ფესვთა სისტემით.

მოსვენებული სტანდარტული ნერგი უნდა დაირგას გაზაფხულის დასაწყისში, რაც შეიძლება ადრე, როგორც კი შესაძლებელი იქნება ნიადაგის დამუშავება. საქართველოს შედარებით გრილი კლიმატის მქონე რეგიონებში ეს პერიოდია მარტის დასაწყისიდან აპრილის დასაწყისამდე, როდესაც ტემპერატურა საკმარისად მაღალია და არ დგას ყინვის საშიშროება. რაც უფრო დიდი ხნის განმავლობაში იზრდება მცენარე გაზაფხულზე, მით უკეთ განვითარდება ფესვთა სისტემა და უფრო სწრაფად შეივსება ახალაღმოცენებული მცენარეებით.

სურათი 10. კარგად განვითარებული ფესვთა სისტემის მქონე ფესვის კალმები.

**ფესვის კალმები**

ფესვის კალმები ფესვთა სისტემის თხელი ნაწილებია, რომელთა სიგრძე 10-15 სმ-ია და მათ სუსტად განვითარებული ფესვთა სისტემა აქვთ (სურათი 10). ყოველი ფესვის კალამი უნდა იწონიდეს, დაახლოებით, 60 გრ-ს და ჰქონდეს მრავალი კვირტი. ფესვის კალმები მნიშვნელოვნად იაფია, თუმცა მინიმუმ რამდენიმე თვით მეტი დროა საჭირო ძლიერი მცენარის განვითარებისთვის, ვიდრე მოსვენებული სტანდარტული ნერგის ფესვით აღმოცენებული ნარგავის გასახარებლად. ფესვის კალმები უნდა დაირგას გაზაფხულის დასაწყისში. ფესვის კალმის სიცოცხლისუნარიანობისთვის ძალიან მნიშვნელოვანია სათანადო სიღრმეზე ჩარგვა. ფესვის კალმები უნდა ჩაირგას, დაახლოებით, 5-10 სმ სიღრმეზე. ძალიან ღრმად ან ზედაპირთან ძალიან ახლოს ჩარგვისას ისინი დაიღუპებიან. ნიადაგით დაფარვამდე საჭიროა ფესვების კარგად გაშლა.

**ინვიტრო მცენარეები**

ზოგიერთი ჯიშის ნერგი შეიძლება მოწოდებული იყოს სანერგეში გაძლიერებული ინვიტრო მცენარეების სახით (სურათი 11). მათ, როგორც წესი, იყენებენ ვირუსისგან დაუსნებოვანებელი ნერგების საწარმოებლად, თუმცა, ეს მასალა, გაცილებით უფრო ძვირია. ინვიტრო მცენარეების მოსავლიანობა ფესვის კალმებით ან სტანდარტული შიშველფესვიანი ნერგების მოსავლიანობაზე მაღალი არ არის.

სურათი 11. დასარგავად მომზადებული ინვიტრო ჟოლო (მარცხნივ) და ნერგი (მარჯვნივ).

**მწვანე ნერგი**

ჟოლოს პლანტაციის გაშენება შესაძლებელია, აგრეთვე, აქტიურად მზარდი „მწვანე“ სარგავი მასალის გამოყენებით, რომელიც მანამდე დარგული რიგებიდანაა ამოღებული. გადასარგავი მასალა უნდა იყოს, დაახლოებით, 15 სმ სიმაღლის და ჰქონდეს კარგად ჩამოყალიბებული ფესვთა სისტემა (სურათი 12). შეიძლება ნაკვეთიდან მათი ამოღება გვიან გაზაფხულზე ან ზაფხულის დასაწყისში და პირდაპირ ახალ ნაკვეთზე დარგვა. მწვანე ნერგები შეიძლება მოთავსდეს ნასვრეტებიან კონტეინერებში და ასეთი ფორმით შეინახოს გარკვეული დროით, გრუნტში დარგვამდე.

სურათი 12. აქტიურად მზარდი ჟოლოს მწვანე ნერგები ძლიერი ფესვებით შეიძლება გამოვიყენოთ ახალი პლანტაციის გასაშენებლად.

გასათვალისწინებელია, რომ უმჯობესია დასარგავი კვლები საკმარისად ტენიანი იყოს. ასევე, დარგვისას, უნდა აღმოიფხვრას საჰაერო ჯიბეები ნიადაგში ფესვების გარშემო, ფესვის ნაწილის ან შიშველფესვა ნერგის ზემოთ მიწის დატკეპნით. ნერგების დარგვისთანავე საჭიროა მორწყვა. ასევე, აუცილებელია ნიადაგის ტენიანობის შენარჩუნება, თუმცა დარგვის შემდეგ და გახარებამდე პერიოდში ძალიან ჭარბი მორწყვაც უარყოფით შედეგებს იწვევს.

## ჯიშების შერჩევა

**ჟოლო**

მსხმოიარობის ტიპის მიხედვით ჟოლო იყოფა ორ ჯგუფად: ზაფხულში მსხმოიარე და შემოდგომაზე მსხმოიარე.

ზაფხულში მსხმოიარე ჟოლო ნაყოფს იძლევა ორწლიან ტოტებზე. დაახლოებით, 2 თვის შემდეგ გაზაფხულზე კვირტის დაბერვიდან იმ შემთხვევაში, თუ ზამთრის განმავლობაში არ დაზიანდა ჟოლოს მოსვენებული ტოტები. საქართველოში მეტწილად ამ ტიპის ჟოლო მოჰყავთ. ის იზრდება ვეგეტატიურად პირველი წლის განმავლობაში, გვიან შემოდგომაზე სცვივა ფოთლები და ზამთარში გადადის მოსვენებულ მდგომარეობაში. ახალი ზრდა იწყება მეორე წლის გაზაფხულის დასაწყისში. დაახლოებით, ერთი თვის შემდეგ კი მცენარე ყვავილობს. მოსავლის აღება კი იწყება ყვავილობიდან, დაახლოებით, 4 კვირის შემდეგ. ზაფხულში მსხმოიარე ჟოლო პირველი წლის ტოტებზე არ იძლევა ნაყოფს. ზაფხულში მსხმოიარე ტიპის ჯიშებია კილარნი და ნოვა, ადაპტირებული საქართველოს აგროკლიმატურ პირობებზე ქვეყნის თითქმის მთელი მასშტაბით.

შემოდგომაზე მსხმოიარე რემონტატული ჟოლო იძლევა ნაყოფს პირველი წლის ყლორტების ზედა ნაწილში 6-დან 8 კვირის განმავლობაში გვიან ზაფხულზე და შემოდგომაზე (სურათი 13). ამ ტიპის მცენარემ შეიძლება, ასევე, ნაყოფი გამოისხას მეორე წლის ტოტების ქვედა ნაწილში გაზაფხულზე, 4-კვირიანი მოსავლის სეზონზე. საქართველოს მსგავს აგროკლიმატურ პირობებზე ადაპტირებული შემოდგომაზე მსხმოიარე ჯიშებია: პოლკა, ოტომნ ბლისი, კაროლინა, ოტომნ ბრიტენი და სხვა.

სურათი 13. შემოდგომაზე მსხმოიარე ტიპის ჯიშის ზედა ნაწილში გამოსხმული ნაყოფი ზაფხულის ბოლოს/შემოდგომაზე.

საქართველოში ჟოლო კომერციული დანიშნულებით მოჰყავთ შემოდგომაზე და ზაფხულში მსხმოიარე ჯიშების კომბინაციით.

## მცენარეთა შორის მანძილი

მცენარეთა შორის დაშორება დამოკიდებულია სარგავი მასალის ფასზე და უხვი მოსავლის მიღების სურვილზე. საშუალო მანძილი მცენარეთა შორის, როგორც წესი, 60 სმ-ია, თუმცა უფრო დიდი მოსავლის მისაღებად ჟოლოს ნერგებს შორის დაშორება შეიძლება იყოს 30 სმ–იც (სურათი 14). ეს ეხება როგორც შემოდგომაზე, ისე, ზაფხულში მსხმოიარე ჯიშებს. მცენარეთა ზრდასთან ერთად ნერგები ამოიყრიან დამატებით ყლორტებს ფესვებიდან, შეავსებენ რიგს მთელ სიგრძეზე და შექმნიან მჭიდრო ბუჩქების რიგს (სურათი 15). საჭიროა შეირჩეს ყველაზე მსხვილი ღეროები (12-15 რიგის ყოველ მეტრში) და შენარჩუნდეს ნაყოფის წარმოებისთვის. ამონაყრები, რომელიც ვითარდება ბუჩქების რიგის სიგანის 60 სმ-ის გარეთ, უნდა გაისხლას და ამოიჭრას. პერიოდულად, ზრდის მთელი ციკლის მანძილზე საჭიროა გამხმარი, დაზიანებული და სუსტი ღეროების მოცილება.

სურათი 14. 30 სმ-იანი დაშორება ჟოლოს ნერგებს შორის.

სურათი 15. ფესვებიდან ამოყრილი ახალი ტოტები საბოლოოდ შეავსებენ რიგს მთელ სიგრძეზე.

რიგების ცენტრებს შორის დისტანცია სულ მცირე 2.4 მეტრი უნდა იყოს. თუმცა, შესაძლოა, აუცილებელი იყოს სიგანის 3 მეტრამდე გაზრდა, რათა გამოიყენონ ტრაქტორი ან სხვა ტექნიკა ნიადაგის დამუშავების, შეწამვლისა და სხვა სამუშაოების ჩასატარებლად.

ზრდასრული ჟოლოს მცენარეთა სიმჭიდროვე უნდა იყოს 12-15 მსხმოიარე მცენარე რიგის ყოველ მეტრში, ჯიშის სიძლიერიდან გამომდინარე. საჭიროა ახალი ტოტების გამოხშირვა, რათა მინიმუმამდე იყოს დაყვანილი მცენარეებს შორის კონკურენცია. რიგის სიგანე არ უნდა აღემატებოდეს 60 სმ-ს, ხოლო მსხმოიარე ტოტებს შორის დაშორება უნდა იყოს 10-15 სმ (სურათი 16). რეკომენდებული არ არის ახალგაზრდა პირველი წლის ამონაყრების წვეროს წაწყვეტა გვერდითა ტოტების ზრდის გასაძლიერებლად. ეს არ გამოიღებს განსაკუთრებულ შედეგს და შეიძლება, გვერდითა ტოტები უფრო მეტად დაექვემდებაროს ზამთარში დაზიანებას, ვიდრე გვერდითა ტოტების არმქონე ღეროები.

სურათი 16. ზრდასრული ჟოლოს ნარგავების სიხშირე უნდა იყოს 12-15 მსხმოიარე ღერო რიგის ყოველ მეტრში.

სანერგედ გამიზნულ ჟოლოს ნარგავებს შორის დაშორება უნდა იყოს 60 სმ, რიგებს შორის მანძილი კი – სულ მცირე, 2.4 მეტრი. ზაფხულის დროს უნდა მიეცეს ზრდის საშუალება როგორც ძირითად მცენარეს, ასევე, ფესვის ყელიდან ამოყრილ ყლორტებს. შესაბამისად მოვლილ ჟოლოს სანერგეში ნერგებს უნდა ჰქონდეთ ტოტების ისეთი რაოდენობა, რომ მათ შეავსონ რიგი ზაფხულის ბოლოსთვის (სურათი 17).

სურათი 17. ახალი ტოტებით შევსებული ჟოლოს პლანტაცია.

## საყრდენი სისტემები

ჟოლოს მცენარე იზრდება ვერტიკალურად, მაგრამ იღუნება ზრდასა და ნაყოფის მოცემასთან ერთად. ამიტომ, აუცილებელია მავთულის საყრდენი სისტემის მოწყობა ტოტების გასამაგრებლად და სწორი ზრდის შესანარჩუნებლად. შესაძლებელია ორიარუსიანი ერთმავთულიანი (I–სებრი) ან ორიარუსიანი ორმავთულიანი (T–სებრი) საყრდენი სისტემის გამოყენება. I–სებრი სისტემის (სურათი 18) შემთხვევაში ღეროები ინდივიდუალურად მაგრდება ორივე მავთულზე.

სურათი 18. ორმავთულიანი I-სებრი სისტემა, რომელიც მოწყობილია 8-10 მეტრში განლაგებული ბოძებით და თავში დამაგრებულია ბოძების საყრდენებით.

I–სებრი საყრდენი სისტემა უფრო ხშირად გამოიყენება მეორე წელს მსხმოიარე ჯიშებისთვის, T–სებრი სისტემა კი უფრო ხშირად გამოიყენება პირველივე წელს მსხმოიარე ჯიშებისთვის. საყრდენი ბოძები უნდა განთავსდეს 8–10 მეტრის დაშორებით რიგის/კვლის ცენტრში. საჭიროა ყოველი რიგის ბოლოს სათავე საყრდენი ბოძების გამაგრება ღუზებით მავთულის დაჭიმულობის უზრუნველსაყოფად. I–სებრ სისტემაში ორი მავთული დამაგრებულია საყრდენ ბოძებზე ნიადაგის ზედაპირიდან, დაახლოებით, 80 სმ და 1.7 მ სიმაღლეზე (სურათი 19).

სურათი 19. ორმავთულიანი I-სებრი სისტემა ორი მავთულით ნიადაგის ზედაპირიდან, დაახლოებით, 80 სმ და 1.7 მ სიმაღლეზე.

T–სებრ სისტემაში საყრდენი ბოძები, ასევე, უნდა განთავსდეს 8–10 მეტრის დაშორებით, რიგის/კვლის ცენტრში. თუმცა, ამ სტრუქტურაში ორი 60 სმ სიგრძის ხის T–სებრი კონსტრუქცია (2.0 x 2.5 სმ x60 სმ) ემაგრება ყოველ ბოძს, დაახლოებით, 80 სმ და 1.7 მ სიმაღლეზე ნიადაგის ზედაპირიდან (სურათი 20). საყრდენი ბოძები ნიადაგში უნდა დამაგრდეს, დაახლოებით, 0.8 მ სიღრმეზე და მისი სიმაღლე მიწის ზედაპირიდან უნდა იყოს თითქმის 2 მ. T–ს ტიპის შპალერის თითოეულ კიდეზე უნდა მიემაგროს მოთუთიებული მავთულები ან ნეილონის სიმები რიგის მთელ სიგრძეზე. მავთულებს ან სიმებს შორის მანძილი უნდა იყოს, დაახლოებით, 60 სმ. ღეროები ფორმირდება ისე, რომ ისინი გაიზარდოს მავთულებს შორის. შესაძლებელია მავთულების პერპენდიკულარულად დამაგრებული მომჭერების გამოყენება მათი მოშვების/გაშლის თავიდან ასაცილებლად.

სურათი 20. 60 სმ სიგანის ხის T-სებრი კონსტრუქციები მაგრდება საყრდენ ბოძებზე, დაახლოებით, 80 სმ და 1.7 მ სიმაღლეზე ნიადაგის ზედაპირიდან. ხის ბოძების ბოლოებში ღეროს ვერტიკალურად ზრდის ხელშესაწყობად მაგრდება მოთუთიებული მავთული ან ნეილონის სიმები.

## გასხვლა

ჟოლო მრავალწლიანი მცენარეა და მისი ფესვთა სისტემა მრავალი წლის განმავლობაში არსებობს. ტოტების გასხვლა და გამოხშირვა აუცილებელია მცენარის ოპტიმალური სიმჭიდროვისა და მართვადი ბუჩქების რიგის შესანარჩუნებლად. მას შემდეგ, რაც ნაყოფის დიდი ნაწილი დაიკრიფება, ტოტი კარგავს ენერგიას და იწყებს ბიოლოგიურად დაბერებას. მოსავლის აღების შემდეგ საჭიროა ნიადაგის დონემდე ამოიჭრას ჟოლოს ღეროები, რომლებსაც უკვე მოცემული ჰქონდათ ნაყოფი. ღეროები უნდა გაისხლას ბასრი სასხლავი მაკრატლით ან დანით. ღეროს მოჭრისას უნდა გაკეთდეს გლუვი, სწორი ჩამონაჭერი.

პირველი წელს მსხმოიარე ჟოლოს გასხვლის დრო დამოკიდებულია მოსავლის აღების დროზე. ძირითადად, უნდა დააცადოთ, დაახლოებით, 5 თვის განმავლობაში, რათა მოხდეს ღეროს ვეგეტაციური ზრდა ყვავილობის დაწყებამდე. მოსავლის აღება იწყება ყვავილობის დაწყებიდან, დაახლოებით, 5 კვირის შემდეგ და ნაყოფის უდიდესი ნაწილი მიიღება შემდგომი 6 კვირის განმავლობაში.

პირველი წლის ტიპის ჟოლოს ზრდის მთლიანი ციკლი მერყეობს 6-8 თვე და დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე, დაცული სტრუქტურების გამოყენებასა და კულტივირებაზე.

გასხვლა ამცირებს ნაკვეთზე დაავადების ინოკულანტის რაოდენობას, რომელიც, როგორც წესი, მაღალია ძველ ღეროებზე. ის, ასევე, აძლევს ახალ მეორე წლის ტიპის ამონაყარს უფრო სწრაფად ზრდის შესაძლებლობას. დაავადებათა სპორები შეიძლება დიდი რაოდენობით არსებობდეს მოჭრილ გამხმარ ტოტებზე. თუ მოჭრილ ღეროებს დატოვებთ ნარგავების უბანზე ან ამ ტერიტორიის მახლობლად, დაავადება შეიძლება კვლავ ნარგავებში გავრცელდეს. მოჭრილი ღეროების გატანა და დაწვა ამცირებს დაავადების განვითარების საშიშროებას.

გასხლული პირველი წლის ტიპის ნარგავის ფესვებიდან ანუ ძირიდან განვითარდება ამონაყარი (სურათი 21). ახალი ყლორტები მოგვიანებით უნდა შეთხელდეს, რათა შესაძლებელი იყოს მართვა. გასხვლიდან 6-8 კვირის შემდეგ უნდა შეირჩეს რიგის ყოველ მეტრზე 12-15 ყველაზე ძლიერი (ფართო დიამეტრის) ღერო და მიეცეს მსხმოიარე ტოტებად გაზრდის საშუალება (სურათი 22). ყველა სხვა ტოტი უნდა მოიჭრას. ტოტები, რომლებიც იზრდება ბუჩქის რიგის 60 სმ-ის გარეთ, უნდა მოაცილოთ.

სურათი 21. პირველი წლის ტიპის ჟოლოს გასხვლის შემდეგ მოკლე ხანში აღმოცენებული ახალი ამონაყარი.

სურათი 22. რიგის ყოველ მეტრზე დატოვებულია ყველაზე ძლიერი 12-15 ტოტი, რომლებმაც უნდა გამოისხას ნაყოფი.

მოსავლის აღების შემდეგ, რემონტატული ტიპის ჟოლოს მცენარეები უნდა ამოიჭრას ძირში. გასხვლის ამ სისტემის მიხედვით ნავარაუდევია, რომ მწარმოებელი მოსავალს, ძირითადად, აიღებს შედარებით მოკლე, 6-კვირიანი პერიოდის განმავლობაში, რაც რეკომენდებულია ამ ტიპის ჟოლოს ჯიშებისთვის. .

## განოყიერება

ჟოლოს ზრდაზე, მოსავლიანობასა და ნაყოფის ხარისხზე უაღრესად დიდ გავლენას ახდენს საკვები ნივთიერებებით მომარაგება. საკვები ნივთიერებების არსებობა, თავის მხრივ, განპირობებულია ნიადაგის სტრუქტურით, pH-ის დონით და ორგანული ნივთიერებების პროცენტული შემცველობით. გაშენებამდე საჭიროა ნიადაგის ანალიზის ჩატარება, რათა დადგინდეს ყველა მაკრო და მიკრო საკვები ელემენტის შემცველობა და ნიადაგის pH. გარდა ამისა, პერიოდულად, სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში უნდა ჩატარდეს ფოთლის ანალიზი N-ის და K-ის შემცველობაზე, რათა უფრო ზუსტად განისაზღვროს ჟოლოს განოყიერების საჭიროება. მცენარის სიძლიერე, ღეროს სისქე, ფოთლის ზომა და ფოთლების ფერი მცენარეთა სიჯანსაღის და განოყიერების სისტემის სასარგებლო მაჩვენებლებია.

სურათი 23. ჟოლოს სათანადოდ განოყიერებული, ძლიერი მცენარეები.

საქართველოში ჟოლოს განოყიერება ხდება ოთხი სხვადასხვა მეთოდის კომბინაციით, მათ შორის: 1) ნაკელით, 2) გრანულირებული სასუქით, 3) თხევადი სასუქით წვეთოვანი სარწყავი სისტემის მეშვეობით (fertigation) და 4) მიკროელემენტების ფოთლებზე შეფრქვევით. თითოეული მეთო-

დის გამოყენების პროპორცია დამოკიდებულია კონკრეტულ საკვებ ნივთიერებაზე, ნიადაგის ბუნებრივ ნაყოფიერებაზე და გამოყენებულ წვეთოვან სარწყავ სისტემაზე. წვეთოვანი სარწყავი სისტემის გარეშე სასუქის შეტანა შესაძლებელია ნაკელის და სასუქის გრანულირებული ფორმების კომბინაციის გამოყენებით.

**ნაკელი**

მიუხედავად იმისა, რომ ნაკელი მოცულობითია და ერთ ტონაზე შედარებით დაბალი საკვები ნივთიერებების შემცველობა აქვს, ის შეიძლება განოყიერების სისტემის მნიშვნელოვანი ნაწილი იყოს. ნაკელის განოყიერების მაჩვენებელი განსხვავებულია და, ჩვეულებრივ, არ არის დაბალანსებული N-P-K-ს მიმართ.

როგორც წესი, ნაკელი შეაქვთ 10-20 მ ტონა ჰექტარზე (ჰა), ნიადაგის ნაყოფიერებიდან გამომდინარე. ფრინველის ნაკელი, რომელშიც, როგორც წესი, N-ის შემცველობა მაღალია, უნდა დაემატოს 5-10 ტონა ჰექტარზე. ნაკელის სათანადოდ კომპოსტირებისას შესაძლებელია მისი უსაფრთხოდ დამატება სეზონის ნებისმიერ დროს. გასათვალისწინებელია, რომ ორგანული სასუქის გამოყენება, განსაკუთრებით, დაუმუშავებელი ნაკელის, გაშენებულ პლანტაციაში რთულია, რადგან წვრილმარცვლოვანი ტექსტურის არმქონე ნივთიერებაა. მსხვილმარცვლოვანი კომპოსტის ან ნაკელის დამატება უფრო იოლია მისი გაცრის ან, უბრალოდ, დაფხვნისას, spading forks – ბარით.

საორიენტაციოდ, სავეგეტაციო პერიოდში ერთ ჰექტარზე დამატებული პირუტყვის ნაკელის 1 ტონიდან ჟოლოს ნარგავებისთვის შესაწოვად გამოიყოფა, დაახლოებით, 20 კგ-ზე მეტი N. ნიადაგის განოყიერებისთვის მნიშვნელოვანი დანამატია, ასევე, კომპოსტი, ანუ ჩალის და ნაკელის ნარევი, თუმცა სუფთა ნაკელთან შედარებით მისი განოყიერების მაჩვენებელი ნაკლებია. გაშენებულ პლანტაციაში ორგანული ნივთიერება/ნაკელი უნდა დაემატოს კვალს უშუალოდ გასხვლის შემდეგ. ორგანული ნივთიერების და ნაკელის დამატება, ასევე, შეიძლება რიგის ორივე მხარეს გაჭრილ ზედაპირულ არხებში, რიგის მიმართულების პარალელურად, ცენტრიდან 45 სმ-ის დაშორებით.

ახალ ნაკვეთებში კომპოსტის/ნაკელის დამატების საუკეთესო მეთოდია რიგში ან შემაღლებულ კვალში შეტანა და შერევა ნიადაგის ზედა 10 სმ შრეში, დარგვამდე. შესაძლებელია, ასევე, მათი დამატება რიგში/კვალში მას შემდეგ, რაც ნარგავები 8 სმ-ზე ან მეტად გაიზრდება. ნაკელი/ორგანული ნივთიერება უნდა წარმოადგენდეს ჟოლოს ყოველწლიური განოყიერების პროგრამის განუყოფელ ნაწილს, თუმცა არ უნდა იყოს ერთადერთი წყარო მცენარის საკვები ნივთიერებებით მომარაგებისთვის. ასევე, საჭიროა დამატებითი განოყიერების უზრუნველყოფა გრანულებიანი ან/და თხევადი სასუქით.

**მინერალური სასუქები**

ჟოლოს პლანტაციისთვის ყველაზე დიდი რაოდენობით საჭიროა შემდეგი სამი ელემენტი: აზოტი (N), კალიუმი (K) და ფოსფორი (P). ეს ელემენტები – N-P-K მცირე რაოდენობით უნდა შევიტანოთ რიგში დარგვამდე რამდენიმე კვირით ადრე, თუ ნიადაგში დაბალია ორგანული ნივთიერებების შემცველობა ან ნაკელი არ არის დამატებული. ასეთ დროს რეკომენდებულია, დაახლოებით, 10-10-10 სასუქის 3 კგ-ის დამატება ნარგავების რიგის ყოველ 100 კვ. მეტრზე და შერევა 3-5 სმ სიღრმეზე. დამატებითი მარცვლოვანი სასუქი არ უნდა შეიტანოთ მანამ, ვიდრე არ ამოვა ახალი ამონაყარი, ვინაიდან ჟოლოს ახალი ნარგავები მგრძნობიარეა მარილით დაზიანებისადმი.

სავეგეტაციო სეზონის განმავლობაში რემონტატული ტიპის ჟოლოს ნარგავებში შესატანია, დაახლოებით, 150კგ/ჰა აზოტი (N). ფოსფორი უნდა დაემატოს 50–60 კგ/ჰა-ზე ოდენობით ყოველ წელს; კალიუმის დამატება კი უნდა მოხდეს 100-120 კგ/ჰა-ის ოდენობით წელიწადში. გაშენებულ ჟოლოს ნარგავებში მარცვლოვანი სასუქი უნდა შევიდეს რამდენჯერმე: საუკეთესო შემთხვევაში, ვეგეტაციის დაწყებისას, ყვავილობის დროს და შემდეგ რამდენჯერმე სავეგეტაციო ზრდის პერიოდში. აუცილებელია ნაკელის საშუალებით შეტანილი აზოტის მოცულობის გათვალისწინებაც ამის მიხედვით უნდა დაკორექტირდეს დასამატებელი მარცვლოვანი ან თხევადი სასუქის მოცულობა. რეკომენდებულია ჩავთვალოთ, რომ ნაკელით ან კომპოსტით განოყიერებისას წლის განმავლობაში ხელმისაწვდომი იქნება არსებული აზოტის მხოლოდ 50% (ფრინველის ახალ ნაკელში პირველ წელს აზოტის დონე შეიძლება 90%-თან იყოს მიახლოებული). მარცვლოვანი ფორმის N სასუქი

უნდა დაემატოს ზოლოვანი შეტანის გზით, ნარგავებიდან 25-30 სმ დაშორებით და ნიადაგში უნდა შეერიოს 5-10 სმ-ის სიღრმეზე.

**ფერტიგაცია**

აზოტის (N), ფოსფორის (P) და კალიუმის (K) სასუქის და ყველა მიკროელემენტის (საჭიროების შემთხვევაში) მთლიანი რეკომენდებული მოცულობის, დაახლოებით, 25%-ის შეტანა საჭიროა პლანტაციის გაშენებამდე. დარჩენილი N, P, და K შესაძლებელია დაემატოს წვეთოვანი სარწყავი სისტემის მეშვეობით მთელი სავეგეტაციო სეზონის განმავლობაში. ფერტიგაციის სისტემა სათანადოდ უნდა დაკალიბრდეს, რათა დაემატოს დარჩენილი N, P, და K, რაც ნიადაგში არ შესულა გრანულირებული ფორმით ან/და ნაკელით. ნაკვეთების უმრავლესობაში ამისთვის საჭირო იქნება, დაახლოებით, 30-50 კგ/ჰა N-ის, 15-20 კგ/ჰა ფაქტობრივი P-ს და 30-40 კგ/ჰა ფაქტობრივი K-ს დამატება. N, P, და K-ს მნიშვნელოვანი ნაწილის შეტანა საჭიროა ვეგეტაციის დაწყებიდან ყვავილობამდე პერიოდში.

ორგანული ნივთიერებებით მდიდარ ნიადაგებში მთელი N, P, და K-ს შეტანა შეიძლება წვეთოვანი სარწყავი სისტემის მეშვეობით; ეს იძლევა ნარგავების კარგად გაზრდის და მოსავლიანობის კარგ შედეგებს. N-ის სულ ცოტა 50% უნდა იყოს ნიტრატი. ჟოლოს მოსავლიანობა, როგორც წესი, უფრო მაღალია, როდესაც N და K-ს უდიდესი ნაწილი შეყვანილია წვეთოვანი სარწყავი სისტემის მეშვეობით, განსხვავებით იმ მეთოდისგან, როდესაც N და K მთლიანად ან მისი უდიდესი ნაწილი შეიტანება მარცვლოვანი ფორმთ. ფერტიგაციის სიხშირე, როგორც ჩანს, ნაკლებად მნიშვნელოვანია, ვიდრე დამატებული სასუქის რაოდენობა. თუმცა, თხევადი სასუქის ხშირად და მცირე რაოდენობით დამატებამ შეიძლება შეამციროს ხსნადი მარილით გამოწვეული პოტენციური პრობლემები. საზოგადოდ, თხევადი სასუქი ემატება 1–2 საათის განმავლობაში ფერტიგაციისას ყოველდღიურად ან ყოველ მეორე დღეს ჟოლოს ყვავილობის და მსხმოიარობის პერიოდში. მზა თხევად სასუქს ხშირად ურევენ N და K-ს ხსნარებში. მაღალკონცენტრირებული სასუქების შეტანა უფრო იოლია, ვინაიდან სასუქის იგივე მოცულობის შესატანად საჭიროა უფრო მოკლე ციკლები, უფრო განზავებული სასუქის ხსნართან შედარებით.

წვეთოვანის დრიპერებში ნალექის დაგროვების და გაჭედვის თავიდან აცილების მიზნით, წვეთოვანი სისტემის საშუალებით დამატებული ქიმიკატები კარგად ხსნადი უნდა იყოს. თუ ინექცირებისთვის სასუქი ხსნარის მომზადებისას გამოიყენება ერთზე მეტი მასალა, ქიმიკატები არ უნდა შევიდეს ერთმანეთთან რექციაში, რათა არ წარმოქმნან ნალექი. ამას გარდა, ქიმიკატები უნდა იყოს თავსებადი ელემენტებთან, რომლებსაც ისინი შეერევიან სარწყავ წყალში ინჟექტირების შემდეგ. კონცენტრირებულმა სასუქის ხსნარებმა ან ძალიან დაბალი ან მაღალი pH-ის მქონე სასუქებმა შეიძლება გამოიწვიოს სპილენძის, თუთიის, ბრინჯაოს და სარწყავი სისტემების სხვა ლითონის ნაწილების კოროზია. ამიტომ, სისტემის კომპონენტები, რომლებიც შეხებაშია კოროზიულ ხსნარებთან, უნდა შედგებოდეს უჟანგავი ფოლადის, პლასტმასის ან სხვა შედარებით ინერტული მასალებისგან.

ფერტიგაციისას შემდეგი ტიპის სასუქები გამოიყენება: ამონიუმის ნიტრატი, ამონიუმის სულფატი, კალციუმის ნიტრატი, შარდოვანა, კალიუმის ნიტრატი და ამონიუმის ფოსფატი. წვეთოვან სარწყავ სისტემებში შესაძლებელია კალიუმის რომელიმე გავრცელებული სასუქის, მაგ., ქლორიდის, სულფატის ან ნიტრატის გამოყენება. თუმცა, კალიუმის ქლორიდთან შედარებით უპირატესობა ენიჭება კალიუმის სულფატს და კალიუმის ნიტრატს, ვინაიდან კალიუმის ქლორიდმა შეიძლება გამოიწვიოს ჟოლოს ნარგავების მარილით ტოქსიკაცია.

დადგენილია, რომ ფოსფორი ნიადაგში გამოირჩევა მნიშვნელოვანი მობილურობით, თუ ის დემატება პატარა დოზებით წვეთოვანი სარწყავი სისტემებით. საზოგადოდ, ჟოლოს ფოსფორი სჭირდება ადრეულ პერიოდში, ამდენად, მნიშვნელოვანია, რომ ეს ელემენტი დაემატოს დარგვისას ან დარგვიდან ძალიან მოკლე ხანში. ფოსფატიანი სასუქის წვეთოვან სისტემებში ინექცირებისას ისინი შეიძლება რეაქციაში შევიდნენ საირიგაციო წყალში არსებულ კალციუმთან და წარმოქმნან უხსნადი ნალექი, რომელიც გაჭედავს საწვეთურებს. თუმცა, სწორი მენეჯმენტით შესაძლებელია ნალექის წარმოქმნის პრობლემების თავიდან აცილება. ამისათვის მჟავდება ფოსფორმჟავას ხსნარი გოგირდმჟავასთან შერევით ან ფოსფორმჟავით ინექცირების შემდეგ დაუყოვნებლივ ხდება გოგირდმჟავით ინექცირება. ასეთი ხსნარის შეყვანა ახდენს სარწყავი წყლის ოდნავ შემჟავებას და ხელს უშლის ფოსფორის დალექვას ნიადაგში რაიმე უარყოფითი ეფექტების გამოწვევის გარეშე.

**მიკროელემენტების შეტანა ფოთლებიდან**

მიკროელემენტების სასურველი დიაპაზონი საკმაოდ პატარაა და მათი ჭარბი რაოდენობით გამოყენების შედეგად შესაძლებელია მეტი ზიანი, ვიდრე მათი ნაკლებობით იქნებოდა გამოწვეული. ამის გამო, ჟოლოს ნარგაობაში არ უნდა დაემატოს მიკროელემენტები, თუ დეფიციტი არ დასტურდება ფოთლის ანალიზით ან თვალსაჩინო სიმპტომებით. კონკრეტული მიკროელემენტის დეფიციტის გამოვლენის და დადასტურებისას, ფოთლებზე სათანადო მიკროელემენტის დამატება საკმარისი უნდა იყოს დარღვევის გამოსასწორებლად. ამ მიზნით შეიძლება საჭირო იყოს ფოთლებზე რამდენჯერმე შესხურება, დაახლოებით, 10 დღის ინტერვალით. ფოთლებიდან მიკრო საკვები ელემენტების დამატება არ შეიძლება ყვავილობის პერიოდში, რადგან შესაძლებელია, გამოიწვიოს ყვავილების სიდამწვრე. ნიადაგში მიკროელემენტების გრანულირებული ფორმით დამატება, საზოგადოდ, არ არის იმდენად ეფექტური, როგორც ფოთლებზე შესხურების მეთოდი.

**ფოთლის ანალიზი**

განოყიერების პროგრამის დასარეგულირებლად ფერმერებმა ყოველწლიურად უნდა შეამოწმონ ჟოლოს ნარგავებში საკვები ნივთიერებების შემცველობა. ფოთლის ანალიზის შედეგების მიხედვით შეიძლება აუცილებელი გახდეს განოყიერების პარამეტრების ცვლილება. ქსოვილის ანალიზისთვის წარმომადგენლობითი ნიმუშის შესარჩევად თითოეული ნარგავიდან უნდა შეგროვდეს, დაახლოებით, 5 ახალგაზრდა ზრდასრული ფოთოლი (ყუნწებთან ერთად).

საჭიროა შემოწმდეს ნაკვეთის სხვადასხვა ნაწილიდან შემთხვევითი პრინციპით შერჩეული მცენარეები. გარდა ამისა, უნდა შემოწმდეს დეფიციტის სიმპტომების მქონე მცენარეები, რათა გადამოწმდეს უჩვეულო ვიზუალური გამოვლინების კავშირი საკვებ ნივთიერებებთან. ქვემოთ მოცემულ ცხრილში მითითებულია თითოეული ელემენტის ოპტიმალური, ოპტიმალურზე დაბალი და ჭარბი კონცენტრაციის ზღვრები. ოპტიმალურზე ნაკლები ან ჭარბი კონცენტრაციით საკვები ნივთიერებების შემცველობა გამოიწვევს მოსავლიანობის შემცირებას.

| ელემენტი | ოპტიმალურზე დაბალი | ოპტიმალური | ჭარბი |
|---|---|---|---|
| მაკროელემენტები (%) | | | |
| აზოტი | < 2.2 | 2.8 | > 4.0 |
| ფოსფორი | < 0.2 | 0.3 | > 0.6 |
| კალიუმი | < 1.0 | 1.5 | > 3.0 |
| კალციუმი | < 0.5 | 0.6 – 2.5 | > 2.5 |
| მაგნიუმი | < 0.3 | 0.4 | > 1.0 |
| გოგირდი | < 0.3 | 0.4 | > 0.5 |
| მიკროელემენტები (ppm) | | | |
| მაგნიუმი | < 20 | 80 | > 300 |
| რკინა | < 30 | 50 | > 200 |
| ცინკი | < 15 | 35 | > 80 |
| სპილენძი | < 2 | 10 | > 40 |
| ბორი | < 25 | 50 | > 80 |

**დეფიციტის სიმპტომები**

ჟოლოს ნაკვეთზე საკვები ნივთიერებების შემცველობა ხშირად შეიძლება განისაზღვროს ფოთლის გარეგნული თვისებებით. არასაკმარისი განოყიერება ხშირად ვლინდება დამახასიათებელი დეფიციტის სიმპტომებით. თითოეულ არსებით მაკრო და მიკრო ელემენტებს მისთვის დამახასიათებელი დეფიციტის სიმპტომები აქვს. დეფიციტის სიმპტომების ვიზუალური დიაგნოზი კიდევ ერთი ინსტრუმენტია, რომელიც შეუძლიათ გამოიყენონ გამოცდილმა მწარმოებლებმა განოყიერების რეჟიმის კორექტირებისთვის და საკვები ნივთიერებების ნაკლებობის დასაძლევად. სამწუხაროდ, დეფიციტის სიმპტომების გამოვლენისას, დაზიანების დიდი წილი უკვე მიყენებული იქნება. თუმცა, რაც უფრო დროულად გამოსწორდება დეფიციტი, მით უფრო ნაკლები იქნება მიყენებული ზიანი. მე-2 ცხრილში აღწერილია და ილუსტრირებულია (სურათები 24-29) ჟოლოს ფოთლის საკვები ნივთიერებების დეფიციტის ტიპური სიმპტომები.

| საკვები ნივთიერება | სიმპტომები |
|---|---|
| აზოტი | ღია მწვანე-მოყვითალო ფოთლები კიდეებზე წითელი შეფერილობით, თუმცა ეს შეფერილობა ფოთლის თითქმის მთელ ზედაპირზე შეიძლება გავრცელდეს (სურათი 24). |
| ფოსფორი | იწვევს უფერულ, უსიცოცხლო, მოლურჯო-მომწვაო ან ალისფერ ფერს. ალისფერი გაუფერულება, განსაკუთრებით, შესამჩნევია ფოთლის ქვედა ზედაპირზე. სუსტი ზრდა. ფოთლის მცირე ზომა. |
| კალიუმი | ფოთლის კიდეებზე სიდამწვრე და გაყვითლება. ქსოვილის გაყავისფრება. განსაკუთრებით ზიანდება ძველი ფოთლები. ფოთოლი იხვევა ქვედა მხარეს, სიდამწვრის მქონე კიდეები კი - ზედა მხარისკენ (სურათი 25). |
| მაგნიუმი | შედარებით ძველი ფოთლების ქლოროზი, ძირითადად, ძარღვებს შორის და კიდეებზე. ნეკროზი – მწვავე დეფიციტის შემთხვევაში. |
| კალციუმი | ბოლოების სიდამწვრე და დანაოჭება ახალგაზრდა ფოთლების კიდეებზე. |
| გოგირდი | ფოთლების ღია მწვანე-მოყვითალო ფერი. N-ის დეფიციტის მსგავსია, თუმცა გაწითლების გარეშე. დეფიციტის გვიან ეტაპებზე ფოთლებზე ვითარდება მცირე ნეკროზული უბნები. |
| რკინა | ახალი ფოთლების გაყვითლება და ძარღვებს შორის ქლოროზი, ფოთოლზე რჩება ძარღვების მწვანე „ჩონჩხი“. სერიოზული დეფიციტი იწვევს ფოთლების გათეთრებას და ფოთლის კიდეებზე ძარღვებს შორის ვითარდება ყავისფერი უბნები (სურათი 26). |
| მანგანუმი | ახალი ფოთლების გაყვითლება და ძარღვებს შორის ქლოროზი. გაყვითლება იწყება ფოთლის კიდის გასწვრივ და გადადის შუა ძარღვისკენ გამოხატული მოდელით. შედარებით ასაკოვანი ფოთლები რჩება მწვანე ან ნაკლებად ზიანდება ქლოროზით. მწვავე შემთხვევებში გვხვდება ფოთლის სიდამწვრე და ზევით დახვევა (სურათი 27). |
| ცინკი | მოკლე მუხლთშორისი, პატარა ვიწრო ფოთლები და ძარღვებს შორის ქლოროზი, ყლორტის და ტოტის მოხმობით. წინწასულ სტადიებზე პატარა, ვიწრო წვეროში არსებული ფოთლები მოწყობილია სპირალისებურად. ეს იწვევს ტიპურ „როზეტს“ და „პატარა ფოთლის“ დეფიციტის სიმპტომებს. |
| სპილენძი | არაზრდასრული ფოთლების ღია მწვანე ფერი. ძარღვებს შორის უბნები ხდება ღია მწვანე. ფოთლის ზედა მხარის გათეთრება ან გაუფერულება, გამოხატული მწვანე კონტურით. |
| ბორი | ახალგაზრდა ფოთლების დანაოჭება და ბოლოების სიდამწვრე, რასაც მოსდევს კიდეების გაყვითლება და დაგრეხა. წვერის შემცირებული ზრდა. მოკლე და გამუქებული ფესვები (სურათი 28). |
| მოლიბდენი | ახალგაზრდა ზრდასრული ფოთლების ერთგვაროვანი გაყვითლება და შედარებით ძველი ფოთლების ნეკროზი. ფოთლების კიდეების ზედა მხარეს დახვევა. |

სურათი 24. ფოთლები და რიგები აზოტის საკმარისი შემცველობის პირობებში.

სურათი 25. ჟოლოს ფოთლის კიდის სიდამწვრე და ძარღვებს შორის გაყავისფრება კალიუმის ნაკლებობისას. ფოთოლი იხვევა ქვედა მხარეს, სიდამწვრის მქონე კიდეები კი – ზედა მხარისკენ.

სურათი 26. რკინის ნაკლებობა გამოიხატება ახალი ფოთლების ძლიერი ქლოროზით, რასაც მოჰყვება კიდეებსა და ძარღვებს შორის ქლოროზი.

## მორწყვა

ჟოლოს ძლიერი ზრდის და ოპტიმალური მოსავლის მისაღებად საჭიროა საკმარისი რაოდენობით წყალი. განვითარების პროცესში არასაკმარისად მორწყვა გამოიწვევს ნაყოფის ზომის შემცირებას. საუკეთესო შემთხვევაში წყლის რაოდენობა თანაბრად უნდა განაწილდეს მთელი სავეგეტაციო სეზონის განმავლობაში. ვინაიდან ძალიან დაბალია

სურათი 27. ძარღვებს შორის ქლოროზი მანგანუმის ნაკლებობის პირობებში.

სურათი 28. ბორის ნაკლებობისთვის დამახასიათებელია ფოთლის წვერის მოხმობა და ახალი ამონაყარის დატოტვა.

ალბათობა, რომ წყლით უზრუნველყოფის ზემოაღნიშნული იდეალური პირობები შეიქმნება წვიმის საშუალებით, ძალიან მნიშვნელოვანია საირიგაციო სისტემის მოწყობა.

ჟოლოს წყლის მოთხოვნილება განსხვავებულია ამინდის, ნარგავების სიხშირის და სიძლიერის მიხედვით. თუმცა, მაქსიმალური ან პიკური ტენიანობის მაჩვენებლად ითვლება დღეში 0.5-დან 0.8 სმ-მდე. ჟოლო პრაქტიკულად მთელ ტენს იღებს ნიადაგის ზედა 60 სმ-იდან. სხვადასხვა ნიადაგი ზედა 60 სმ-ში წყლის სხვადასხვა მოცულობას ინარჩუნებს. მაგალითად, კარგად დრენაჟირებულ ქვიშოვან ნიადაგებს მხოლოდ 5 სმ წყლის შენარჩუნება შეუძლია, თიხნარ ნიადაგებს კი - 10 სმ-ისა. საზოგადოდ ითვლება, რომ მორწყვა უნდა დაიწყოს მაშინ, როდესაც ნიადაგში ხელმისაწვდომი ტენის 50 პროცენტი გამოყენებულია. პიკური გამოყენებისას ეს მოხდება წინა ირიგაციიდან 5-10 დღეში, ნიადაგის ტიპის და წვიმის ფაქტორების მიხედვით.

ჟოლოს მოსარწყავად სასურველი მეთოდია წვეთოვანი სისტემით მორწყვა, ამდენად, საჭიროა დარგვიდან მოკლე ხანში მისი მოწყობა. მისი უპირატესობებია წყლის და ენერგიის მოხმარების დაბალი მაჩვენებელი, ტენიანობის სტანდარტული დონე, არ ალპობს ნაყოფს. ჟოლოს მოსარწყავად არ არის რეკომენდებული ზემოდან დასაწვიმი საირიგაციო სისტემის გამოყენება, ვინაიდან ამან შეიძლება ხელი შეუწყოს ფოთლების დაავადებების და ნაყოფის სიდამპლის წარმოქმნას. წვეთოვანი სარწყავი სისტემის ნაკლოვანებებია: სუფთა წყლის წყაროს საჭიროება, კულტივაციის შედეგად საირიგაციო სისტემის შესაძლო დაზიანება და მღრღნელებისგან დაუცველობა.

საქართველოში ჟოლოს წარმოებისთვის წვეთოვანი ირიგაციის ყველაზე შესაფერისი სახეობაა კომპენსირებადი დრეკადი მილები (ანუ T-tape) მთიანი/მაღლობიანი ადგილებისთვის და არა წნევით კომპენსირებული დრეკადი მილები ვაკეზე გაშენებული ნაკვეთებისთვის. ამ ტიპის მილები გამოყოფენ წყალს მთელ სიგრძეზე (სურათი 29). ამ სისტემის სხვადასხვა სახეობა არსებობს: ნიადაგზე დაფენილი, მიწაში ჩაფლული ან მავთულის ჩარჩოდან ჩამოკიდებული. თუ მასალა ჩაფლულია ნიადაგში, წვეთოვანი მორწყვის ხაზი უნდა ჩაიფლას 10-20 სმ-ზე, საფხვიერებელი ტენიკით დაზიანების თავიდან ასაცილებლად.

სურათი 29. ჟოლოს მორწყვა წვეთოვანი მეთოდით.

მორწყვის დროის განსაზღვრისთვის ხშირად კარგი მეთოდია ნიადაგის მუჭში დამრგვალება. ნიადაგის ნიმუში უნდა აიღოთ ფესვის მაქსიმალური სიღრმის დონიდან (დაახლოებით, 15-25 სმ). თუ ნიადაგი არ შეიკვრა მკვრივ ბურთად, მუჭში შეკუმშვისას, ტენიანობა დაცემულია იმ დონეზე, როდესაც საჭიროა მორწყვის დაწყება. თუ აღებული ნიადაგი იკვრება ბურთად, ეს ნიშნავს, რომ ნიადაგის ტენიანობა საკმარის დონეზეა. მორწყვის დრო და სარწყავი წყლის მოცულობის განსაზღვრა, ასევე, შესაძლებელია ნიადაგის tensiometers ან irrometers გამოყენებით. ეს მცირე ტენიანობის საზომი ზონდები უნდა ჩაიდგას ნიადაგში ისე, რომ წვერმა ჩააღწიოს 15 სმ სიღრმეზე. როდესაც ნიადაგის ტენიანობა 15 სმ სიღრმეზე ტენტევადობის 50%-ზე დაბლაა, ეს ნიშნავს, რომ მორწყვის დაწყების დროა.

საშუალოდ, ჟოლოსთვის საჭიროა 2.5-3.8 სმ წყალი კვირაში წვიმის ან მორწყვის სახით, ყვავილობიდან მოსავლის აღების დასრულებამდე. ნაყოფის განვითარების პერიოდში კი აუცილებელია უფრო მეტი მოცულობა, 3.8 სმ კვირაში. დაცულ სტრუქტურებში მოყვანილ ჟოლოს, მაგ., სათბურებში ან მაღალ გვირაბებში მოყვანილს სჭირდება მეტი წყალი, ვიდრე ღია გრუნტში გაშენებულ მცენარეს.

წყლის საჭირო მოცულობის განსაზღვრისას საზოგადოდ სასურველია, გამოიყენოთ საკმარისი წყალი იმისთვის, რომ ნიადაგის ზედა 60 სმ-ის ტენიანობის დონე დაუბრუნდეს 100 პროცენტს. გახსოვდეთ, რომ სარწყავი აღჭურვილობის ეფექტიანობა მხოლოდ 75 პროცენტია, ამდენად, ირიგაციის სისტემიდან საჭიროა, დაახლოებით, 3,3 სმ წყლის გამოშვება 2,5 სმ-ის მისაწოდებლად. მორწყვის ინტენსივობა არ უნდა იყოს ნიადაგის შეწოვის უნარზე მაღალი. ჭარბი ირიგაცია არაეკონომიკურია, შეიძლება საზიანო იყოს ჟოლოსთვის და უნდა მოერიდოთ. ჭარბმა მორწყვამ, ასევე, შეიძლება გამოიწვიოს რბილი ნაყოფის ჩამოყალიბება, რომელიც დაკრეფისა და ტრანსპორტირებისას იოლად დაზიანდება. ზედმეტად მორწყვის შედეგად შეიძლება გამოირეცხოს საკვები ნივთიერებები, განსაკუთრებით, აზოტი, ფესვთა ზონის ქვემოთ. ამას გარდა, ნიადაგის ჭარბი ტენიანობა ამცირებს ნიადაგის აერაციას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ფესვთა პათოლოგიური ზრდა და ფესვთა სერიოზული დაავადებები.

## დამტვერვა

ჟოლოს ყვავილები სათანადოდ უნდა დაიმტვეროს ერთგვაროვანი ფორმის მქონე ნაყოფის მისაღებად. ნაყოფი დამტვერვის შემდეგ სწრაფად ვითარდება, უმეტესობის შემთხვევაში, მხოლოდ 30-45 დღეში. ჟოლო მარცვლების კლასტერებისგან შედგება, რომლებიც მიმაგრებულია ცენტრალურ ყვავილსაჯდომზე. თუ ნაყოფი ნორმალური ზომისაა, მაგრამ აქვს უჩვეულოდ ცოტა მარცვალი, დეფორმირებული მარცვლების გარეშე, ეს შეიძლება მიანიშნებდეს არასათანადო დამტვერვაზე. ცუდმა პოლინაციამ შეიძლება, ასევე, გამოიწვიოს ნაყოფის კოშტოვანება (სურათი 30). ჟოლოს

დამტვერვის 90-95% ფუტკრებზე მოდის. ძირითადად, მეთაფლია ფუტკრებზე, თუმცა ქარიან ან ცივ ამინდში უფრო ეფექტური დამტვერვა შეიძლება უზრუნველყონ ბაზებმა და სხვა ველურმა ფუტკრებმა.

სურათი 30. არასათანადოდ დამტვერვა (ზედა რიგი) იწვევს დეფორმირებული და კოშტოვანი ნაყოფის ჩამოყალიბებას.

ძალიან მნიშვნელოვანია მეთაფლია ფუტკრის კოლონიების განთავსება ჟოლოს ყვავილების სათანადო დამტვერვისთვის. რეკომენდებულია ჰექტარზე ხუთი სკის განთავსება (სურათი 31). სკები უნდა დაიდგას ისე, რომ მეთაფლია ფუტკრის ფრენის მარშრუტები არ იყოს ქარის მიმართულების საწინააღმდეგო.

ბაზი საუკეთესო მეთოდია სათბურებში ან მაღალ გვირაბოვან დაცულ სტრუქტურებში გაშენებული ჟოლოს დამტვერვისთვის. ბაზს მეთაფლია ფუტკართან შედარებით უპირატესი თვისებები აქვთ. ბაზი ძალიან სწრაფია, წუთში მეთაფლია ფუტკართან შედარებით ორჯერ მეტი რაოდენობის ყვავილზე ჯდება.

მათ შეუძლიათ უფრო მეტი ტვირთის ტარება თავიანთი ზომიდან გამომდინარე და ხშირად მტვრიანასთან უკეთ აღწევენ. ბაზი გაცილებით ნაკლებადაა დამოკიდებული კლიმატურ პირობებზე, ვიდრე მეთაფლია ფუტკარი, რომელიც, როგორც წესი, ფრენის დაწყებისთვის მზის ამოსვლას ელოდება. ბაზი აქტიურობას ინარჩუნებს შედარებით დაბალი ტემპერატურის პირობებში და სინათლის დაბალი ინტენსივობისას. ქარიან ამინდში მათი სიჩქარე 70 კმ/სთ-მდეა, მეთაფლია ფუტკარს კი მხოლოდ 30 კმ/სთ სიჩქარის განვითარება შეუძლია. ბაზის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი უპირატესობაა კომუნიკაციის სისტემის არარსებობა. ვინაიდან მეთაფლია ფუტკრები ატყობინებენ ერთმანეთს ჟოლოს ნარგავების გარეთ მიმზიდველი ყვავილების შესახებ, როგორიცაა ბაბუაწვერა, მათ შეიძლება გადაწყვიტონ ჟოლოს ნაკვეთის დატოვება. ბაზს არ აქვს ასეთი კომუნიკაციის სისტემა. ბაზის შესყიდვა შეიძლება Koppert Biological Systems-იდან. Tripol, კომპანიის ბრენდის – Natupol-ის ფარგლებში, წარმოადგენს Koppert-ის უახლესი ბაზის სკის დიზაინს ეფექტური ბუნებრივი დამტვერვისთვის.

სურათი 31. რეკომენდებულია ჰექტარზე მეთაფლია ფუტკრის ხუთი სკის ჩადგმა ჟოლოს სათანადო დამტვერვისთვის.

## დაცული სტრუქტურები

დაცულ სტრუქტურებში ჟოლოს გაშენება (გათბობის სისტემის გარეშე პოლიეთილენით დაფარული მაღალი გვირაბები) მთელი მსოფლიოს მასშტაბით სულ უფრო ხშირად გამოიყენება (სურათი 32). მიუხედავად იმისა, რომ ისინი უზრუნველყოფენ ყინვისგან გარკვეულწილად დაცვას, მათი ძირითადი დანიშნულებაა რამდენიმე კვირის განმავლობაში ყოველდღიურად ტემპერატურის რამდენიმე გრადუსით გაზრდა და შედარებით გრილი შემოდგომის, ზამთრის და გაზაფხულის დასაწყისში ჟოლოს მოყვანისთვის ხელსაყრელი მიკრო-კლიმატის შექმნა. ტემპერატურის გაზრდის გარდა, დაცული სტრუქტურა უზრუნველყოფს ქარისა და წვიმისგან დაცვას, ნიადაგის გათბობას და, ზოგიერთ შემთხვევაში, მწერების, დაავადებების და მტაცებლების, მაგ., მღრღნელების და ფრინველის კონტროლს. კულტურის უფრო ეფექტური ზრდა და გასაყიდად ვარგისი ხილის გაცილებით მაღალი მოსავალი შეიძლება მივიღოთ ჟოლოს დაცულ სტრუქტურებში მოყვანით. გარდა ამისა, შესაძლებელია ნაყოფის სიდამპლის მნიშვნელოვნად შემცირება, Botrytis gray mold-ის ნაკლები შემთხვევების გამო. დაცული სტრუქტურების გამოყენების დადებითი შედეგები განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ისეთ წლებში, როდესაც ზამთარსა და გაზაფხულზე ხშირი წვიმიანობაა. საქართველოში ჟოლოს დაცულ სტრუქტურებში მოყვანის კიდევ ერთი ძირითადი უპირატესობაა მოსავლის სეზონის გახანგრძლივება. შესაძლებელია მოსავლის აღების პერიოდის გაგრძელება წლის შედარებით გრილ თვეებშიც, როდესაც ღია გრუნტში ჟოლოს მოსავლისთვის არ არის

ხელსაყრელი პირობები. ეს უზრუნველყოფს საქართველოში ჟოლოს რეალიზაციის პერიოდის ხანგრძლივობის მნიშვნელოვან ზრდას. გარდა ამისა, შესაძლებელია საბაზრო ფასის სერიოზული გაუმჯობესება მოსავლის აღების პერიოდის გახანგრძლივების გამო.

მაღალ გვირაბოვან სტრუქტურებში ჟოლოს წარმოება ხელს უწყობს მოსავლიანობის და ხილის ხარისხის გაზრდა-გაუმჯობესებას ღია გრუნტში მოყვანილთან შედარებით. მაღალ გვირაბში წარმოება შეიძლება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყოს, როდესაც არსებობს კარგი გასაღების ბაზარი მაღლხარისხოვანი ხილისთვის, რომელიც მოყვანილია პესტიციდების მცირე დოზებით ან პესტიციდების გარეშე, და, აგრეთვე, ხელსაყრელია, როდესაც საჭიროა უფრო ხანგრძლივი სავეგეტაციო პერიოდი შემოდგომაზე მსხმოიარე ნარგავის უფრო სრულყოფილი მოსავლის მისაღებად.

სურათი 32. მსოფლიოში სულ უფრო ხშირად გამოიყენება ჟოლოს მაღალ გვირაბოვან კონსტრუქციებში მოყვანის მეთოდი.

მაღალი გვირაბები საზოგადოდ კვონსეტის ფორმის, ლითონის რკალებისგან აგებული სტრუქტურებია; ლითონის რკალები მიმაგრებულია ლითონის ბოძებზე, რომლებიც ნიადაგში 60-სმ-ზეა ჩასმული. ისინი დაფარულია ერთი ფენა 6 მილ. სასათბურე ხარისხის პოლიეთილენის პარკით და ნიავდება ხელით, ყოველ დილით გაზაფხულზე პარკის გვერდებზე აწევით და შებინდებისას – ჩამოშვებით (სურათი 33). მუდმივი გათბობის სისტემა არ არის, თუმცა სასურველია, იყოს სათადარიგო პორტატული, პროპანზე მომუშავე ხელსაწყო მოულოდნელი ყინვისგან დასაცავად. შესაძლებელია მაღალი გვირაბის გვერდების აწევა, რათა გვირაბში ადვილად შეეტიოს მცირე დასამუშავებელი და შესაფრქვევი აღჭურვილობა.

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში მაღალია ჟოლოს დაცულ სტრუქტურებში მოყვანის პოტენციური უპირატესობები, არსებობს რამდენიმე უარყოფითი მხარე, რომელიც არ ახასიათებს ღია გრუნტში მოყვანას. ნაცროვანი სოკო – ესაა დაავადება, რომლის განვითარებასაც ხელს უწყობს მშრალი ფოთლები და მაღალი ტენიანობა. მაღალ გვირაბებში არსებობს ეს ორივე პირობა. შესაძლებლობისამებრ გვირაბში ჰაერის მოძრაობის უზრუნველყოფა შეამცირებს დაავადების განვითარების ალბათობას. ორლაქიანი ობობასებრი ტკიპა, როგორც წესი, ჟოლოს მაღალ გვირაბებში წარმოებისას ყველაზე საშიში მავნებელია. მათთან ბრძოლა შესაძლებელია მტაცებელი ტკიპის – Phytoseilius persimilis-ის გაშვებით. დაცულ სტრუქტურებში შეიძლება სწრაფად გაიზარდოს ტკიპების რაოდენობა, ამდენად მტაცებელი ტკიპების გაშვება უნდა მოხდეს ორლაქიანი ტკიპას შემჩნევიდან მოკლე ხანში. ამას გარდა, მაღალ გვირაბებში შეიძლება რთული იყოს ყვავილების დამტვერვა, ვინაიდან აქ თავისუფლად ვერ აღწევს მეთაფლია ფუტკარი. მაღალ გვირაბში ბაზის სკების დადგმით გადაიჭრება დამტვერვის საკითხი.

სურათი 33. ჟოლოს მოყვანა დაცულ სტრუქტურებში.

## მავნებლებთან ბრძოლა

ჟოლოს ხშირად შეესევიან მთელი რიგი მავნებლები დარგვიდან მოსავლის აღებამდე. ძირითადი მავნებლებია სარეველები, მწერები და ტკიპები, დაავადებები და ნემატოდები. მავნებლების მიერ გამოწვეული დაზიანების სიმპტომების ცოდნა და ნარგავების ხშირი მონიტორინგი მნიშვნელოვანია სერიოზული აფეთქებების თავიდან ასაცილებლად. აუცილებელია მავნებლების პრობლემების ადრეული იდენტიფიკაცია და შესაბამისი კონტროლის ღონისძიებების გატარება, რათა მივაღწიოთ ხილის დამაკმაყოფილებლად მოყვანას და მოგებას. არსებობს მავნებლის დათრგუნვის რამდენიმე მეთოდი, მათ შორის, პრევენცია, სათანადო სანიტარიული ზომების გატარება და ბიოლოგიური

და ქიმიური კონტროლი. მავნებლებთან ბრძოლის ეფექტური პროგრამები მოიცავს შესაძლო პრობლემების გათვალისწინებას, ხშირ მონიტორინგს და, საჭიროებისამებრ, მცენარეთა სათანადო დამცავი საშუალებების დროულად გამოყენებას. უნდა გამოიყენოთ მხოლოდ საქართველოს მთავრობის მიერ ნებადართული პესტიციდები. ჟოლოზე მავნებლების ზეგავლენის შესამცირებლად არსებობს მცენარეთა დამცავი სხვადასხვა საშუალება.

## სარეველები

სარეველები კონკურენციას უწევენ ჟოლოს ნარგავებს სინათლის, წყლის და ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების მიღებაში. გარდა ამისა, სარეველები შეიძლება იყვნენ მწერების და დაავადებების მასპინძლები. ამდენად, საჭიროა რიგში სარეველების სრულიად აღმოფხვრა. რიგთაშორისი სივრცის დაცვა მცენარეული საფარისგან შეიძლება მიწის დამუშავებით (სურათი 34) ან დაბალი საფარის მოწყობით. რიგში გაზრდილ სარეველებს, როგორც წესი, აძრობენ ხელით ან თოხით. ჰერბიციდი ნაპროპამიდი (Devrinol) ეფექტურია ჟოლოს ნაკვეთებისთვის დამახასიათებელი სხვადასხვა ერთწლიანი ბალახის და ფართოფოთლოვანი სარეველების წინააღმდეგ; აღნიშნული პრეპარატი აღმოცენებამდე ქიმიური დამუშავების საშუალებაა. რიგებს შორის გაზრდილ სარეველებს იღებენ ხელით ან მიწის დამუშავებით. ჟოლოს ფესვები ზედაპირულია, ამიტომ მიწა, დაახლოებით, 1 სმ-ზე უფრო ღრმად არ უნდა დამუშავდეს, რათა თავიდან ავიცილოთ ფესვების დაზიანება. ჟოლოს აქვს ფართოდ გაშლილი, ზედაპირული, გვერდითი ფესვთა სისტემა და უნდა მოერიდოთ რიგებს შორის ღრმად ხვნას, რათა არ დაზიანდეს ფესვები და გაჭრილი ადგილებიდან ნარგავებში არ შეიჭრას crown gall-ი.

სურათი 34. სარეველების მოცილება ჟოლოს რიგებში და რიგებს შორის.

ძალიან მნიშვნელოვანია მრავალწლიანი სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლა ჟოლოს დარგვამდე. ეს შეამცირებს სარეველების კონკურენციას კენკროვან ნარგავებთან მათი ჩამოყალიბებისა და ნაყოფის გამოსხმის პერიოდში. ნარგავებში სარეველების უკონტროლო ზრდა გამოიწვევს დაავადებების გაზრდას ნარგავებს შორის ჰაერის მოძრაობის შემცირებით, რითაც ხელს შეუწყობს ფოთლების და ყუნწების უფრო მაღალი ტენიანობის დონის შენარჩუნებას. გარდა ამისა, ზოგიერთი დაავადების გამომწვევი ორგანიზმები (Verticillium wilt fungus, crumbly berry virus) შეიძლება დაგროვდეს ნარგავებში ზოგიერთ ფართოფოთლოვან სარეველებზე. მრავალწლიანი სარეველები, რომელთა კონტროლი რთულია, შეიძლება განადგურდეს სისტემური ჰერბიციდი გლიფოსატით ადგილობრივი ფრთხილი შეწამვლით.

ტყის ჟოლო და მაყვალი დაავადების ინოკულანტის წყაროა და მთლიანად უნდა აღმოიფხვრას ჟოლოს დარგვის ადგილას და მის მიმდებარე ტერიტორიებზე ჟოლოს დარგვამდე.

## მწერები

ჟოლოს შეიძლება, შეეჭრას მრავალი სხვადასხვა მწერი. ეს არის მღეჭავი და მჩხვლეტავ-მწოველი მწერების დიდი სპექტრი. მწერების დაზიანებისადმი დაუცველია ყველა ქსოვილი, მათ შორის, ფესვები, ტოტები, ყუნწი, ფოთლები, ყვავილები, ნაყოფი. ქვემოთ აღწერილია ჟოლოს ყველაზე გავრცელებული მავნებელი მწერები და მათთან ბრძოლის ღონისძიებები.

**ჟოლოს ხოჭო (ჟოლოს ხილის ჭია)**

ჟოლოს ხოჭო (Byturus tomentosus), რომელიც ცნობილია ჟოლოს ხილის ჭიის სახელით, უმთავრესი მავნებელია მთელ ევროპაში (სურათი 35). ზრდასრული ხოჭო გამოიზამთებს ნიადაგში, გაზაფხულზე კი ამოდის ნიადაგიდან ჟოლოს ყვავილების გაშლამდე. ისინი თავდაპირველად იკვებებიან ახალგაზრდა, შემოდგომაზე მსხმოიარე ჟოლოს ფოთლების წვერებით და შეიძლება, გამოიწვიონ ფოთლების სერიოზული დაზიანება. მატლები, ასევე, ზიანს აყენებენ ხილს ზედაპირზე ცოცვისას ან ყვავილსაჯდომში შესვლით. დაზიანებული ხილი შეიძლება დაინფიცირდეს Botrytis ნაცრისფერი ობით, რაც ამოკლებს მწიფე ნაყოფის სარეალიზაციოდ ვარგისიანობის ვადას.

სურათი 35. ზრდასრული ჟოლოს ხოჭო იკვებება ყვავილის კოკრით (მარცხნივ და მარცხნიდან ცენტრში), ფოთლით (მარჯვნიდან ცენტრში) და მატლის სტადიაში იკვებება ხილით (მარჯვნივ).

ნაკვეთზე ჟოლოს ხოჭოს პოპულაციის დასადგენად არსებობს მონიტორინგის ინსტრუმენტები. ისინი შედგება თეთრი წებოვანი ხაფანგებისგან (Rebell Bianco), რომლებიც შემთხვევითი პრინციპით შერჩეულ ადგილებში თავსდება ჟოლოს ნარგავებში (სურათი 36). ჟოლოს ხოჭოს წებოვანი ხაფანგების ყოველდღიური მონიტორინგი მწარმოებლებს აძლევს საშუალებას, დაადგინონ, არის თუ არა საჭირო, და დამუშავების რა ზომები უნდა მიიღონ ხოჭოსთან საბრძოლველად. თუ ხაფანგში აღმოჩნდა დღეში ორ ხოჭოზე მეტი, ეს, როგორც წესი, ზღვრული დონეა ბრძოლის ზომების დასაწყებად. კონტროლი მოიცავს ინსექტიციდების გამოყენებას პირველი ყვავილების გაშლამდე, ზრდასრული ხოჭოების დასახოცად, რის შემდეგაც ტარდება მეორედ დამუშავება, ყვავილის ფურცლების 80%-ის ჩამოცვენიდან და ხილის პირველ ვარდისფერ ეტაპს შორის შუალედში. ჟოლოს ხოჭოს კონტროლისთვის ეფექტური ინსექტიციდებია შემდეგი პრეპარატები: მალათიონი (Malathion), კარბარილი (Sevin), დიაზინონი (Diazinon), აცეტამიფრიდი (Assail), ბეფენტრინი (Brigade, Capture), იმიდაქლოფრიდი (Admire), თიამეთოქსამი (Actara), ესენვალორატი (Asana ) და ფენპროპათრინი (Danitol).

**ფოთოლხვევია (Choristoneura rosaceana)**

ზრდასრული ფოთოლხვევიის პეპელა კონუსის ფორმისაა და მისი ფრთების შლილია 20-25 მმ. მისი მოწითალო წინაფრთების წინა მხარეებს განივად გასდევს ორი ყავისფერი ზოლი. მომწიფებული მატლების სიგრძე, დაახლოებით, 25 მმ-ია. ისინი მოყვითალო-მომწვანო ფერის არიან, მუქი ყავისფერი ან შავი თავებით (სურათი 37). ახალგაზრდა მატლი მოყვითალო-მოყავისფროა. კვერცხებს დებს ფოთლებზე მომწვანო ფერის ჯგუფად, 200 კვერცხამდე. Obliquebanded leafroller-ის მატლი იკვებება ჟოლოს ფოთლებით და ხილით. ფოთლების დაზიანება, ძირითადად, მცირეა; თუმცა, ხილის დაზიანებამ შეიძლება მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ზიანი გამოიწვიოს. ძირითადად, ყველაზე მეტად ახალგაზრდა ფოთლები ზიანდება. ფოთლებზე სიმპტომები გამოიხატება ახალგაზრდა ფოთლის ქსოვილის დაგრეხვით. ახალი ფოთლის ქსოვილი იხვევა. დახვეული ფოთლის ქსოვილის შიგნით ხშირად პატარა მუქი მწვანე ფერის მატლია შავი თავით და გულმკერდის ფარით. ზრდასრული მატლი, როგორც წესი, გადაახვევს ფოთლის ნაწილს, წარმოქმნის ჩაღრმავებას და მასში დაჭურპდება. მატლი კენკრით იკვებება და ამის გამო რთულია მისი შემჩნევა მოსავლის აღებამდე.

სურათი 36. თეთრი წებოვანი ხაფანგები (Rebell Bianco) ჟოლოს ხოჭოს პოპულაციის მონიტორინგისთვის.

სურათი 37. ფოთოლხვევიის მატლი (მარცხნივ) და ზრდასრული პეპელა (მარჯნივ).

ზრდასრული მამრი პეპლების ფრენისა და პოპულაციის მონიტორინგისთვის ჟოლოს ნაკვეთზე იყენებს ფერომონიან სატყუარებს. ფოთოლხვევია პეპლების წინააღმდეგ ეფექტურია შემდეგი ინსექტიციდები: კარბარილი (Sevin), ბიფენტრინი (Brigade, Capture), სპინეტორამი (Delegate), სპინოსადი (Entrust, Success), ქლორანტრანილიპროლი (Altacor, Coragen) და ტებუფენოზიდი (Confirm).

გარდა ამისა, ფოთოლხვევიის პოპულაციების შესამცირებლად ეფექტურია ბაქტერიული ბიოლოგიური აგენტი Bacillus thuringiensis (Javelin, Dipel). Bacillus thuringienses (Bt) არის უაღრესად შერჩევითი ბაქტერიული პრეპარატი, რომელიც წარმოქმნის კუჭის შხამს და ხოცავს მხოლოდ ქერცლფრთიანა მწერების მატლებს (ლარვებს, ჭიებს, მუხლუხოებს) მას შემდეგ, რაც ისინი შეჭამენ ჟოლოს ფოთლებს. ასეთი საკვების მიღებიდან რამდენიმე დღეში მწერები იღუპებიან. Bt-ის მოქმედება სტანდარტულ ინსექტიციდებთან შედარებით ბევრად ნელია. Bt-ით დამუშავებას ძალიან მნიშვნელოვანი გავლენა აქვს მის ეფექტურობაზე.

გასათვალისწინებელია, ასევე, რომ Bt არცთუ დიდი ხნის განმავლობაში მოქმედებს. პრეპარატი მგრძნობიარეა მზის შუქისადმი და იშლება 5-დან 7 დღის განმავლობაში. Bt-ს პროდუქცია არ ვნებს სასარგებლო მწერებს ან მტაცებლებს.

**ნარინჯისფერი ფოთოლხვევია (Argyrotaenia francisana)**

ნარინჯისფერი ფოთოლმხვევიას მატლების ფერი ღია ყავისფრიდან მოყვითალო-მომწვანო ტონებში მერყეობს, მას ყავისფერი თავი აქვს. ზრდასრული მატლების სიგრძე, როგორც წესი, დაახლოებით, 20 მმ-ია, მაგრამ შეიძლება სულ 2-3 მმ-იც კი იყოს. შეხებისას უკან მხარეს გაირხევა და მიწაზე დაეცემა. აბრეშუმის ძაფით დახვეული ფოთლები, რომლებიც ქსელითაა შეკრული, ქმნიან დამცავ ბუდეს, რაც მიანიშნებს ფოთოლმხვევიას ლარვების არსებობაზე. ზრდასრული პეპელა მოყავისფრო ან რუხი ფერისაა და შედარებით მუქი ლაქა აქვს წინა ფრთებზე (სურათი 38).

სურათი 38. ნარინჯისფერი ფოთოლმხვევიას ლარვა (მარცხნივ) და ზრდასრული (მარჯვნივ).

ლარვა გამოიზამთრებს ღეროებსა და გამხმარ ფოთლებში და შეიძლება, ზამთრის თბილ პერიოდში იკვებოს. ლარვა აქტიურდება გაზაფხულზე. ზრდასრული პეპელა ჩნდება გაზაფხულის ბოლოს, კვერცხების დასადებად. ხშირად პირველი ზაფხულის პირველი გამოჩეკილი თაობა ემთხვევა მოსავლის აღებას და ლარვებმა შეიძლება, მნიშვნელოვნად დააზიანოს ნაყოფი. წელიწადში, როგორც წესი, ერთდროულად ფოთოლმხვევიას სამი ან ოთხი თაობაა.

ნარინჯისფერი ფოთოლმხვევიას წინააღმდეგ ეფექტურია სხვადასხვა ინსექტიციდი, მათ შორისაა: carbaryl (Sevin), bifenthrin (Brigade, Capture), spinetoram (Delegate), spinosad (Entrust, Success), chlorantraniliprole (Altacor, Coragen), tebufenozide (Confirm) და fenpropathrin (Danitol). ნარიჯნისფერი ფოთოლმხვევიას წინააღმდეგ ეფექტურია, ასევე, ბაქტერია Bacillus thuringiensis (Javelin, Dipel).

**ჟოლოს ხერხია (Raspberry Sawfly) (Monophadnoides geniculatus).**
ზრდასრული ხერხია პატარა ზომის (6 მმ) შავი მწერია, რომელსაც მუცლის უბანში ყვითელი ზოლი და გამჭვირვალე ფრთები აქვს. ზრდასრული გამოდის გაზაფხულზე და კვერცხებს დებს ფოთლის ქსოვილში, აყვავილებისას. ლარვა იწყებს კვებას ფოთლების ქვედა მხარით, ყვავილების კვირტებით, ახალგამოღებული ნაყოფით და მზარდი ყლორტებით. ლარვა ღია მწვანე ფერისაა და დაფარულია თეთრი ბუსუსებით. ლარვებს ბევრი ფეხი/ფეხისმაგვარი წარმონაქმნი აქვთ (3 წყვილი ნამდვილი ფეხი და მრავალი ფეხის მსგავსი გამონაზარდი). რამდენიმე კვირის განმავლობაში კვების შემდეგ მათი სიგრძე აღწევს 10-18 მმ (სურათი 39).

სურათი 39. ჟოლოს ხერხია, ლარვა (მარცხნივ) და ზრდასრული (მარჯვნივ).

მავნებლის მიერ მიყენებული ზიანი, როგორც წესი, მისი ფოთლით კვებით არის გამოწვეული, რის შედეგადაც ფოთლებს უჩნდება პატარა ხვრელები (სურათი 40). ზოგჯერ, ინვაზია ძლიერია და ფოთლებისგან მხოლოდ ძარღვები რჩება. ლარვებზე ვიზუალურად დაკვირვება გაზაფხულის დასაწყისში კარგი ხერხია იმის დასადგენად, არის თუ არა მათი რაოდენობა საკმარისად მაღალი ბრძოლის ღონისძიებების გასატარებლად. ზომების მისაღებად გადაწყვეტილებების მიღება ხდება ფოთლის დაზიანების მოცულობის საფუძველზე. რამდენიმე ფოთოლზე ხვრელების არსებობა შეიძლება არ იყოს იმდენად საყურადღებო, თუმცა თუ 20% ან მეტი ფოთლებისგან მხოლოდ ძარღვებია დარჩენილი, საჭიროა ინსექტიციდებით დამუშავება.

სურათი 40. ჟოლოს ხერხიას კვების შედეგად დაზიანებული ფოთლები.

ხერხიას წინააღმდეგ ეფექტური ინსექტიციდებია შემდეგ პრეპარატები: carbaryl (Sevin), imidacloprid (Admire) და spinosad (Success, Entrust).

**მესაფლავე ხოჭო**
ჟოლოს შეიძლება შეესიოს რამდენიმე სახეობის მესაფლავე ხოჭო (Coleoptera) ჯიში. ზრდასრული ყავისფერი ხოჭო, დაახლოებით, 12-18 მმ სიგრძის, მბზინავი საფარით და მოვერცხლისფრო მუცლით გაჩენიდან, დაახლოებით, ორი კვირის განმავლობაში აქტიურობს, მაგრამ ძნელად შესამჩნევია, ვინაიდან ცუდად ფრენს. კვერცხებს დებს ნიადაგში, დაახლოებით, 3–6 სმ სიღრმეზე და მატლი იჩეკება 3–4 კვირაში. ლარვები იკვებებიან მცენარეთა ფესვებით ორი წლის განმავლობაში, შემდეგ კი დაჭუპრდებიან. მომწიფებული ლარვა დიდი ზომის, მსხვილი ტანის მქონე ჭუჭყიანი თეთრი ფერის ჭიაა, სიგრძით, დაახლოებით, 24–36 მმ, რომელსაც გაბერილი მუცელი და ყავისფერ თავთან ახლოს განლაგებული კარგად გამოკვეთილი ფეხები აქვს (სურათი 41). ნიადაგიდან ამოთხრისას ლარვები ყოველთვის რჩებიან მოკაუჭებულ მდგომარეობაში C-ს მაგვარი ფორმით.

ჟოლოს თეთრი მესაფლავე ხოჭო ზიანს აყენებს მცენარეს ფესვის ძაფების განადგურებით და უფრო დიდი ფესვების ქერქის ღეჭვით. ლარვების მიერ მცენარის ამ ნაწილებით კვების შედეგად ფოთლების ფერი იცვლება მოწითალო-მოყავისფროდ, ნაყოფი კი პატარა და თესლოვანი ხდება. დაზიანებული მცენარე ნელ-ნელა პატარავდება ფესვთა სისტემის განადგურების გამო. შემდეგ კი ჩამოჭკნება და დაიღუპება. ზოგიერთ შემთხვევაში, ჟოლოს ნარგავი მთლიანად ჩამოიჭრება ვარჯის ქვედა ნაწილამდე. ნაკვეთზე დაზიანება გამოიხატება ჭკნობადი მცენარეების ფართობის თანდათან გადიდებით. ლარვების ნახვა ხშირად შესაძლებელია მცენარის ამოთხრისას ფესვთა ზონაში. თეთრი ჭია, როგორც წესი, ნიადაგში შეაღწევს სტერილიზაციით დაუმუშავებელი ნაკელის შერევისას.

სურათი 41. თეთრი მესაფლავე ხოჭოს ლარვის სტადია.

კალციუმის ქლორიდის ნაკელთან შერევით მნიშვნელოვნად შემცირდება თეთრი grub-ის ინოკულანტი, ვინაიდან ლარვები ხმება. ბრძოლის კიდევ ერთი მეთოდია ცისფერი წყლის ხაფანგების გამოყენება, რომლებიც იზიდავს და ხოცავს ზრდასრულ ხოჭოებს. მათ წინააღმდეგ საბრძოლველად ნიადაგის დამუშავება შეიძლება შემდეგი ინსექტიციდებით: diazinon (Diazinon), bifenthrin (Brigade, Capture) ან imidacloprid (Admire)

**გვირგვინხვრეტია (Pennisetia marginata)**

გვირგვინხვრეტიით გამოწვეული დაზიანებებისთვის დამახასიათებელი სიმპტომებია სიძლიერის დაკარგვა და ცუდად განვითარებული ღეროები. მოსავლის აღების სეზონის განმავლობაში დაინფიცირებული ჟოლოს ღეროები ჭკნება და იღუპება, ხშირად მათზე გამოსხმულია ნახევრად გაზრდილი ნაყოფი. ინფიცირებული ღეროები იოლად სცილდება ნარგავს, შესამჩნევი ხდება დაზიანება. ზოგჯერ მოცილებულ ტოტზე შესაძლებელია ლარვის ნახვა. დაზიანების სიმპტომებია დასარყული ფესვები, ვარჯი და ღრმულები ვარჯის გარეთა ნაწილში.

გვირგვინხვრეტია კვერცხებს დებს ინდივიდუალურად, ფოთლების ქვედა მხარეს ზაფხულის ბოლოს. ლარვები გადადიან ნიადაგის ზედაპირის ქვეშ, ღეროს ძირში და ვარჯში აკეთებენ ღრულებს, რაც მნიშვნელოვან დაზიანებას იწვევს. crown borer-ის ლარვით ინვაზირებული მცენარე შესამჩნევად ჩამოჭნკება ძარღვოვანი ქსოვილის დაზიანების გამო. crown borer-ის არსებობის მანიშნებელია, ასევე, მცენარის ვარჯის ძირში ნახვრეტი, რომლის შესასვლელშიც ნახერხის მსგავსი მასაა.

ახალგაზრდა ლარვა პატარაა და თეთრი, ღია ყავისფერი თავით. მოწიფულობის პროცესში ის იზრდება ზომაში, გრძელდება 25-30 მმ-მდე. ზრდასრული (სურათი 42) არის გვირგვინხვრეტიის პეპელა, რომელსაც აქვს შავი სხეული ოთხი ყვითელი ჰორიზონტალური ზოლით და ჰგავს ნამდვილ კრაზანას. ფეხები ყვითელია, თავიდან გამოდის ბუსუსებიანი საცეცები, განსხვავებით კრაზანას მოკლე საცეცებისგან.

სურათი 42. ჟოლოს გვირგვინხვრეტიის ზრდასრული (მარცხნივ) და ლარვა (მარჯვნივ).

გვირგვინხვრეტიის კონტროლის საუკეთესო საშუალებაა ჟოლოს ნაკვეთში მისი შეჭრის პრევენცია, მოყვანის სათანადო მეთოდებით და ნაკვეთის სანიტარიული დამუშავებით. საჭიროა ნაკვეთთან

ახლოს ამოსული ველური ჟოლოს და მაყვლის აღმოფხვრა, ვინაიდან ისინი გვირგვინხვრეტიისათვის შესაძლო მასპინძლები არიან. ნაკვეთში crown borer-ის ჩამოყალიბების შემთხვევაში ნიადაგის bifenthrin (Brigade, Capture)-ით ან ვარჯის უბნის diazinon (Diazinon)-ით დამუშავება უზრუნველყოფს ეფექტურ კონტროლს. აღნიშნული მავნებლის წინააღმდეგ ეფექტურია, ასევე, ინსექტიციდი chlorantraniliprole (Altacor, Coragen).

**მერქანხვრეტია (Oberea bimaculata)**

მერქანხვრეტია თხელი ხოჭოა, დაახლოებით, 1.3 სმ სიგრძის. მას მთელ სხეულზე აქვს საცეცები. ხოჭო შავი ფერისაა, თუ არ ჩავთვლით თავის უკანა ნაწილს, რომელიც მკვეთრი ნარინჯისფერია, ორი-სამი შავი წერტილით. მდედრი ხოჭო კვერცხებს დებს ნაზი ნორჩი ჟოლოს ღეროების გულში, ცალკეულად, ღეროს წვერიდან, დაახლოებით, 15 სმ-ით ქვემოთ. ხოჭო აკეთებს ორ დამახასიათებელ ნახვრეტების რიგს, რომელიც შემოერტყმის ღეროს, დაახლოებით, 1.8-2.5 სმ-ის დაშორებით. ხოჭო კვერცხს დებს ქვედა რიგთან ახლოს. ღეროს დასარყვის გამო წვერო ჩამოხმება. კვერცხების გამოჩეკისას ლარვები მიემართებიან გვირაბებით ღეროს ძირისკენ. ღერო სუსტდება და ნაყოფის დამწიფამდე ხმება. მცენარეში cane borer-ის არსებობის მანიშნებელია ჩამომჭკნარი ყლორტი წვერიდან 12-20 სმ-ის დაშორებით (სურათი 43).

ბრძოლის საუკეთესო აგროტექნიკური მეთოდია დაზიანების ნიშნების მქონე ღეროების მოცილება, თუ ღეროს მოჭრიან რამდენიმე დღეში ჩამომჭკნარი წვეროს გამოჩენამდე, მხოლოდ 25 მმ-ზე ან, დაახლოებით, ქვემოთ ჩამომჭნკარი წვერის ნაწილამდე. შეამოწმეთ ღეროს მონაჭერი; თუ შეინიშნება დაზიანება, კიდევ მოჭერით პატარა ნაწილები, ვიდრე მთლიანად არ მოაცილებთ ამოჭმულ უბნებს. საჭიროა ყველა მოჭრილი ღეროს დაწვა, რათა განადგურდეს მასში არსებული მწერი. ამას გარდა, საჭიროა მიმდებარე ტერიტორიაზე გარეული ჟოლოს / მაყვლის ნარგავების განადგურება.

სურათი 43. მერქანხვრეტიით გამოწვეული დაზიანების გამო ჟოლოს ღეროს ზედა ნაწილის ჩამოჭკნობა.

ჟოლოს cane borer-ის წინააღმდეგ რეკომენდებული ინსექტიციდიდებია chlorantraniliprole (Altacor, Coragen) და acetamiprid (Assail).

**წითელკისერა მერქანხვრეტია (Agrilus ruficollis)**

მერქანხვრეტიის კიდევ ერთი სახეობა, რომელიც იჭრება ჟოლოს ნარგავებში, ესაა წითელკისერა მერქანხვრეტია. ზრდასრულების იდენტიფიცირება შეიძლება თავის უკან მოწითალო თორაქსის უბნით. სხეულის დანარჩენი ნაწილი შავია და მწერის სიგრძე, დაახლოებით, 6 მმ-ია (სურათი 44). ამ borersის მიერ გამოწვეული დაზიანების მახასიათებელია ღეროს შეშუპება, რომელიც შეიძლება 0.6-იდან 7.6 სმ-მდე სიგრძის იყოს და ღეროს ნებისმიერ ადგილას განვითარდეს. როგორც წესი, ღერო დასუსტდება ან მოძვრება შეშუპებული წერტილიდან. მოკრემისფრო-მოთეთრო ლარვებს, რომელთა სიგრძე, დაახლოებით, 1.8 სმ-ია, მუცელზე წყვილი მუქი ფერის პინცეტის მსგავსი კბილანები აქვთ. ახალგამოჩეკილი ლარვები შეიჭრებიან და ღრმულებს აკეთებენ ღეროში, რის შედეგადაც ქერქი სკდება. ღეროს დასარყვა იწვევს შეშუპებულ უბანს, ანუ gall-ს. ღეროს დასარყვის შემდეგ ლარვა გახვრეტს ღეროს და ცხოვრობს მის გულში. შემდეგ დაჭუპრდება და გამოვა ზრდასრული ფორმით. ლარვის მიერ დაზიანების დიდი ნაწილი გამოწვეულია მათ მიერ ღეროების დასარყვით. დასარყვა ასუსტებს ღეროებს, ინვაზირებულ ღეროებზე ნაყოფი მცირდება. უკიდურეს შემთხვევაში, ღერო შეიძლებ, მაშინვე გახმეს.

ჟოლოს ნაკვეთზე წითელკისერა მერქანხვრეტიის პოპულაციების შემცირება შეიძლება ინვაზირებული ღეროების ამოჭრით და მოცილებით. წითელკისერა მერქანხვრეტიასთან საბრძოლველად რეკომენდებული ინსექტიციდია chlorantraniliprole (Altacor, Coragen).

სურათი 44. ზრდასრული წითელკისერა cane borer (მარცხნივ) და კვებით გამოწვეული დაზიანების სიმპტომები ღეროზე (მარჯვნივ).

**ბუგრი (Aphis rubicola, Amphorophora agathonica)**

ბუგრი – ესაა პაწაწინა (2-10 მმ სიგრძის) მსხლის ფორმის, რბილი სხეულის მქონე მწერი, რომელსაც აქვს პატარა თავი და წყვილი ულვაში ანუ „გამწოვი მილები" (სურათი 45). ბუგრების უმეტესობა იკვებება ახალი ამონაყარით და კვირტებით, ახალგაზრდა ფოთლების ქვედა მხარეს და ფოთლის ყუნწით. ბუგრი მჩხვლეტავ-მწოველი მწერია, რომელიც ქსოვილიდან ამოწოვს საკვებ ნივთიერებებს. მათი კვების გზით შესაძლებელია დაავადებების, განსაკუთრებით, ვირუსების გავრცელება. ვირუსებმა შეიძლება გამოიწვიოს მცენარის ზრდის შეფერხება, ფოთლების დამახინჯება და გაუფერულება და ყვავილების და ნაყოფის წარმოქმნის შემცირება. ბუგრის საშუალებით გავრცელებული ვირუსებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ორი მათგანი: ჟოლოს მოზაიკური დაავადება, რომლის გადმტანია ჟოლოს დიდი ბუგრი და ჟოლოს ფოთლის დახვევა, რომელიც გადააქვს ჟოლოს პატარა ბუგრს. ბუგრის კვებამ შეიძლება, ასევე, გამოიწვიოს ფოთლების ყუნწების დაგრეხა და დახვევა.

ბუგრი გამოიზამთრებს კვერცხის ფაზაში; კვერცხები იჩეკება გაზაფხულზე. მომწიფებული ახალგაზრდა ბუგრი ფრთიანი ან უფრთო მდედრია, რომელიც ზაფხულის განმავლობაში ცოცხალ მწერებს აჩენს. ფრთიან ფაზაში ბუგრს შეუძლია ფრენა, მათ შორის, დიდ მანძილებზე. ვირუსული დაავადების ალბათობის შესამცირებლად ძალიან მნიშვნელოვანია ნაკვეთის მახლობლად ველური ჟოლოს, მაყვლის და ვირუსით დაინფიცირებული მაყვლის სრულად აღმოფხვრა. ამას გარდა, უაღრესად მნიშვნელოვანია მხოლოდ სერტიფიცირებული, ვირუსით დაუსნებოვანებელი გადასარგავი მასალის გამოყენება.

სურათი 45. ზრდასრული ბუგრი და ბუგრი ნიმფის ფაზაში.

ბუგრებთან საბრძოლველად გამოიყენება ინსექტიციდი, როდესაც ფოთლის ნიმუშის მიხედვით ბუგრის რაოდენობა საზიანო დონეს აღწევს. ამ მიზნით, შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით, ნაკვეთის სხვადასხვა უბნიდან იღებენ ფოთლებს და ადგენენ, ფოთლების რა პროცენტია დაზიანებული ბუგრით. ინსექტიციდით დამუშავება საჭიროა, თუ დაზიანების დონე აღწევს 30 პროცენტს. ბუგრის

კონტროლისთვის ეფექტური ინსექტიციდებია შემდეგი პრეპარატები: malathion (Malathion), acetamiprid (Assail), bifenthrin (Brigade, Capture), imidacloprid (Admire), thiamethoxam (Actara), esfenvalorate (Asana) და fenpropathrin (Danitol). ამასთანავე, ბიოლოგიური კონტროლის კარგი საშუალებაა მტაცებელი მწერები, რომლებიც თავს ესხმიან ბუგრს, მათ შორისაა, green lacewing larvae, convergent lady beetle, რამდენიმე სახეობის პარაზიტული კრაზანა და სხვა.

**თრიფსი (Homoptera species)**

ზრდასრული თრიფსი, დაახლოებით, 3 მმ სიგრძის, ღია მწვანე ან თეთრი ფერის მწერია (სურათი 46). შეხებისას მწერი სწრაფად აფრინდება. ახალგაზრდა ნიმფა პაწაწინა, ღია მწვანე ფერისაა, მისი იდენტიფიცირება იოლია, ვინაიდან შეხებისას გვერდზე მოძრაობს.

სურათი 46. ზრდასრული თრიფსი შეიძლება იყოს ღია მწვანე ან თეთრი ფერის.

თრიფსები ისვენებენ ფოთლების ქვედა მხარეს, თბილ დღეებში კი აქტიურად ფრენენ. თრიფსი აზიანებს მცენარეს ფოთლის ქსოვილზე მიწებებით და უჯრედებიდან წვენის გამოტანით, რაც ამცირებს მის სიძლიერეს. ძლიერ ინვაზირებული ფოთლები თეთრი წერტილებით იფარება. თრიფსების კვება, ასევე, იწვევს ზედა ფოთლების დახვევას, მოყვითალო ქერქის წარმოქმნას და მცენარის ზრდის შეფერხებას. თრიფსი არ იკვებება ნაყოფით, თუმცა შეუძლია მისი დაბინძურება მცირე რაოდენობით ნარჩენი მასალებით.

თრიფსთან საბრძოლველად ეფექტური ინსექტიციდებია: malathion (Malathion), acetamiprid (Assail), bifenthrin (Brigade, Capture), imidacloprid (Admire), thiamethoxam (Actara), esfenvalorate (Asana) და fenpropathrin (Danitol).

**აბლაბუდიანი ტკიპა (Tetranychus urticae)**

აბლაბუდიანი ტკიპა ძალიან დიდ ზიანს აყენებენ ჟოლოს ცხელი და მშრალი ამინდის ხანგრძლივ პერიოდებში. ისინი, ასევე, ძირითადი მავნებლები არიან მაღალ გვირაბოვან სათბურებში გაშენებული ჟოლოს ნარგავებისთვის. აბლაბუდიანი ტკიპა აზიანებენ ჟოლოს ფოთლებს კვების დამახასიათებელი სტილით, რომლის დროსაც მავნებელი ხეხავს და გამოწოვს ფოთლიდან საკვებ ნივთიერებებს. დაზიანებულ ფოთლებზე ჩნდება წინწკლები. აბლაბუდიანი ტკიპის კიდევ ერთი სიმპტომია ფოთლის ქვედა ზედაპირზე არსებული ქსელები. 10X-იანი ხელის ლუპით შეიძლება აბლაბუდიანი ტკიპის კვერცხების, ქსელების, მოშორებული კანის და მათი ცხოვრების ყველა ფაზის ნახვა ინვაზირებული ფოთლის ქვედა მხარეს.

ზრდასრულ მდედრ აბლაბუდიანი ტკიპას აქვს რვა ფეხი და, დაახლოებით, 0.5 მმ სიგრძისაა. მისი სხეულის ფერი შეიძლება იყოს ჩალისფერი, მწვანე, ყავისფერი ან ნარინჯისფერი. მამრი ბუგრი მდედრზე პატარა ზომისაა. მას აქვს ვიწრო სხეული, წაწვეტებული მუცელი და სიგრძით, დაახლოებით, 0.3 მმ-ია. ხელის ლუპის გამოყენებით ზრდასრული ორლაქიანი Spider mites-ის სხეულზე შეგვიძლია დავინახოთ ორი მუქი ფერის ლაქა და ორი წითელი წერტილის სახით თავზე განლაგებული თვალები (სურათი 47). აბლაბუდიანი ტკიპის სიცოცხლის ციკლი გამოჩეკვიდან ზრდასრულ სტადიამდე მერყეობს 19 დღიდან, თუ ტემპერატურა 13°C-ია, 5 დღემდე, თუ სითბო 23°C-ია. სათანადო პირობების არსებობისას მოკლე პერიოდში აბლაბუდიანი ტკიპის პოპულაცია ძალიან დიდ რაოდენობას აღწევს.

სურათი 47. ზრდასრული ორლაქიანი აბლაბუდიანი ტკიპა (მარცხნივ) და ნიმფები (მარჯვნივ).

აბლაბუდიანი ტკიპა იკვებება ფოთლებიდან თხევადი ნივთიერებების გამოწოვით. კენკრის ფოთლებით კვების შედეგად ჟოლოს ფოთლების ზედაპირი იფარება მოთეთრო-მორუხო წერტილებით (სურათი 48). ძლიერი ინვაზიისას ფოთლების ქვედა ზედაპირის მთელ ფართობზე მოფენილი იქნება აბრეშუმის ძაფების მაგვარი ქსელები. აბლაბუდიანი ტკიპა უფრო მეტად გვხვდება ცხელი, მშრალი პერიოდების განმავლობაში; მათ მიერ გამოწვეული დაზიანება იზრდება ნიადაგის დაბალი ტენიანობისას. აბლაბუდიანი ტკიპების პოპულაციის ზრდასთან და კვების გაძლიერებასთან ერთად ფოთლები ხდება მოყვითალო-ყავისფერი ან ბრინჯაოსფერი, შემდეგ კი ხმება და ცვივა. ორლაქიანი აბლაბუდიანი ტკიპის მიერ ფოთლებით კვება ამცირებს მცენარის სიძლიერეს, ხილის მოსავლიანობას და ნაყოფის ზომას.

სურათი 48. აბლაბუდიანი ტკიპის მიერ ინვიზირებულ ჟოლოს ფოთლებზე წარმოიქმნება თეთრი წერტილები და ფოთლები ბრინჯაოსფერ შეფერილობას იძენს.

ორლაქიან აბლაბუდიანი ტკიპასთან წარმატებით საბრძოლველად მთავარია მათი პოპულაციების მონიტორინგი და ბრძოლის ღონისძიებების დროულად დაწყება. როდესაც პოპულაცია დიდ ზომას მიაღწევს და ჟოლოს ნარგავებისთვის მიყენებული ზიანი მაღალია, რთული იქნება აბლაბუდიანი ტკიპის პოპულაციის შემცირება. ზაფხულში მსხმოიარე ტოტების გასხვლა და მოცილება ზაფხულის შუა პერიოდში მოსავლის აღების შემდეგ შეამცირებს ორლაქიანი აბლაბუდიანი ტკიპის ინოკულანტს. ორლაქიანი აბლაბუდიანი ტკიპების პოპულაციის გავრცელების შემცირების ეფექტური საშუალებაა ჭუჭყიანი გზების მორწყვა მტვრის შესამცირებლად.

ორლაქიან აბლაბუდიანი ტკიპასთან ბრძოლის ეფექტური ბიოლოგიური აგენტია მტაცებელი ტკიპა Phytoseiulus persimilis (სურათი 49). ეს ტკიპა ყველაზე კარგად იზრდება 16-27°C ტემპერატურის პირობებში. 38°C-ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე იღუპება. შესაძლებელია ამ მტაცებელი ტკიპას შეძენა და გაშვება ჟოლოს ნარგავებში ორლაქიან Spider mites-თან საბრძოლველად. მისი ნარგავებში გაშვება ხდება სეზონის დასაწყისში, ვიდრე ჟოლოს ღეროებზე გამოსული ფოთლები შეავსებს რიგს. ერთ ჰექტარზე უშვებენ 25,000-35,000 persimilis mites-ს ორლაქიან აბლაბუდიანი ტკიპასთან ეფექტური ბიოლოგიური ბრძოლის მიზნით.

სურათი 49. მტაცებელი ტკიპა Phytoseiulus persimilis.

ჟოლოს ნარგავებში ორლაქიანი აბლაბუდიანი ტკიპის წინააღმდეგ ბრძოლის ზღვრული მაჩვენებელი არ არის დადგენილი. საჭიროა ჟოლოს ნარგავების მონიტორინგი როგორც აბლაბუდიანი ტკიპის პოპულაციების, ისე, მტაცებელი ტკიპების პოპულაციის კონტროლისთვის. ბიოლოგიური კონტროლისთვის მიზანშეწონილად ითვლება შემდეგი თანაფარდობა – 1 მტაცებელი ტკიპა 10 ორლაქიან აბლაბუდიანი ტკიპაზე.

ორლაქიან აბლაბუდიანი ტკიპასთან ბრძოლის რეკომენდებული მაითიციდია ბიფენაზატი (Acramite). ჟოლოს ნარგავებში Spider mites-ის პოპულაციის შემცირება შეიძლება, ასევე, Horticultural ზეთებით, neem oil (Trilogy)-ის და ჰექსიტიაზოქსის (Savey) გამოყენებით, თუ ზედმიწევნით მოხდება შესხურება, განსაკუთრებით, ფოთლების ქვედა ზედაპირზე. Horticultural ზეთებზე დამზადებული მასალების გამოყენებისას აუცილებელია პროდუქტის უშუალო შეხება spider mite-ის სხეულთან.

**მერქნის ხრიალა (Resseliella theobaldi)**

მერქნის ხრიალას მატლები იკვებებიან ჟოლოს ნარგავებით. ნიადაგში პარკებში გამოზამთრებული მატლები გამოდიან გაზაფხულზე. კვერცხებს დებენ ღეროების ძირში ქერქის გაყოფილ და გაჭრილ ადგილებში. მატლები იკვებებიან ქერქის ქვეშ მდებარე ქერქოვანი ქსოვილით (სურათი 50). მაძღარი მატლი მიწაზე ეცემა და ჭუპრდება. ზაფხულში და შემოდგომის დასაწყისში შეიძლება დამატებით 2-4 თაობა წარმოიშვას. თუ პირველი თაობის მერქნის ხრიალები საკვებად სათანადო ადგილებს იპოვიან და წარმატებით განვითარდებიან, შეიძლება ძალიან მაღალი იყოს მეორე და მომდევნო თაობების რიცხვი. ამას გარდა, მერქნის ხრიალის კვების უბნები შეიძლება სოკოთი დაინფიცირდეს და კიდევ უფრო დამძიმდეს ღეროს მდგომარეობა, რამაც შეიძლება მომდევნო ზამთარში მცენარის დაღუპვა გამოიწვიოს.

კონტროლის რეკომენდებული სტრატეგიაა ქლორპირიფოსის (Lorsban) ინსექტიციდის დიდი მოცულობის შესხურება ახალგაზრდა ღეროების ძირში ნიადაგიდან 60 სმ სიმაღლეზე გაზაფხულზე, როდესაც მერქნის ხრიალა იწყებს კვერცხების დებას. პირველი შესხურება უნდა ჩატარდეს, როდესაც ახალგაზრდა ღეროებზე აღმოაჩენთ პატარა გრძივ დამსკდარ უბნებს. განმეორებითი დამუშავება ტარდება 10-14 დღის შემდეგ, უშუალოდ აყვავილებამდე.

სურათი 50. მერქნის ხრიალის მატლი და მატლის კვების შედეგად ჟოლოს დაზიანებული ღეროები.

**თეთრფრთიანა (Bemesia tabaci)**

თეთრფთიანა მავნებელი მწერია, რომელმაც შეიძლება სერიოზულად დააზიანოს დაცულ სტრუქტურებში გაშენებული ჟოლო. ზრდასრული თეთრფთიანა გვხვდება მჭიდრო კოლონიებად ფოთლის ქვედა მხარეს და შეხებისას აფრინდება. ზრდასრული პაწაწინა თეთრი მწერია, რომელიც, დაახლოებით, 1,5 მმ სიგრძისაა (სურათი 51). მას აქვს ოთხი ფრთა, რომლებიც სხეულის ზედა ნაწილის პარალელურადაა განლაგებული და დაფარულია თეთრი ცვილით. ზრდასრული დებს პაწაწინა, ელიფსური ფორმის კვერცხებს ფოთლების ქვედა მხარეს. გამოჩეკვის შემდეგ

თეთრფრთიანას ლარვა გაივლის განვითარების ოთხ ფაზას, ამათგან ბოლოს ხშირად უწოდებენ ჭუპრის ფაზას და მისი ამოცნობა ყველაზე უკეთ შეიძლება გრძელი, ცვილისებრი ძაფებით სხეულის კიდის გარშემო და წითელი თვალებით. თეთრფრთიანას განვითარებას კვერცხის ფაზიდან ზრდასრულ ფაზამდე სჭირდება სულ რაღაც 18 დღე 27-32°C ტემპერატურის პირობებში.

სურათი 51. თეთრფრთიანას განვითარების სხვადასხვა ფაზა.

თეთრფრთიანა უპირატესად ეტანება წვნიან, აქტიურად მზარდ მცენარეთა ქსოვილს. მცენარის წვენის გამოწოვის შედეგად მცირდება მცენარის სიძლიერე. მიუხედავად იმისა, რომ თეთრფრთიანას შეუძლია ვირუსების გადატანა, ჯერჯერობით მათთან ასოცირებული ვირუსის აფეთქება ჟოლოს ნარგავებში არ გამოვლენილა.

თეთრფრთიანას წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტურ პრეპარატებს შორისაა: acetamiprid (Assail), bifenthrin (Brigade, Capture), imidacloprid (Admire), thiamethoxam (Actara), esfenvalorate (Asana) და fenpropathrin (Danitol). ასევე, თეთრფრთიანების კონტროლისთვის შესაძლებელია პარაზიტული ბზიკის და ზოგადი მტაცებლების გამოყენება. მათ ბუნებრივ მტრებს შორის არიან დიდთვალება ხოჭოები, ცეროდენა მტაცებელი მწერები, ბადეფრთიანთა მატლები, Encarsia formosa და პარაზიტული ბზიკი. გზების წყლით მორწყა და მტვრის შემცირება, ასევე, აძლიერებს ბიოლოგიური კონტროლის ეფექტურობას. თეთრფრთიანას კონტროლის კიდევ ერთი ეფექტური მეთოდია ნარგავებში ყვითელი წებოვანი ხაფანგების გაშლა, რომლებიც მიიზიდავს თეთფრთიანებს.

ქვემოთ წარმოდგენილია ინფორმაცია ჟოლოს ნარგავებში სხვადასხვა მწერისა და ტკიპა მავნებლის წინააღმდეგ ბრძოლის რეკომენდებული ინსექტიციდების ეფექტურობის შესახებ:

**ინსექტიციდების ეფექტურობა ჟოლოს მწერებსა და ტკიპებთან საბრძოლველად**

| ინსექტიციდი | | მწერი | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ზოგადი სახელწოდება | სავაჭრო სახელწოდება | ბუგრი | ფოთოლ-მხვევია | თრიფსები | მბურღავი | ცხვირ-გრძელა | მესაფლავე ხოჭო | ტკიპა |
| ბიფენაზატი | Acramite | | დიახ | დიახ | | | | დიახ |
| ქლორანტრა-ნილიპროლი | Altacor, Coragen | | დიახ | | დიახ | | | |
| სპინოსადი | Success, Entrust | | დიახ | | | | | |
| დიაზინონი | Diazinon | | | | დიახ | დიახ | დიახ | |
| იმიდაკლოპრიდი | Admire | დიახ | | დიახ | | დიახ | დიახ | |
| აცეტამიფრიდი | Assail | დიახ | | დიახ | დიახ | დიახ | | |
| ბიფენტრინი | Brigade, Capture | დიახ | დიახ | დიახ | დიახ | დიახ | დიახ | |
| თიამეთოქსამი | Actara | დიახ | | დიახ | | დიახ | | |
| ასფენვალორატი | Asana | დიახ | | დიახ | | დიახ | | |
| ფენპროპარტრინი | Danitol | დიახ | დიახ | დიახ | | დიახ | | |
| მალატიონი | Malation | დიახ | | დიახ | | დიახ | | |
| კარბარილი | Sevin | | დიახ | | | დიახ | | |
| სპინეტორამი | Delegate | | დიახ | | | | | |
| ტებუფენოზიდი | Confirm | | Yes | | | | | |

## დაავადებები

ჟოლოს ყველაზე გავრცელებულ დაავადებებს იწვევენ სოკოები, თუმცა ზოგიერთი დაავადება შეიძლება, ასევე, ვირუსებითა და ბაქტერიებით იყოს გამოწვეული. ჟოლოს დაავადებების სიხშირესა და სიმწვავეზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას, მათ შორის, ჯიში, მცენარეთა სიძლიერე, ზრდის ეტაპი, გარემო პირობები, კულტივაციის მეთოდები და მცენარეთა სიმჭიდროვე. ჟოლოს წარმოებისას ძალიან მნიშვნელოვანია ისეთი პროცედურების დაცვა, როგორიცაა ცნობილი პათოგენებით დაუსნებოვანებელი დასარგავი მასალის გამოყენება, ნაკვეთის სანიტარიული დამუშავების სათანადო მეთოდები, დაავადებების მუდმივი მონიტორინგი და მცენარეთა დამცავი საშუალებების გამოყენება. დაავადების მართვის წარმატებული პროგრამის შემუშავებისთვის ძალიან მნიშვნელოვანია ადგილის სწორად შერჩევა. ნიადაგი კარგად უნდა იწრიტებოდეს, რათა მოხდეს ფესვის სიდამპლის სერიოზული პრობლემების თავიდან აცილება. უნდა მოერიდოთ ისეთ ნაკვეთს, სადაც ჰაერის მოძრაობა არ არის კარგი და გროვდება ტენიანი ჰაერი. როგორც წესი, მცენარეთა დამცავი საშუალებების (მაგ. ფუნგიციდების) ეფექტურობას საგრძნობლად ზრდის სათანადო გასხლვის და შეთხელების მეთოდები, რომელთა საშუალებითაც იხსნება ნარგავის საბურველი; შედეგად, ფუნგიციდები უკეთ აღწევს ნარგავებში და სწრაფად შრება. დაავადებასთან ბრძოლისთვის ეფექტური ფუნგიციდები მითითებულია ცალკეული დაავადებების დახასიათებაში. თუმცა ამ ფუნგიციდებს იყენებენ იმის მიხედვით, არის თუ არა მათი გამოყენება კანონით ნებადართული საქართველოში და დანიშნულების ქვეყანაში – საექსპორტო ჟოლოს წარმოებისას.

ქვემოთ აღწერილია საქართველოში ჟოლოს ძირითადი დაავადებები და მათთან ბრძოლის მეთოდები.

**ფიტოფტორით გამოწვეული ფესვის სიდაპლე (Phytophthora species)**

Phytophthora-თი გამოწვეული ფესვის სიდამპლე ჟოლოს ერთ-ერთი მთავარი დაავადებაა. მას იწვევს სხვადასხვა სახეობის Phytophthora-ს გვარის ნიადაგისმიერი სოკოები. ამ სოკოს რეზისტენტული სპორები ნიადაგში შეიძლება მრავალი წლის განმავლობაში დარჩეს. გამრავლებისთვის სოკოს მაღალი ტენიანობა სჭირდება. სველი ნიადაგი ან ცუდად დრენაჟირებული ნიადაგი უფრო ხელსაყრელია დაავადების განვითარებისთვის და ის ყველაზე ხშირად გხვდება დაბლობზე გაშენებულ ნაკვეთზე. დრენაჟის ცუდი სისტემის მქონე ყველა ადგილას საჭიროა ჟოლოს ნარგავების ამაღლებულ კვლებზე ჩამოყალიბება. ასევე, აუცილებელია სერტიფიცირებული სანერგიდან ფიტოფტორით დაუსნებოვანებელი გადასარგავი ჩითილების მოპოვება. ჟოლოს სხვადასხვა კულტივარს ფიტოფტორით გამოწვეული ფესვის სიდამპლის მიმართ განსხვავებული არამდგრადობა აქვს.

ფიტოფტორით გამოწვეული ფესვის სიდამპლის სიმპტომები პირველად გამოვლინდება ღეროს ჩამოჭკნობის და ყლორტების ბოლოების მოხმობით. დაინფიცირებული ღეროების ფოთლები ნაადრევად ყვითლდება ან კიდეებზე და ძარღვებს შორის დამწვრობა აღენიშნება. ქლოროზით დაზიანებულ უბნებში ზოგჯერ წარმოიქმნება წითელი ლაქები. დაინფიცირებულ ღეროებს ახასიათებს სუსტი გვერდითა ყლორტები და ზრდის შეფერხება. აშკარად ჯანმრთელი ღერო უეცრად შეიძლება დაძაბუნდეს და გაზაფხულის ბოლოს ან ზაფხულში მოსცილდეს მცენარეს (სურათი 52).

სურათი 52. ფიტოფტორით გამოწვეული ფესვის სიდამპლის ადრეული სიმპტომებია ფოთლის გაყვითლება და დამწვარი კიდეები.

ნარგავის მიწისქვეშ არსებულ ნაწილში სიმპტომები მოიცავს ახალგაზრდა გვერდითა ფესვების მსუბუქ ან მასშტაბურ ნეკროზს, რომლის შედეგადაც ვარჯი და მთავარი ფესვები მოწითალო-მოყავისფრო შეფერილობას იღებს. ფიტოფტორით დაინფიცირებული ჟოლოს რიგები გამოირჩევა სიძლიერის შემცირებით და ნარგავების სიმწირით. ფიტოფტორით გამოწვეული ფესვის სიდამპლის დიაგნოზის დასასმელად საჭიროა დაზიანებული ღეროების ფესვთა სისტემის შემოწმება. დაინფიცირებულ ფესვებს აქვს დამახასიათებელი წითელი–მოყავისფრო ფერი და არ აქვს ბოჭკოვანი ფესვები, ჯანმრთელი ფესვები კი თეთრი ფერისაა და მრავალი ბოჭკოვანი ნაწილისგან შედგება. ცოტა ხნის წინ დამჭკნარი მცენარის ვარჯის ან მთავარი ფესვების ზედაპირის მოფხეკისას დაინახავთ მოწითალო-მოყავისფრო ფერის ზედაპირს მკაფიო ხაზით, სადაც დაინფიცირებული და ჯანმრთელი ქსოვილები ერთდება. დაინფიცირებული ქსოვილი ხრწნასთან ერთად მუქ ყავისფერ შეფერილობას იძენს.

ფიტოფტორის დაავადების პროგრესირებასთან ერთად დაზიანებული ღეროები ჩამოჭკნება და გახმება. დაინფიცირებული მცენარეები ხშირად გვხვდება უბნებად, რაც, დაავადების განვითარებისთვის ხელსაყრელი პირობების შენარჩუნებისას შეიძლება გავრცელდეს მთელ რიგში (სურათი 53).

სურათი 53. ფიტოფტორით გამოწვეული ფესვის სიდამპლე, რომელიც ვრცელდება დაუცველი ჟოლოს ნარგავების რიგში.

მწარმოებლებმა უნდა აკონტროლონ ნაკვეთი, დააკვირდნენ ფიტოფტორის ნიშნებს და მოაცილონ ნაკვეთიდან ყველა ნარგავი, რომელსაც სიმპტომები აღენიშნება. საჭიროა დაავადებულ მცენარეთა ფესვებიანად ამოღება და ნაკვეთიდან გატანა. ჩამოყალიბებულ ნარგავებში, სადაც მცენარეთა 10 პროცენტზე მეტს აღენიშნება ფიტოფტორის ვიზუალური სიმპტომები, სავარაუდოდ, პრობლემის გადაჭრისთვის არ იქნება საკმარისი დაინფიცირებული მცენარეების აღმოფხვრა. ნაკვეთის 10 პროცენტზე მეტი ფართობის დაინფიცირების შემთხვევაში ნაკვეთის შენარჩუნება არ იქნება მომგებიანი.

ფიტოფტორით გამოწვეული ფესვის სიდამპლის წინააღმდეგ ეფექტურია სისტემური ფუნგიციდი რიდომილ გოლდი (Ridomil Gold). ის უნდა გამოიყენოთ ნიადაგის შესაწამლად ჟოლოს რიგში. ფესვის სიდაპლის გამომწვევი სოკო ფიტოფტორა მრავალი წლის განმავლობაში რჩება ნიადაგში, ამდენად დაავადებასთან ბრძოლისთვის აუცილებელია ყოველ წელს ფუნგიციდით დამუშავება. ფიტოფტორის წინააღმდეგ ეფექტურია კიდევ ერთი სისტემური ფუნგიციდი – ალუმინის ფოსეტილი (Aliette). ის გამოიყენება ფოთლების შესაწამლად, შეიწოვება ფოთლებით, შემდეგ კი ფესვებში გადაადგილდება. მისი ეფექტურობა ყველაზე მაღალია სეზონის გვიან პერიოდში შეწამვლისას (ზაფხულის ბოლოდან შემოდგომამდე), როდესაც მცენარეები ნახშირწყლებს ვარჯისა და ფესვებისკენ გადააადგილებენ შესანახად.

**ფოთლის ლაქიანობა (დიდიმელა)**

Spur blight ჟოლოს ზოგადი სოკოვანი დაავადებაა, რომელიც მსოფლიოს უმეტეს ნაწილებშია გავრცელებული. სიმპტომები ჩნდება გაზაფხულის ბოლოს ან ზაფხულის დასაწყისში შოკოლადისფერი, მუქი ლურჯი, მეწამული ლაქების ან ზოლების სახით ახალ ღეროებსა და ყუნწებზე. ეს დაზიანებები ფართოვდება და ხდება ღეროს დასარყვა. ზაფხულის ბოლოსთვის ღეროები შეიძლება დასკდეს და გაიყოს სიგრძეზე, რა დროსაც შეიძლება სოკოს გამრავლებული, ხორკლისებრი, შავი მსხმოიარე სტრუქტურების დანახვა. ეს სტრუქტურები გამოიზამთრებებენ და მომდევნო გაზაფხულზე ჰაერში გამოყოფენ სპორებს ან შეიძლება, სველი პერიოდების დროს ღეროს ზედაპირზე გამოჟონონ. სიმპტომები გამოდის შოკოლადისფერი, კუთხოვანი ან სოლის ფორმის უბნებად ქვედა ფოთლებზე (სურათი 54). spur blight-ის ნიშნებია მცენარის შემცირებული სიძლიერე, გვერდითა ღეროების მოხმობა, ნაყოფიერების შემცირება და ზამთრის პირობებში დაზიანებისადმი დაუცველობის გაზრდა.

სურათი 54. spur blight-ის ტიპური სიმპტომებია სოლისებური დაზიანებები ქვედა ფოთლებზე (მარცხნივ) და ნეკროზული უბნები კვირტების გარშემო, ღეროს ქვედა ნაწილებში (მარჯვნივ).

spur blight-თან ბრძოლის რეკომენდებული ფუნგიციდებია შემდეგი პრეპარატები: include captan (Captan), captan plus fenhexamid (Captevate), pyraclostrobin (Cabrio), pyraclostrobin პლუს boscalid (Pristine), copper hydroxide (Kocide), azoxtrobin (Abound), thiophanate-methyl (Topsin-M, Senator) და famoxadone პლუს cymoxanil (Tanos). ამას გარდა, კალციუმის პოლისულფიდით (Lime Sulfur) დამუშავება გაზაფხულის დასაწყისში გახანგრძლივებულ მოსვენებულ ფაზაში (1 სმ მწვანე ბოლო) შეამცირებს spur blight-ის ინოკულანტის დონეს. ღეროების შეთხელებაც, რომელიც შესაძლებლობას მისცემს ბუჩქების რიგში ჰაერის საკმარისად მოძრაობას, ხელს შეუწყობს spur blight-ის რაოდენობის შემცირებას.

**ჟოლოს მეწამული ლაქიანობა (Leptospaeria coniothyrium)**

ჟოლოს მეწამული ლაქიანობა იჭრება ჟოლოს განვითარებად ღეროებში და იწვევს ღეროზე ყავისფერი დაზიანებული უბნების წარმოქმნას (სურათი 55). სოკო შეიჭრება დაზიანებული ადგილებიდან. დაზიანებული ადგილების მქონე ახალ ყლორტებზე ყალიბდება მუქი ყავისფრიდან მოალისფრომდე შეფერილობის ნეკროზული ადგილები. ნეკროზული უბნები ფართოვდება და ჩადის ღეროს ძირამდე ან გარს შემოერტყმის მას, შესაბამისად, დაავადებული ადგილის ზემოთ გვერდითი ყლორტები ჩამოჭკნება და გახმება. ყავისფერი დანეკროზებული ქერქის შიგნით ვითარდება შავი, გამრავლების უნარის მქონე სოკოვანი სხეულები. სველ ამინდში დიდი რაოდენობის მიკროსკოპული სპორები გამოჟონავს და ქერქს აძლევს მუქ რუხ, ლაქიან შესახედაობას. ზამთრის პერიოდში, როგორც წესი, დაინფიცირებულ ღეროებს უჩნდება ნაპრალები, ხდება მყიფე და იოლად ცვივა. შესაძლებელია, ასევე, დაინფიცირებული, ზაფხულში მსხმოიარე გვერდითა ტოტების ჩამოჭკნობა და გახმობა, ჩვეულებრივ, ყვავილობიდან ნაყოფის დამწიფებამდე. ადრეულ ეტაპზე ჟოლოს მეწამული ლაქიანობის ინფექცია შეიძლება ჰგავდეს ფოთლის ლაქიანობას; თუმცა ჟოლოს მეწამული ლაქიანობა ჩვეულებრივ, ფარავს მთელ ღეროს და ფოთლის ლაქიანობისაგან განსხვავებით მისი არეალი მხოლოდ ფოთლის ბოლოს არ მოიცავს.

სურათი 56. ჟოლოს ღეროზე პირველ წელს ჟოლოს მეწამული ლაქიანობით გამოწვეული ყავისფერი დაზიანებები.

დაავადებასთან ბრძოლას ხელს უწყობს კულტივაციის მეთოდები, რომელთა საშუალებითაც იქმნება ნარგავების ღია საბურველი, უმჯობესდება ჰაერის მოძრაობა, სინათლის შეღწევა და წვიმის შემდეგ მცენარის ზედაპირი სწრაფად შრება. მოერიდეთ ჭარბი მოცულობის აზოტით განოყიერებას და ამოიღეთ სარეველები, რათა შეინარჩუნოთ ჟოლოს მეწამული ლაქიანობის მიმართ ნაკლებ მგრძნობიარე გარემო. ამ დაავადების კონტროლი შესაძლებელია ღეროების მექანიკური დაზიანების შემცირებით ან პრევენციით. მოსავლის აღების შემდეგ საჭიროა ყოველ ზაფხულს მსხმოიარე ნარგავის მოცილება მოსავლის აღების შემდეგ და მავნებელი მწერების კონტროლი ღეროების დაზიანების შესამცირებლად. ჟოლოს მეწამული ლაქიანობა იოლად აინფიცირებს სუსტ მცენარეებს, ამდენად, მნიშვნელოვანია ღეროს ჯანსაღი სიძლიერის შენარჩუნება საკვები

ნივთიერებებით უზრუნველყოფის და მავნებლების კონტროლის სათანადო პროგრამით.
ჟოლოს მეწამული ლაქიანობის კონტროლისთვის რეკომენდებული ფუნგიციდებია: captan (Captan), captan plus fenhexamid (Captevate), pyraclostrobin (Cabrio), pyraclostrobin plus boscalid (Pristine), copper hydroxide (Kocide), azoxtrobin (Abound), and thiophanate-methyl (Topsin-M, Senator, და famoxadone პლუს cymoxanil (Tanos). გარდა ამისა, calcium polysulfide (Lime Sulfur)-ით დამუშავება გახანგრძლივებულ მოსვენებულ ეტაპზე გაზაფხულის დასაწყისში (1 სმ მწვანე წვერი) შეამცირებს ჟოლოს მეწამული ლაქიანობის ინოკულანტის დონეს.

**ყვითელი ჟანგა (Phragmidium rubi-ideae)**
გახანგრძლივებული ცივი, სველი ამინდის პერიოდში საქართველოში ჟოლოს ნარგავებს შეიძლება სერიოზული პრობლემა შეუქმნას ყვითელმა ჟანგამ. დაინფიცირებული ფოთლების ზედა ნაწილში და ქვედა მხარეს ყალიბდება მცირე პუსტულები, რომლებიც გავსებულია მოყვითალო-მონარინჯრისფრო ფხვნილოვანი სპორებით (სურათი 57). დაავადებამ შეიძლება დააზიანოს ყვავილების ჯამი, ყუნწი და ნაყოფი განვითარების ყველა ეტაპზე. ნაყოფზე, ცალკეულ მარცვლებზე ვითარდება პუსტულები, სადაც წარმოიქმნება სპორების ყვითელი მასები; მათ გამო ჟოლო კარგავს მიმზიდველობას და ნედლი სახით სარეალიზაციოდ აღარ არის მისაღები. ღეროების გასხვლა სათანადო სიმჭიდროვის მისაღებად ხელს შეუწყობს ჰაერის მოძრაობის გაუმჯობესებას და ამ დაავადების კონტროლს. დაავადების გავრცელებას აფერხებს თბილი, მშრალი ამინდი. ყვითელი ჟანგასადმი სხვადასხვა კულტივარებს განსხვავებული არამდგრადობა ახასიათებთ.

სურათი 57. Leaf rust ჟოლოს ფოთლის ქვედა მხარეს (მარცხნივ) და მწიფე ნაყოფზე (მარჯვნივ).

ყვეთელ ჟანგასთან საბრძოლველად რეკომენდებული ფუნგიციდებია შემდეგი პრეპარატები: myclobutanil (Rally), pyraclostrobin (Cabrio), pyraclostrobin პლუს boscalid (Pristine), propiconazole (Orbit) და triadimefon (Bayleton). გარდა ამისა, calcium polysulfide (Lime Sulfur)-ით დამუშავება გახანგრძლივებულ მოსვენებულ ეტაპზე გაზაფხულის დასაწყისში (1 სმ მწვანე წვერი) შეამცირებს ყვითელი ჟანგას ინოკულანტის დონეს.

**ანთრაკნოზი (Elsinoe veneta)**
ანთრაკნოზი ჟოლოს გავრცელებული სოკოვანი დაავადებაა. დაავადება აინფიცირებს ღეროებს, ფოთლებს, ნაყოფს და კენკრის კლასტერების ყუნწებს. ზარალი გამოწვეულია დეფოლიაციით, ზოგადად, ზრდის შეჩერებით და ღეროს სიძლიერის შემცირებით, ასევე, ნაყოფიერების და ნაყოფის ხარისხის შემცირებით. დაინფიცირებული ღერო უფრო არამდგრადია ზამთარში დაზიანებისა და სხვა დაავადებების მიმართ.

ანთრაკნოზი ხშირად ჩნდება ფოთლის ზედაპირზე ზაფხულის დასაწყისიდან შუა პერიოდამდე და სიმპტომები ვლინდება ასიმეტრიული, მოყვითალო-მოთეთრო, დაახლოებით, 1.5 მმ დიამეტრის ლაქების სახით. ლაქები თანდათან ფართოვდება და წარმოქმნის მოწითალო-მოალისფრო კონტურს ღია რუხი ცენტრის გარშემო (სურათი 58). დაინფიცირებული ფოთლის ქსოვილის ნაწილი შეიძლება ამოვარდეს და წარმოიქმნას „ნახვრეტის“ ეფექტი. ფოთლის მწვავე ინფექციამ შეიძლება გამოიწვიოს ნაადრევი დეფოლიაცია. ანთრაკნოზის სიმპტომებია ახალგაზრდა ღეროებზე მცირე, მომრგვალო, ოდნავ ამობურცული, ალისფერი დაზიანებები. ეს დაზიანებები ფართოვდება და იძენს ოვალურ ფორმას. ცენტრები ოდნავ ჩავარდნილია, მათი შეფერილობა ბაცი ყვითლიდან მორუხო, კიდეები კი ამობურცული და ალისფერია. თუ დაზიანებების რაოდენობა დიდია, ისინი შეირწყმებიან, ფარავენ ღეროს დიდ ნაწილებს და ქერქი იძენს რუხ შეფერილობას. ღეროს ინფექციის პროგრესირებასთან ერთად დაზიანებები ღრმავდება, სკდება და ძალიან უხეში ხდება.

დაინფიცირებული ღეროები გამოშრება, დასუსტდება და ხშირად გახმება ზამთრის განმავლობაში ან მოსცილდება მსხმოიარობის დროს. ანთრაკნოზით დაინფიცირებული მსხმოიარე ყუნწები დაიხვევა და დასკდება. ასეთ ღეროებზე წარმოქმნილი ნაყოფი არის პატარა, მაგარი, მშრალი და თესლოვანი. წვიმიან ამინდში ცალკეული მარცვლები ხდება ჟანგიანი-ყავისფერი, ქერქიანი და დაპატარავებული.

სურათი 58. ანთრაქნოზის სიმპტომები ჟოლოს ღეროებსა და ფოთლებზე.

ანთრაქნოზის კონტროლისთვის ყველაზე ეფექტური ფუნგიციდებია: azoystrobin (Abound), pyraclostrobin (Cabrio), captan plus fenhexamid (Captevate), cyprodinil plus fludioxonil (Switch), famoxadone plus cymoxanil (Tanos), propiconazole (Orbit) და boscalid plus pyraclostrobin (Pristine). დამატებითი კონტროლის მიზნით გამოიყენება ისეთი ნივთიერებები, როგორიცაა გახანგრძლივებულ მოსვენებულ მდგომარეობაში calcium polysulfide (Lime Sulfur)-ის დამატება, გაზაფხულზე კვირტების სკდომამდე. ანთრაქნოზის დათრგუნვისთვის ეფექტურია, ასევე, Copper hydroxide (Kocide).

**ფოთლის სეფტორიული ლაქიანობა (Septoria rubi)**

საქართველოში ჟოლოს ფოთლებზე, ჩვეულებრივ, გვხვდება ფოთლის ლაქიანობის დაავადების რამდენიმე სახეობა. ფოთლის ლაქიანობის ერთ–ერთ სახეობას იწვევს სოკო Septoria, რომელიც ფოთლის ზედაპირზე ჩნდება თეთრი, რუხი ან მოყვითალო ლაქების სახით (სურათი 59). ზოგჯერ ლაქიანი ადგილი ამოვარდება და ფოთოლზე რჩება ნახვრეტი. ძლიერ ინფიცირებული ფოთლები შეიძლება ნაადრევად ჩამოცვივდეს, რაც ზრდის ღეროების არამდგრადობას ზამთარში დაზიანებისადმი. ჩვეულებრივ, ფოთლის ზედაპირზე მოყვითალო წრიული ლაქები ანრაქნოზის სიმპტომებში ეშლებათ ხოლმე.

სურათი 59. პატარა ყავისფერი ლაქები თეთრი ცენტრით ფოთლის სეფტორიული ლაქიანობით დაინფიცირებულ ჟოლოს ფოთოლზე.

სეფტორიით გამოწვეული ფოთლის ლაქიანობასთან ბრძოლის რეკომენდებული ფუნგიციდებია: propiconazole (Orbit), axoxystrobin (Abound), pyraclostrobin (Cabrio), captan plus fenhexamid (Captevate), boscalid plus pyraclostrobin (Pristine) და famoxadone plus cymoxanil (Tanos). ფოთლის ლაქიანობის შესაჩერებლად ეფექტურია, ასევე, სპილენძის ჰიდროქსიდი (Kocide).

**სფერუნილა ფოთლის ლაქიანობა (Sphaerulina rubi)**

საქართველოში გავრცელებულია, ასევე, ჟოლოს ფოთლის ლაქიანობის კიდევ ერთი სახეობა, რომელსაც იწვევს სოკო სფერულინა და ხშირად ვითარდება ზაფხულის შუა პერიოდიდან ზაფხულის ბოლომდე. ფოთლის ლაქიანობა ვითარდება ფოთლებზე პატარა ყავისფერი, დაახლოებით, 3-4 მმ დიამეტრის ლაქების ჩამოყალიბებით (სურათი 60). ფოთოლი შეიძლება გაყვითლდეს, გაყავისფრდეს, შემდეგ კი ჩამოვარდეს. სოკოთი გამოწვეული ფოთლის ლაქიანობა ყველაზე ხშირად შეინიშნება ღეროს ქვედა ნაწილში, სადაც დაავადების განვითარებისთვის უფრო ხელსაყრელი პირობებია უფრო ტენიანი მიკრო გარემოს გამო. დაზიანებები ვითარდება, ასევე, ღეროებსა და ფოთლის ყუნწზე და ჰგავს ფოთოლზე არსებულ დაზიანებებს, თუმცა უფრო წაგრძელებული ფორმისაა.

სურათი 60. სფერულინათი გამოწვეული ფოთლის ლაქიანობით მწვავედ დაავადებული ჟოლოს ფოთლები.

ახალგაზრდა ფოთლები ძლიერ არამდგრადია ამ დაავადების მიმართ. თავდაპირველად ინფექცია ჩნდება მუქი მწვანე წრიული ლაქების სახით ახალ ფოთლებზე. ფოთლების ხნოვანების მომატებასთან ერთად ლაქები ღია ყავისფრიდან მორუხო ფერის ხდება. მწვავე ინფექციებმა ზაფხულის ბოლოს და შემოდგომის დასაწყისში შეიძლება გამოიწვიოს ფოთლების გაცვენა. ამის შედეგად ღერო უფრო დაუცველი ხდება ზამთარში მოყინვით დაზიანებისადმი. ღეროების სათანადოდ შეთხელება რიგში ჰაერის მოძრაობის გასაძლიერებლად ეფექტური გზაა ფოთლის ლაქიანობის სიმწვავის შესამცირებლად, ვინაიდან ამ სოკოსთვის ძალიან ხელსაყრელია მაღალი ტენიანობის პირობები. ფოთლების და ღეროების უფრო სწრაფად გაშრობა წვიმის შემდეგ შეიძლება ეფექტური იყოს ინფექციის შესაძლებლობის შესამცირებლად.

სფერულინათი გამოწვეული ფოთლის ლაქიანობასთან ბრძოლისთვის რეკომენდებული ფუნგიციდები მსგავსია იმ ფუნგიციდებისა, რომლებიც გამოიყენება Septoria-ს წინააღმდეგ, ეს პრეპარატებია: propiconazole (Orbit), axoxystrobin (Abound), pyraclostrobin (Cabrio), captan პლუს fenhexamid (Captevate), boscalid პლუს pyraclostrobin (Pristine) და famoxadone პლუს cymoxanil (Tanos). ფოთლის ლაქიანობის დასათრგუნად ეფექტურია, ასევე, სპილენძის ჰიდროქსიდი (Kocide).

**ვერტიცილიური ჭკნობა (Verticillium dahalie)**

ვერტიცილიურ ჭკნობას იწვევს გავრცელებული ნიადაგისმიერი სოკო, რომელიც ჟოლოს ერთ-ერთი ყველაზე სერიოზული დაავადებაა. პათოგენი აინფიცირებს ფესვებს და ვრცელდება ძარღვოვან ქსოვილში, რის შედეგადაც მცენარის ზრდა ფერხდება და ის ჩამოჭკნება. სოკო ნიადაგში მრავალი წლის განმავლობაში ინარჩუნებს სიცოცხლისუნარიანობას. ეს დაავადება ამცირებს ჟოლოს მოსავლიანობას ჩამოჭკნობით, ზრდის შეფერხებით, შემდგომ კი მთელი მცენარის მსხმოიარე ღეროს გახმობით (სურათი 61). ვერტიცილიური ჭკნობით დაინფიცირებული მცენარის ქვედა ფოთლები ბაცი მწვანე ფერისაა, ჯანსაღი ფოთლების ხასხასა მწვანე ფერისგან განსხვავებით. დაინფიცირებული მცენარეების ფოთლები იწყებს ჩამოჭკნობას ღეროს ძირში, შემდეგ კი – ზედა ნაწილებში. ფოთლები ჩამოჭკნება, გაყვითლდება და ჩამოცვივა ვერტიცილიური ჭკნობის გვიან სტადიებზე. საბოლოოდ, შეიძლება, ღერო მთლიანად ჩამოვარდეს და წვერში დარჩეს მხოლოდ რამდენიმე ფოთოლი. მწვავე ინფექციებისას შესაძლოა აღმოვაჩინოთ დიაგნოსტიკური მოლურჯო ხაზები ღეროებსა და ჩამომჭკნარ წვერებზე.

სურათი 61. ვერტიცილიური ჭკნობით დაინფიცირებული ჟოლოს ნარგავები.

Verticillium wilt ყველაზე მწვავეა დრენაჟის ცუდი სისტემის მქონე ნიადაგებში და ცივი, ტენიანი გაზაფხულის შემდეგ. ახალგაზრდა ღეროებზე სიმპტომები ხშირად ემთხვევა ცხელი და მშრალი ამინდის შედეგად უწყლობით გამოწვეულ სიმპტომებს. ამ დაავადებასთან ბრძოლისთვის არ არსებობს ეფექტური ფუნგიციდები. Verticillium შეიძლება დაითრგუნოს ნიადაგის სხვადასხვა ფუმიგანტით სტერილიზაციით, თუმცა ამ მასალებით დამუშავებისთვის საჭიროა სპეციალური ინსტრუმენტები და ძალიან დიდ ხარჯებთან არის დაკავშირებული. რეკომენდებულია ჟოლოს ისეთ ადგილებში დარგვა, სადაც მანამდე მოჰყავდათ პომიდორი, კარტოფილი, წიწაკა, ბადრიჯანი ან სხვა კენკროვნები, რომლებიც შეიძლება დაინფიცირებული იყო Verticillium-ით.

**მერქნის გალი (Agrobacterium tumifaciens)**

მერქნის გალი ბაქტერიული დაავადებაა, რომელიც ნიადაგით გადადის და რომელსაც შეუძლია სერიოზულად შეზღუდოს ჟოლოს წარმოება. ბაქტერიები ინვაზირებულ ნიადაგში მრავალი წლის განმავლობაში ინარჩუნებენ სიცოცხლისუნარიანობას და შეიჭრებიან არამდგრადი ნარგავების ფესვებსა და ვარჯში ბუნებრივი ზრდისას წარმოქმნილი ნაპრალებიდან, მწერების მიერ გამოწვეული დაზიანებებიდან და ადამიანების მიერ გასხვლისა და კულტივაციისას მიყენებული ჭრილობებიდან.

მერქნის გალის სიმპტომებს ახასიათებს ღრუბლისებრი, უხეში, მაგარი, სიმსივნისებრი შეშუპებები, რომლებიც ყავისფრდება და დროთა განმავლობაში გარდაიქმნება მერქნოვან კვანძებად (სურათი 62). მერქნის გალი ვითარდება გაზაფხულზე მცენარის ფესვებსა და ვარჯში, ნიადაგთან ახლოს. გაზაფხულის ბოლოს და ზაფხულში მსხმოიარე ღეროებზე შეიძლება, ასევე, განვითარდეს მოთეთრო გალები. ეს სიმსივნისებრი გალები მოგვიანებით მოყავისფროდან მოშავო ფერს იღებს. ზოგიერთი მერქნის გალი დროთა განმავლობაში იშლება, სხვები კი მცენარის სიცოცხლის მანძილზე ნარჩუნდება, ამცირებს ღეროს სიძლიერეს და ახალი ყლორტის ფორმირებას. დაზიანებული მცენარეების ნაყოფი მშრალი და თესლოვანია. დასუსტებული ღეროები იოლად ტყდება ნიადაგის ზედაპირის დონესთან. დაინფიცირებულ ღეროებს აღენიშნება წყლის და საკვები ნივთიერებების დეფიციტის სიმპტომები, ვინაიდან მთელ მცენარეში დარღვეულია წყლის და საკვების მოძრაობა. მერქნის გალთან ბრძოლის საუკეთესო გზაა ვარჯის და ფესვთა სისტემის გაჭრის ან მექანიკური

სურათი 62. სიმსივნისებრი წარმონაქმნები ჟოლოს ნარგავის ძირში crown gall-ის დამახასიათებელი სიმპტომია.

დაზიანების პრევენცია. ამას გარდა, ძალიან მნიშვნელოვანია, რომ დაირგას მხოლოდ სერტიფიცირებული, დაუსნებოვანებელი ნერგები. მნიშვნელოვანია, ასევე გასაშენებლად ისეთი ნაკვეთის შერჩევა, სადაც წარსულში დაავადება არ ყოფილა დაფიქსირებული. დაინფიცირებული ჟოლოს აღმოჩენის შემთხვევაში საჭიროა მისი დაუყოვნებლივ მოცილება და განადგურება.

**ნაცარი (Sphaerotheca macularis)**

ნაცარიჟოლოს ფოთლების გავრცელებული სოკოვანი დაავადებაა. ნაცრით დაინფიცირებულ ჟოლოს ფოთლებს უვითარდებათ ღია მწვანე ქლოროზული ლაქები ზედა მხარეს. ხშირად ეს ტოვებს თეთრ, ფხვნილისებრ მიცელიუმის წარმონაქმნს ფოთლის ქვედა მხარეს. მწვავედ ინფიცირებული ახალი ნაზარდი გრძელი და წვრილი ღეროები, ქონდარა ფოთლებით ზედა მხარესაა დახვეული (სურათი 63). ნაცრისთვის ხელსაყრელია თბილი, მშრალი პირობები და ყველაზე მწვავეა მჭიდრო ბუჩქის რიგებში, სადაც ჰაერის ცუდი ცირკულაციაა. ამას გარდა, ის უფრო გავრცელებულია მაღალ გვირაბოვან სტრუქტურებში ჟოლოს მოყვანისას. ნაცრით ინფიცირებული ყლორტების მოცილება და ღეროების დათხელება სათანადო სიმჭიდროვის მისაღებად ხელს შეუწყობს ჰაერის უკეთეს ცირკულაციას და ამ დაავადების კონტროლს.

ნაცრის კონტროლისთვის რეკომენდებული ფუნგიციდებია შემდეგი პრეპარატები: myclobutanil (Rally), propiconazole (Orbit), axoystrobin (Abound), triadimefon (Bayleton), pyraclostrobin plus boscalid (Pristine) და thiophanate-methyl (Topsin-M).

სურათი 63. ნაცრის სიმპტომები ჟოლოს ახალგაზრდა ყლორტზე.

**ბაქტერიული სიდამწვრე (Erwinia amylovora)**

ბაქტერიული სიდამწვრე ბაქტერიული დაავადებაა, რომელიც შეიძლება ძალიან მწვავე ფორმით განვითარდეს გაზაფხულზე ჟოლოს ზოგიერთ კულტივარში. ინფექცია იწყება 18°C-ზე მაღალი ტემპერატურის დადგომისას. გამოზამთრებული ბაქტერიით გავსებული ნეკროზული ადგილიდან გამოჟონავს სითხე, რომელიც პირველადი ინოკულანტია. ბაქტერიებიანი გამონაჟონი შეიძლება გავრცელდეს გაზაფხულის წვიმით, ქარით, დამამტვერიანებელი მწერებით ყვავილებზე, ღეროს ბოლოებსა და განვითარებად გვერდითა ყლორტებზე. მოგვიანებით შეიძლება დაინფიცირდეს ნაყოფიც. ინფექციები თავდაპირველად გამოვლინდება წყლით გაჟღენთილი დაზიანებებით, რომლებიც თანდათანობით ჩაღრმავდება და მუქდება. დაინფიცირებული ნაყოფი ყავისფრდება და ფუჭდება, თუმცა, ჩვეულებრივ, არ ჩამოვარდება (სურათი 64). შემოდგომაზე მსხმოიარე ნარგავის ბოლოები მთლიანად შავდება და იღებს მწყემსის კავიანი ჯოხის დამახასიათებელ ფორმას. დაინფიცირებული ღეროს ბოლოებიდან შეიძლება წარმოიქმნას ახალი ნეკროზული ადგილები. ღეროს ბოლოდან ინფექცია შეიძლება გავრცელდეს ღეროს ქვედა მიმართულებით 20 სმ-მდე და დაინფიციროს უბის კვირტები.

სურათი 64. ბაქტერიული სიდამწვრის სიმპტომები ჟოლოს ყლორტის წვერზე (მარცხნივ), ნაყოფზე (შუაში) და ღეროებზე (მარჯვნივ).

**ნაცრისფერი სიდამპლე (Botrytis cinerea)**

ნაცრისფერი სიდამპლე ჟოლოს ნაყოფის მოსავლის აღების შემდეგ ძირითადი დაავადებაა. დაინფიცირებული კენკრა იფარება სოკოვანი სპორების მასებით, საიდანაც მომდინარეობს დაავადების სახელწოდება. ძალიან მნიშვნელოვანია ნაყოფის დაკრეფა გადამწიფებამდე, რათა დაკრეფისას თავიდან აიცილოთ ნაყოფის დაზიანება. დაზიანებულ ნაყოფზე ნაცრისფერი სიდამპლე ვითარდება სწრაფად და სწრაფად მოედება გადამწიფებულ ხილს. თუ დროულად არ დაიკრიფა, დაინფიცირებული კენკრა გაშრება, დარჩება მცენარეზე და შეიძლება, ნარგავებისთვის ინოკულანტის დამატებით წყაროდ იქცეს (სურათი 65).

სურათი 65. ნაცრისფერი სიდამპლის განვითარება ჟოლოს ნაყოფზე.

გარდა ნაყოფის დაინფიცირებისა, სოკო Botrytis-ს შეუძლია ღეროს და ყვავილების კლასტერში შეჭრა (სურათი 66). Botrytis-ის ინფექციები ღეროებზე თავდაპირველიად ჩნდება ყავისფერი დაზიანებებით ახალგაზრდა მწვანე ღეროებზე, ხშირად მოიცავს ერთზე მეტ კვანძს. დაზიანება ხდება ღია ყავისფერი დაინფიცირებული ღეროს ზრდასთან ერთად. ღეროზე დაზიანებებს აღენიშნება დამახასიათებელი კონცენტრული წყლიანი ლაქები შემოდგომიდან ზამთარის ბოლომდე. Botrytis-ით გამოწვეული ღეროს დაზიანებები შეიძლება აერიოთ spur blight-თში. თუმცა, spur blight-თან ასოცირებული დაზიანებები გაცილებით მუქი ფერისაა. Botrytis-ით გამოწვეული ღეროს ინფექციები შეიძლება ძალიან საზიანო იყოს ნალექიან წლებში და ნარგავებში, სადაც ღეროები იზრდება ჭარბად და მჭიდროდ. Botrytis-ით გამოწვეული დაზიანებებით შეიძლება ღერო და მსხმოიარე გვერდითი ღეროები შემოისარყოს და გამოიწვიოს ღეროს მთლიანად ან ნაწილობრივ გახმობა.

სურათი 66. Botrytis-ის ინფექცია ახალგაზრდა ღეროებზე (მარცხნივ) და განვითარებად ნაყოფზე (მარჯვნივ).

Botrytis-ით გამოწვეული დაავადების კონტროლს ხელს უწყობს კულტივაციის მეთოდები, რომლებიც ითვალისწინებს ბუჩქების რიგში ჰაერის კარგ ცირკულაციას. აზოტის სასუქის ჭარბი რაოდენობით გამოყენება და სარეველების აღმოფხვრა ხელს უწყობს ისეთი გარემოს შენარჩუნებას, სადაც ნაკლებია ნაცრისფერი სიდამპლისადმი არამდგრადობა. მნიშვნელოვანია მოსავლის აღებამდე ფუნგიციდის შეფრქვევის კარგი პროგრამის შემუშავება, რაც მიზნად ისახავს ინოკულანტის წყაროს შემცირებას. ფუნგიციდით დამუშავება უნდა დაიწყოს აყვავილებისას და გაგრძელდეს, დაახლოებით, 7-10 დღის ინტერვალით. ამას გარდა, საჭიროა ფუნგიციდების როტაცია ყოველ მეორე შეფრქვევისას, რათა შემცირდეს პათოგენის მიერ კონკრეტული ფუნგიციდისამი რეზისტენტობის გამომუშავების ალბათობა. Botrytis-ით გამოწვეული ნაყოფის სიდამპლის კონტროლისთვის ყველაზე ეფექტური ფუნგიციდებია: azoxystrobin (Abound), cyprodinil plus fludioxonil (Switch), iprodione (Rovral), fenhexamid (Elevate) და boscalid plus pyraclostrobin (Pristine).

ნაცრისფერი სიდამპლის განვითარების დათრგუნვის ძირითადი გზაა ხილის 0-1°C-ზე გაგრილება დაკრეფიდან რაც შეიძლება მალე. ამას გარდა, აუცილებელია ცივად შენახვის ციკლის შენარჩუნება ხილის გასაღების ბაზარზე ტრანსპორტირება-განაწილების პროცესში.

Rhizopus Rot (Rhizopus stolonifer)

Rhizopus rot ჟოლოს ნაყოფის გავრცელებული მოსავლის აღების შემდგომი დაავადებაა, თუმცა ის შეიძლება განუვითარდეს ნაკვეთში მწიფე ხილს. სპორები ვრცელდება ქარით, მწერებით და მცენარე ინფიცირდება მწიფე ხილზე არსებული ჭრილობებიდან. დაინფიცირებული ნაყოფი სწრაფად რბილდება და იშლება, შიგთავსი ჟონავს. ამ ტიპის გაფუჭება გამოარჩევს Rhizopus rot-ს gray mold-ისგან. ტენიან პირობებში გაფუჭებული ნაყოფის ზედაპირზე წარმოიქმნება რბილი თეთრი მიცელიუმი. სიდამპლე, რომელიც მოსავლის აღების შემდგომ ვითარდება, იწვევს ნაყოფის ქსოვილის დაშლას და წვენის სწრაფად დაკარგვას. ნაყოფის ზედაპირზე შეიძლება გამოჩნდეს სოკოს ბამბისებრი ნაზარდი (სურათი 68). Rhizopus სოკო არ იზრდება 5°C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე, ამდენად, ტემპერატურის მართვა კონტროლის უმარტივესი მეთდია. ჟოლოსთვის არ არსებობს მოსავლის აღების შემდგომი ფუნგიციდები. თუმცა, მოსავლის აღებამდე დაავადების მართვის კარგი პროგრამა უზრუნველყოფს დაავადების ინოკულანტის დაბალი დონის შენარჩუნებას, რაც შეამცირებს ნაყოფის გაფუჭების ალბათობას. მოსავლის აღებამდე გამოსაყენებლად Rhizopus-ის კონტროლისთვის ყველაზე ეფექტური ფუნგიციდია cyprodinil plus fludioxonil (Switch).

სურათი 68. ჟოლოს ნაყოფზე Rhizopus rot-ით გამოწვეული მწვავე ინფექცია.

**მოზაიკური ვირუსი**

მოზაიკური ვირუსი მთელი მსოფლიოს მასშტაბით ჟოლოს ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული დაავადებაა. ჟოლოს მოზაიკური ვირუსის სიმპტომები განსხვავებულია ჯიშების, ვირუსული ინფექციის სიმწვავის და წელიწადის დროის მიხედვით. მოზაიკური ვირუსისთვის დამახასიათებელი სიმპტომებია: ფოთლის დაწინწკვლა, ყვითელი ლაქები, ფოთლების ჯამის ფორმის მიღება და ბუშტუკებით მოფენა (სურათი 69). ამას გარდა, ჩვეულებრივ, სიმპტომები მოიცავს, ასევე, ყლორტის ბოლოს მოხმობას და ღეროების ან ყლორტების კლასტერების ზრდის შეფერხებას. სიმპტომები ყველაზე თვალსაჩინოა ახალგაზრდა ღეროებზე შედარებით გრილ ამინდში, გაზაფხულსა და შემოდგომაზე. წლიდან წლამდე დაინფიცირებული მცენარეების ზრდა ხშირად ფერხდება. ფოთლის სიმპტომების გარდა, ხდება მოსავლიანობის შემცირება და ნაყოფი, ჩვეულებრივ, არის კოშტოვანი, მშრალი, თესლოვანი და ნაკლებ არომატული.

ჟოლოს მოზაიკური ვირუსის კომპლექსს ავრცელებს მხოლოდ და მხოლოდ ჟოლოს დიდი ბუგრი (Amophorophora agathonica). ბუგრი ფართოდ არის გავრცელებული და იკვებება ფოთლების ქვედა მხარეს ღეროების ბოლოსთან. ბუგრი ვირუსით სნებოვანდება და შეუძლია გაავრცელოს ის ჯანმრთელ ნარგავებში 500 მეტრამდე მანძილზე. ამ დაავადების თავიდან ასაცილებლად ძალიან მნიშვნელოვანია გადამტანი ბუგრის კონტროლი.

სურათი 69. ჟოლოს მოზაიკური ვირუსისთვის დამახასიათებელი სიმპტომებია ფოთლის დაწინწკვლა და დეფორმირება.

ჟოლოს მოზაიკური ვირუსის გავრცელება შეიძლება, ასევე, გაგრძელდეს დაინფიცირებული მცენარეების გამრავლებით. უაღრესად მნიშვნელოვანია ნარგავების ჩამოყალიბება სანერგიდან, სადაც ხდება ვირუსის არქონის დადასტურება, ვინაიდან ჩითილების და ნაკვეთის შერჩევა ერთადერთი ქმედებაა, რაც მწარმოებელმა შეიძლება, გადადგას უმეტესი ვირუსული დაავადებების შეყრის პრევენციის ან შეფერხებისთვის. მოზაიკური ვირუსით დაინფიცირებული მცენარეების აღმოჩენის შემთხვევაში მნიშვნელოვანია მათი უმოკლეს ვადაში მოცილება. ამოიღეთ დაავადებული მცენარეები ფესვებიანად და გადაყარეთ ნაკვეთიდან. ჩამოყალიბებულ ნარგავებში, სადაც მცენარეთა 5 პროცენტზე მეტს აღენიშნება ვირუსის ხილული სიმპტომები, სავარაუდოდ, არამომგებიანი იქნება ნარგავების მოვლის გაგრძელება.

**ფოთლის დახვევა**

ფოთლის დახვევა მოზაიკურ დაავადებასთან შედარებით ნაკლებ გავრცელებული, თუმცა ხშირად უფრო დამღუპველი ვირუსული დაავადებაა. ფოთლის დახვევის გამომწვევი ვირუსი გადაეცემა მხოლოდ და მხოლოდ მცირე ჟოლოს ბუგრით (Aphis rubicola). დაინფიცირებული ჟოლოს მოსავლიანობა შეიძლება შემცირდეს 70 პროცენტამდე. ფოთლის დახვევის გამომწვევი ვირუსის სიმპტომებია ერთგვაროვნად პატარა ფოთლები, რომლებიც მუქი მწვანეა, დანაოჭებულია და მჭიდროდაა დახვეული შიგნით და ქვემოთა მიმართულებით. დაავადებული ყლორტები ამოსვლისას ბაცი მოყვითალო–მომწვანო ფერისაა, თუმცა მალე იღებს მუქ მწვანე ფერს, ხდება მაგარი და მყიფე და, ჩვეულებრივ, არ გამოიღებს გვერდითა ყლორტებს. ყოველ წელს ფოთლის დახვევის გამომწვევი ვირუსით დაინფიცირებული მცენარე სულ უფრო მეტად კარგავს სიძლიერეს და სულ უფრო მეტად ფერხდება მისი ზრდა. მსხმოიარე გვერდითი ყლორტები უფრო მოკლე და უფრო ვერტიკალურია, ვიდრე ჩვეულებრივი ტოტები. დაინფიცირებულ მცენარეებზე კენკრა შეიძლება დამწიფდეს ნაადრევად და არის პატარა, მშრალი, თესლოვანი და ფშვნადი (სურათი 70). ამ ვირუსული დაავადების თავიდან ასაცილებლად ძალიან მნიშვნელოვანია მცენარეთა მართვის კარგი პროგრამა, რომელიც ითვალისწინებს ნაკვეთზე ბუგრის პოპულაციების ჩამოყალიბების თავიდან აცილებას.

სურათი 70. ჟოლოს ფოთლის დახვევის გამომწვევი ვირუსის ერთ-ერთი სიმპტომია პატარა ზომის ფშვნადი ნაყოფი.

ქვემოთ ნაჩვენებია ჟოლოს სხვადასხვა დაავადების კონტროლისთვის რეკომენდებული ფუნგიციდების ეფექტურობა:

**ფუნგიციდების ეფექტურობა ჟოლოს დაავადებებთან საბრძოლველად**

| ფუნგიციდების ეფექტურობა ჟოლოს დაავადებების კონტროლისთვის | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ფუნგიციდი | | დაავადება | | | | | | |
| ზოგადი სახელწოდება | სავაჭრო სახელწოდება | ბაქტერიული სიდამწვრე | ნაცრისფერი სიდამპლე | ჟანგა | ანტრაქნოზი | ფოთლის ლაქიანობა | ნაცარი | ფიტოფტორა |
| boscalid + pyraclostrobin | Pristine | დიახ | დიახ | დიახ | დიახ | დიახ | დიახ | |
| Captan | Captan | დიახ | დიახ | | დიახ | | | |
| cyprodinil + fludioxonil | Switch | | დიახ | | დიახ | | | |
| fenhexamid | Elevate, Teldor | | დიახ | | დიახ | | | |
| ferbam | Ferbam | | | | დიახ | | | |
| pyraclostrobin | Cabrio | დიახ | დიახ | დიახ | დიახ | დიახ | | |
| iprodione | Rovral | | დიახ | | | | | |
| thiophanate-methyl | Topsin-M Senator | დიახ | დიახ | | დიახ | | დიახ | |
| calcium polysulfide | Lime Sulfur | დიახ | დიახ | დიახ | | | | |
| famoxadone + cymoxanil | Tanos | დიახ | დიახ | | დიახ | დიახ | | |
| azoxystrobin | Abound | დიახ | | | დიახ | დიახ | დიახ | |
| captan + fenhexamid | Captevate | დიახ | დიახ | | დიახ | | | |
| mefenoxam | Ridomil Gold | | | | | | | დიახ |
| fosetyl-Al | Aliette | | | | | | | დიახ |
| mycobutanil | Rally, Nova | | | დიახ | | | დიახ | |
| triadimefon | Bayleton | | | დიახ | | | დიახ | |
| boscalid | Endura | | დიახ | | | | | |
| copper hydroxide | Kocide | დიახ | | | დიახ | დიახ | | |
| propiconazole | Orbit | | | დიახ | დიახ | დიახ | დიახ | |

## სათანადო სიმწიფის ნიშნები მოსავლის ასაღებად

ჟოლოს სიმწიფის ძირითადი მანიშნებელია ფერი. ჟოლო უნდა დაიკრიფოს მაშინ, როდესაც ნაყოფი მთლიანად წითელია (სურათი 71). თუმცა, სხვადასხვა კულტივარს ოდნავ განსხვავებული წითელი ფერის ტონი აქვს. არ შეიძლება ჟოლოს დაკრეფა, ვიდრე ნაყოფი სრულად არ მიიღებს წითელ შეფერილობას. ნაყოფში შაქრის შემცველობა დაკრეფის შემდეგ არ იზრდება და დამწიფებამდე მოკრეფილ ჟოლოს უგემური არომატი ექნება. ამას გარდა, დამწიფებამდე მოკრეფილი ჟოლოს მოცილება ყვავილსაჯდომიდან შეუძლებელი იქნება, ვინაიდან ამ დროს ჩამოცვივდება ან დაზიანდება ნაყოფის მარცვლები.

სურათი 71. დაკრეფისას ჟოლო მთლიანად წითელი უნდა იყოს.

## მოსავლის კრეფის მეთოდები

ჟოლო უნდა დაიკრიფოს ნაყოფზე ხელის ფრთხილად მოკიდებით ცერა თითს, საჩვენებელსა და შუათითს შორის, შემდეგ კი ფრთხილად უნდა მოწყვიტოთ (სურათი 72). ჟოლოს ნაყოფი იოლად უნდა სცილდებოდეს ყვავილსაჯდომს. მოწყვეტის შემდეგ გვრჩება ნაყოფი, რომელსაც აქვს ღრმული. ჟოლო ძალიან ფაქიზი კენკრაა, დაკრეფისას ან მისი შემდგომი სასაქონლო დამუშავებისას არ შეიძლება მისი დაზიანება და/ან დაჭყლეტა. კრეფისას ნაყოფის დაზიანების შედეგად ჟონავს სითხე და სიტკბო, რაც იწვევს მოსავლის სწრაფ გაფუჭებას.

დაკრეფილი ჟოლო ფრთხილად უნდა ჩაიწყოს დასაკრეფ კონტეინერში ან, უკეთესია, პირდაპირ სარეალიზაციო კონტეინერში (სურათი 73). გასათვალისწინებელია, რომ უკეთესია, თუ დაკრეფილი ჟოლო არ გადაიტანება დასაკრეფიდან სარეალიზაციო კონტეინერში, რადგან ამ დროს ნაყოფი ძალიან ადვილად ზიანდება და იჭყლიტება. საუკეთესო შემთხვევაში, დაკრეფის შემდეგ კენკრას აღარ უნდა შეეხოთ. ნაყოფის სათითაოდ გადაწყობა შრომატევადია და აუცილებლად გამოიწვევს მის დაჭყლეტას და შეამცირებს სარეალიზაციო ვადას. მკრეფავებმა უნდა გაიარონ სათანადო ტრენინგი და ექვემდებარებოდნენ ზედმიწევნით ზედამხედველობას, რათა შეძლონ მოსავლის აღებისას ხილის სარეალიზაციო კონტეინერში ჩასაწყობად შერჩევა.

სურათი 72. ჟოლოს კრეფისას ნაყოფს ფრთხილად აცილებენ ჯამის ფოთოლაკებს.

მკრეფავებს, როგორც წესი, ურიგებენ სატარებელ დაბალ ყუთს ან ლანგარს, საცალო ბაზარზე სარეალიზაციო ხილის შესანახი კონტეინერებით. შესაძლებელია, ასევე, მსუბუქი პორტატული სადგამის გამოყენება, რომელზეც მოთავსდება ყუთი, მკრეფავი კი რიგში თავისუფლად გადაადგილდება. ყუთში უნდა იყოს ცალკეული პატარა კონტეინერები ხილის ბაზრისთის განსაზღვრული ხარისხის მიხედვით დასახარისხებლად. დაავადებული ან დაზიანებული ხილი არ უნდა დატოვოთ ნაკვეთში და არ უნდა დაიყაროს მიწაზე. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ასეთი ხილი გახდება ინოკულანტი და გაგრძელდება დაავადების გავრცელება უმწიფარ ჯანმრთელ ხილზე. პატარა ყუთების/კონტეინერების გავსების შემდეგ საჭიროა მათი დროულად გადატანა დასაფასოებელ გადახურულ პუნქტში, სადაც ხელახლა მოწმდება და ფასოვდება საბოლოო ბაზარზე გასატანად. გადახურულ პუნქტში შექმნილია ჩრდილიანი პირობები, აქედან კი დაკრეფილი კენკრა გადაიტანება საცავმაცივარში ან პირდაპირ ბაზარზე. მკრეფავებისთვის საჭიროა რაიმე მოწყობილობის გადაცემა, დაკრეფისას გამოყენებული კონტეინერების მოსახერხებელ სიმაღლეზე დასამაგრებლად, რათა ჟოლოს კრეფისას ორივე ხელი თავისუფალი ჰქონდეთ. ამ მიზნით შესაძლებელია, ასევე, მსუბუქი პორტატული სადგამების გამოყენება. მოსავლის აღების პიკურ პერიოდში საჭირო იქნება, დაახლოებით, ოცი კარგი მკრეფავი თითო ჰექტარზე მწიფე ხილის დროულად დასაკრეფად.

სურათი 73. დაკრეფილი ჟოლო პირდაპირ სარეალიზაციო კონტეინერებშია ჩალაგებული.

ჟოლო უნდა დაიკრიფოს დღის ყველაზე გრილ პერიოდში, ჩვეულებრივ, დილით. მოერიდეთ დაკრეფას, როდესაც რბილობის ტემპერატურა 27°C-ზე მაღალია და ნაყოფი ძალიან არამდგრადია დაჭყლეტით დაზიანებისადმი. ამას გარდა, თუ ხილის ტემპერატურა უფრო მაღალია, საჭირო იქნება მეტი ენერგია და სიცივე მოსავლის აღების შემდეგ სიცხის გამოსატანად. ჟოლოს მოსავლის აღება არ შეიძლება მაშინ, როცა ნაყოფი სველია. ეს გაზრდის ობის განვითარების შემთხვევებს. მოსავლის აღების სიხშირე უნდა იყოს ყოველდღიური. გამოცდილი მკრეფავები, ჩვეულებრივ, საათში კრეფენ 4-5 კგ-ს, ნაკლებ ეფექტურმა მკრეფავებმა კი შეიძლება მხოლოდ 2.5-3 კგ დაკრიფონ საათში, საუკეთესო მკრეფავები კი საათში 6კგ-ზე მეტ ხილს კრეფენ.

**მოსავლის აღების შემდგომი ღონისძიებები**

ჟოლო ძალიან მალფუჭებადი კენკრაა და დაკრეფის შემდეგ შენახვის პერიოდი მხოლოდ 4-7 დღეა. მოკრეფის შემდეგ უნდა განხორციელდეს ნაყოფის რბილობის სწრაფი გაგრილება 0-1°C-მდე, რათა შენახვის უნარიანობა გაიზარდოს.

# Raspberry Production Manual

## New Economic Opportunities Initiative (NEO)

**Introduction**

Raspberries (*Rubus idaeus*) are well adapted to the agro-climatic conditions in most areas of Georgia. Although current production volume is small, excellent potential exists for expansion of the Georgian raspberry industry. Solid market opportunities exist both domestically and internationally for those producers who can provide the market with consistent supplies of high quality raspberries. Long-term sustainability of the industry will require continuous improvements in production and postharvest handling technologies, coupled with an extension of the harvest season by cultivar diversification and the use of protected structures. Raspberry growing can be very profitable; however, production costs are substantial. Necessary inputs include procurement of disease-free planting stock, installation of a drip irrigation system, pest management supplies and equipment, trellising material, and labor for planting, pruning, pest control, and harvesting.

The purpose of this manual is to provide comprehensive technical information on all aspects of production and postharvest handling of raspberries.

**Site Selection**

Some basic factors must be considered when selecting a site for a raspberry planting. These include soil type and fertility, drainage, wind protection, sunlight, water availability, and previously planted crops. The planting site should have full exposure to sunlight. Avoid shaded areas near trees or buildings. Ideally, growers should select soils that are well-drained, naturally fertile, and high in organic matter (2-4%), with a pH between 6.0 to 7.0. Raspberries prefer a sandy loam or loam textured soil, but will also perform well in adequately drained clay soils.

Water drainage is a critical issue in site selection, because the root system of a raspberry plant extends to a depth of 1 meter. Many raspberry cultivars are susceptible to Phytophthora root rot and other soil-borne fungal diseases (e.g. Fusarium, Verticillium) which are prevalent in poorly drained soils. The water table should not come within 1 meter of the soil surface. Sites that have a hardpan or impervious subsoil should also be avoided.

A simple test can be done to check the water drainage in an intended planting site. Dig several test holes about 75 cm deep and 15 cm wide in the area to be planted in early spring or late fall when the soil is saturated with water and is not frozen. Pour 20 liters of water into the hole and check it after one hour. If there is water standing in the bottom of the hole, the site is likely to be insufficiently drained for raspberry production.

Raspberries should be planted on flat or slightly sloped (<8 %) land. In order to minimize soil erosion, the rows should be planted against the direction of the slope. Adequate air movement around the plants is also essential. Air movement aides in drying the leaf surfaces and helps to reduce conditions that promote foliar disease. Air movement also reduces the danger from frost. When plantings are on higher, sloping sites, cold air will flow down the slope to the

lowest possible spot in the area. Because cold air settles, late spring frosts are less likely to damage the planting if the cold air can drain away. On the other hand, raspberries should be protected from strong winds, which reduce plant vigor and stunt cane growth.

The exposure of the planting site, although not critical, should be considered in determining where to plant raspberries. Generally, raspberries perform better when planted on protected northern slopes. Establishment of raspberry plantings on southern facing slopes should be avoided, if possible, due to the higher incidence of winter injury to the canes.

New plantings should be made as far away from wild raspberries as possible. Wild berries within 300 meters from the planting should be eliminated to prevent the spread of aphid or leafhopper-vectored virus diseases into the new planting. Raspberries should not be planted in an area where strawberries, tomatoes, potatoes, eggplant, peppers, or older raspberries and blackberries have been planted. These crops are susceptible to Verticillium wilt and the fungus can survive in the soil for many years, potentially infecting newly planted raspberries.

**Field Preparation**

The site chosen to establish the raspberries should ideally be determined a year prior to planting. Adequate time is needed to prepare the site and perform any necessary cultural practices. Appropriate land preparation practices may include making improvements to the soil drainage, modifying the pH, adding soil nutrients and organic matter, and controlling perennial weeds. In order to lower the population of soil-borne insects, such as wireworms and white grubs, the planting site should be seeded in a field crop or grain prior to planting raspberries. This is especially recommended if the site has been in sod or a forage legume in previous years.

Any residue remaining from the previous crop should be removed well in advance of planting the raspberries. The soil should be plowed or tilled in the fall to prepare for raspberry planting the following spring.

Organic Matter

Soil organic matter is very beneficial for raspberry growth. It improves soil texture and retains mineral elements from leaching. Organic matter also improves the water-holding capacity of the soil. The importance of maintaining a high level of organic matter should not be underestimated. Liberal amounts of organic matter should be added to the soil. This can be in the form of straw mixed with animal manures, green vegetation (Sudan grass, ryegrass, winter wheat), or compost. Between 30 to 50 tons per hectare of these materials should be added and spread over the entire planting site area to increase the water-holding capacity of sandy-loam soils and to improve soil structure, drainage, and aeration of soils that contain high amounts of clay (Figure 1).

Figure 1. Liberal amounts of animal manure should be incorporated in the soil prior to planting.

The raspberry production site should be plowed, disked, and thoroughly cultivated or rotovated to a depth of at least 30 cm prior to planting. If sub-soils have been found to be somewhat impervious, sub-soiling prior to plowing will increase permeability. Sub-soiling is done by using a tool (chisel-plow) that cultivates a narrow channel about 75 cm deep in the soil (Figure 2). The chisel-plow is set to a depth to go below the hardpan in order to break up this layer. Sub-soiling should be done two times across the site at 90-degree angles. The soil must not be wet during sub-soiling, or more compaction damage will be done than the benefit derived from sub-soiling.

Figure 2. Multiple shank subsoilers do an effective job of breaking up any existing hardpan.

Soil Testing

The soil should be analyzed in random locations throughout the future raspberry planting site during the year prior to planting (Figure 3). It is always easier to correct soil problems before planting than after plant establishment. A minimum of 5 samples per hectare are recommended.

Figure 3. Probe used to obtain a core of soil.

Soil samples should be analyzed for pH, % organic matter, salinity, macro-element and microelement content, and nematodes. Soil testing is usually done by commercial laboratories or universities. It is also possible to purchase simple instrumentation for measuring soil pH, salt content, and certain mineral elements.

pH

The pH of the soil has a major influence on nutrient availability and vigor of the raspberry plants. The optimal pH for raspberries is 6.5 ± 0.5 throughout the rooting zone. A significant deviance outside of this soil pH range will negatively impact plant vigor. An optimal soil pH will create an environment in which the apple roots will be able to adequately absorb the existing mineral elements.

The soil in the intended raspberry planting site should be analyzed for pH in several different locations prior to planting. Representative samples of the topsoil (upper 15 cm) and sub-soil (30-60 cm depth) should be taken. If the pH in either the topsoil or sub-soil layers is below 6.0 or above 7.0, finely ground limestone or sulfur, respectively, should be applied to modify the pH according to the soil test results. Correcting the soil pH is one of the most effective nutrient management practices for improving fertility in a raspberry planting. Correction of the soil pH must be done before planting. Once the raspberry plants are in place, it is very difficult to change the soil pH.

The soil pH is easily determined with a portable pH meter which has an electrode specifically designed to measure the hydrogen ion concentration. Use of color indicators and litmus paper are less accurate, but can also be used to estimate the soil pH.

The procedure for determining soil pH involves taking 1 part of soil and mixing it with 1 part of distilled/de-ionized water that has a neutral pH of 7. The soil:water mixture should be shaken for about 1 minute and then left to settle for at least 30 minutes prior to insertion of the pH electrode into the mixture (Figure 4). The resulting pH reading of the mixture is the soil pH.

Figure 4. Portable instrumentation for measurement of soil pH.

Modifying the Soil pH

The soil pH can be raised by adding lime, or lowered by adding elemental sulfur. These soil amendments should be incorporated into the soil at least several months before planting. The amount of lime or sulfur needed to change the soil pH is determined by how finely it is ground (mesh size) and the buffering capacity of the soil. A high mesh size (60-100) indicates a finely ground lime or sulfur, which will react more quickly to change the soil pH. The buffering capacity of a soil is a function of the cation exchange capacity (CEC) and the amount of organic matter present. Soils with a high CEC and/or a high organic matter content have a higher

buffering capacity and require a greater amount of lime or sulfur to be added for the same incremental change in pH.

In alkaline soils (> 7 pH), finely ground sulfur should be incorporated into the upper 20 cm of the soil at least several months prior to planting in order to lower the pH to the optimal range. Soil modification prior to planting is much easier than post-plant soil pH modification. Soil surface application of granular sulfur will lower the pH of only the upper few cm of soil. However, a pH decrease will gradually occur at lower soil depths with time.

The table below indicates the amount of finely ground sulfur required to lower the pH of different soil textures to pH 6.5.

| Sulfur Requirement (metric tons per hectare) | | |
|---|---|---|
| Soil Texture | From pH 8.5 to 6.5 | From pH 7.5 to 6.5 |
| Sand | 2.9 | 2.2 |
| Sandy Loam | 2.3 | 1.8 |
| Loam | 2.0 | 1.4 |
| Silt Loam | 1.6 | 1.1 |
| Clay loam | 1.2 | 0.7 |

In the case of acid soils with a pH below 6.0, it will be necessary to raise the soil pH to 6.5 ±0.5 in the root zone in order to obtain optimal raspberry growth. This is accomplished by applying and incorporating finely pulverized limestone ($CaCO_3$), dolomitic limestone [$CaMg(CO_3)_2$], or hydrated lime ($CaOH_2$) to the field at least several months before planting in order to allow time for the soil pH to change. The amount of limestone to add depends on the soil pH, CEC, and % organic matter. Soils with low CEC will have a more rapid pH increase than soils with high CEC.

The table below indicates the amount of finely ground limestone required to raise the pH of different soil textures to pH 6.5.

| Limestone Requirement (metric tons per hectare) | | |
|---|---|---|
| Soil Texture | From pH 4.5 to 6.5 | From pH 5.5 to 6.5 |
| Sand | 2.8 | 1.5 |
| Sandy Loam | 5.3 | 3.3 |
| Loam | 7.5 | 4.3 |
| Silt Loam | 8.7 | 5.0 |
| Clay loam | 10.5 | 5.7 |

The lime should be thoroughly incorporated into the soil with a rotovator, ideally to a depth of at least 30 cm. For best raspberry growth, the entire field should be treated with lime (Figure 5).

Figure 5. Manual application of lime to the soil prior to incorporation and transplanting.

Salinity

Raspberries are sensitive to soil salinity and should not be planted in soils having a salt content above 800 ppm total salts. High salt concentrations in the root zone hinder the plants' ability to take up water and nutrients from the soil solution. High concentrations of soluble salts in the soil prevent new root initiation and cane growth becomes weak. Reduction in plant vigor and yield losses can occur before leaf symptoms become apparent. Raspbberries planted in high salt containing soils will exhibit marginal leaf chlorosis/necrosis and stunted growth (Figure 6). Injury is more pronounced on older leaves.

Figure 6. Necrosis of the older leaf margins is a common symptom of salt toxicity.

Salt toxicity may be caused by high levels of salt in the irrigation water or in the soil, poor drainage, excessive application of fertilizer including manures, or application of fertilizer to wet foliage. Raspberries are particularly sensitive to chloride and sodium salts; and damage becomes more apparent during the hotter months. Plants growing in saline soil behave similarly to those suffering from lack of water.

It is important to have the irrigation water and soil tested well in advance of planting and follow proper irrigation procedures and fertilizer management practices to avoid salt build-up. Leaf analysis is also very useful in diagnosing salt injury and may reveal potentially harmful sodium or chloride accumulations before leaf symptoms become apparent. Marginal necrosis and tip burn of the raspberry leaves are usually strong indicators of chloride or sodium toxicity. If affected leaves are found to contain more than 0.2% sodium or 0.5% chloride, the leaf injury can usually be attributed to sodium or chloride toxicity.

Soluble salt concentration is a measure of the total amount of fertilizer and other ions contained in the root zone. Salts are present as positively and negatively charged mineral ions. These charged particles increase the ability of water to conduct electricity; therefore, their concentration can be estimated by measuring electrical conductivity (EC). Soluble salts are measured using an EC meter and expressed as millimhos per centimeter (mmhos/cm) or deciSiemens per meter (dS/m), which are numerically equivalent. A reading of 1 mmho/cm equals approximately 670 parts per million (ppm) total dissolved salts. Yields of marketable fruit decrease when the conductivity of the saturation extracts from the soil in the root zone is greater than 1.2 dS/m. Fruit marketable yield decreases approximately 10% at a soil salinity of 1.3 dS/m, 25% at 1.8 dS/m and 50% in soils having a conductivity of 2.3 dS/m mmhos/cm. These values correspond to approximately 1300 to 1500 ppm dissolved salts in the soil-water slurry mixture. When soil tests indicate an EC of greater than 1.2 dS/m, a thorough leaching of the soil is recommended.

A variety of portable and bench-top EC measuring devices (conductivity meters) are available for self-measurement of water and soil salt concentration (Figure 7). Meters should be calibrated regularly with solutions of a known EC. The salinity of irrigation water can be measured directly on an undiluted sample. The testing procedure is simple. Collect a fresh water sample in a clean container. Some EC meters have a probe that is immersed into the water. Others have a cup into which the water is poured. Most EC meters need minimal calibration, but the probes must be kept clean. The meter is turned on, the probe is completely immersed in the sample, and the EC is read directly off the display or dial.

Figure 7. Portable, battery-powered electrical conductivity meters.

Salt content of soils can be determined by measuring the conductivity of a saturated soil paste solution. The soil is mixed with distilled water in a 1:5 ratio, stirred well, allowed to stand 30 to 60 minutes, and EC is then recorded. Filtering to remove media particles will improve the accuracy of the readings but is not necessary. For consistency, the soil should be air-dried. Usually 50 to 100 ml of soil is an adequate sample volume. EC measurement is based on the fact that pure water does not conduct electricity, while water containing ions (electrically charged materials) will conduct increasing amounts of electricity as the concentration of ions increases. The more ions in the solution, the more electricity is conducted and the higher the EC reading on the meter.

Mineral Element Content

Analyses of soil macro and minor element content should be made prior to planting raspberries in order to determine its nutrient status. The results of the soil test should be combined with raspberry leaf analyses in developing a soil fertility program. Optimal tissue mineral concentrations are listed in the 'Fertilization' section of this manual.

Nematodes

Nematode analyses should also be part of the soil test. Nematodes are microscopic roundworms that inhabit the soil. Many different species of nematodes exist, some which are harmful to the raspberry plant. Damage occurs from feeding on the roots. Infected plants exhibit poor vegetative growth and stunting. Nematodes can also transmit diseases. Nematodes move through soil pores, but can only move a few centimeters per year on their own. However, they can spread over greater distances if soil is moved by tillage.

Several nematode species have been associated with poor growth of raspberries. The root lesion nematode (*Pratylenchus* species) is the most important. The soil population of root lesion nematode should not exceed a threshold level of 500-1000 nematodes per kilogram of soil. It is recommended to avoid planting in soils that are high in root lesion nematode populations.

**Plant Row/Bed Formation**

After field preparation and the necessary addition of appropriate soil amendments, the next step is the formation of the plant row or bed. Raspberries can be planted on flat soil, if it is well-drained. Raspberries should be planted on raised beds, approximately 25 cm high and 60 cm wide (Figure 8) in poorly drained soils. The distance between bed centers should be 2.2 to 2.5

meters. This will allow sufficient space for conducting the necessary cultural practices (i.e. fertilizing, spraying, picking) while maximizing the production area. The spacing also depends on the size of the equipment used to maintain the planting, but should be adequate to accommodate a small rotovator. Plantings on sloped land should be contoured and the rows established perpendicular to the slope in order to minimize soil erosion.

Figure 8. Raised beds should be formed prior to planting raspberries in poorly drained soils.

**Plant Establishment**

The planting stock used to establish the raspberry field can be dormant bare root canes, root pieces, tissue-cultured derived plants, or actively growing green plants. The planting stock should always be certified as virus-free and purchased only from a reputable nursery.

The root system of the raspberry transplants should be kept moist prior to planting. Planting stock that is allowed to dehydrate will have a significantly lower survival rate. Dehydration of the root system can be prevented by thoroughly soaking in water, occasionally re-wetting the roots while waiting to be planted, and keeping canes out of direct sunlight. The raspberry planting stock should be dipped in a mefanoxam (Ridomil Gold) or fosetyl-Al (Aliette) fungicide solution before planting to minimize the development of Phytophthora root rot.

Dormant Bare Root Canes

Dormant bare root canes are the most widely used and easiest form of planting stock to establish. They are dormant 1 year-old plants, with a well-developed root system at least 25 cm in length (Figure 9).

Figure 9. Vigorous root systems of dormant bare-root canes.

The root system of the dormant cane should be spread out in the soil at the time of planting. The roots should be buried 5-7 cm deep, with the cane planted 2-3 cm deeper than in the nursery. The soil should be firmly packed around the roots at planting, followed by thoroughly watering the soil around each cane. The cane should be cut back to 10-15 cm in length.

The dormant bare root canes should be planted as early in the spring as the soil can be worked. In the cooler areas of Georgia, this will typically be in late March or early April, when temperatures have sufficiently warmed to avoid any severe freeze. The longer the plants grow in the spring, the more developed the root system will get and the quicker the plants will fill in the row.

Root Pieces

Root pieces are pencil-thick segments of the root system, between 10-15 cm in length with a limited amount of root system (Figure 10). Each root piece should weigh approximately 60 g and have multiple buds. Root pieces are significantly less expensive, but take at least several months longer than dormant bare root canes to develop into a vigorous plant. Root pieces should be planted in the early spring. Proper planting depth is critical for survival of the root piece. Depth of planting for root pieces should be about 5 cm. They will die if buried too deep or too shallow. The roots should be spread out before covering with soil.

Figure 10. Root pieces with a well-developed root system.

Tissue Cultured Plants

Planting stock of some cultivars may also be available as nursery-hardened tissue culture plants (Figure 11). These are generally used as foundation stock for nurseries in producing virus-free stock, but may also be used by commercial growers for planting in the spring. However, this material is significantly more expensive. Yield performance of tissue-cultured plants is not higher than root pieces or bare root transplants.

Figure 11. Tissue-cultured raspberries (left) and hardened plants (right) ready for field planting.

Green Plants

Raspberry plantings can also be established using actively-growing "green" transplants dug from previously planted rows. These transplants should be about 15 cm tall with a well-formed root system (Figure 12). They can be dug out of the existing field in the late spring or early summer and planted directly into the new field. Green plants can also be re-potted in perforated plastic bags and held for some time prior to field planting.

Figure 12. Actively growing "green" raspberry transplants with vigorous roots can be used to establish new fields.

The planting rows or beds should have a soil moisture content near field capacity at the time of transplanting. Pockets of air in the soil surrounding the roots should be eliminated by firmly pressing down on the soil above the root piece or bare root transplant. The planting materials should be immediately watered after planting. The soil should be kept moist, but not over-watered during the period after planting but prior to sprouting.

**Cultivar Selection**

Raspberries

There are two general types of raspberries, based on their fruiting characteristics. They are classified as either floricane-type or primocane-type.

Floricane-type raspberries fruit on second-year old canes during a 3 to 4-week harvest season about 2 months after bud break in the spring, provided the canes have not suffered winter injury during the dormant period. They currently comprise most of the raspberries grown in Georgia. Floricane-type raspberries grow vegetative during the first year, drop their foliage in late fall, and go dormant during the winter. New vegetative growth begins in the early spring of the second year, followed by flowering about a month later, and fruit harvest beginning approximately 4 weeks after flowering. Floricane-type raspberries do not produce fruit on first-year growth canes. Killarney and Nova are examples of floricane-type cultivars adapted to the agro-climatic conditions within most of Georgia. Trial plantings of these floricane-type cultivars will be initiated in 2013 to determine the most appropriate cultivar for the specific growing region within Georgia.

Primocane-type raspberries fruit on the upper part of first-year canes during a 6 to 8-week period in the late summer and fall period, beginning about 3.5 months after the new shoots have emerged from the ground in the spring (Figure 13). They can also produce fruit on the lower part of second-year old canes during a 4-week harvest season in the spring. Polka, Autumn

Bliss, Autumn Britten, and Caroline are examples of primocane-type cultivars adapted to agro-climatic conditions similar to those present in Georgia. Trial plantings of these primocane-type cultivars will be initiated in 2013 to determine their adaptability in the different growing regions.

Figure 13. Fruit production on the upper part of new primocanes during the late summer/fall.

It is wise to test additional raspberry cultivars for adaptability under Georgian conditions. The future of the commercial raspberry industry in Georgia will be based on a combination of floricane and primocane-type cultivars.

**Plant Spacing**

The plant spacing depends on the cost of the planting stock and the desired yield during the first fall (for primocane cultivars) and first summer (for floricane cultivars). A typical plant spacing is 60 cm between plants. However, if higher yields are desired for the first harvest cycle, the raspberry planting stock should be spaced 30 cm apart (Figure 14). This spacing applies to both floricane and primocane cultivars. As the plants grow and mature they will produce additional shoots (suckers) from the root system which will fill in the entire length of the row forming a dense hedgerow (Figure 15). The thickest diameter canes (12-15 per meter of row) should be selected and maintained for fruit production. Suckers growing outside the recommended 60 cm hedgerow width should be removed. Periodically remove all dead, damaged, and weak canes throughout the growing cycle.

Figure 14. Initial plant spacing between raspberry root pieces (or bare root transplants) of 30 cm.

Figure 15. New shoots from the root system will eventually fill in the entire length of the row.

The distance between row centers should be at least 2.4 meters. However, it may be necessary to extend the width to 3.0 meters to accommodate a tractor or other farm implements used for soil cultivation, spraying, and other cultural practices.

The plant density of a mature raspberry planting should be between 12-15 bearing canes per meter of row, depending on the vigor of the cultivar. New cane growth should be thinned to minimize the amount of interplant competition. The row width should not exceed 60 cm and the distance between bearing canes should be between 10-15 cm (Figure 16). Pinching of the tips (heading back) of young primocane shoots to promote growth of side branches is not recommended. No particular advantages result, and the laterals produced may be more subject to wind injury than un-branched canes.

Figure 16. Plant density of a mature raspberry planting should be between 12-15 bearing canes per meter of row.

Plant spacing for nursery plant production should be 60 cm between plants and at least 2.4 meters between rows. The plants and all of the suckers produced from the crown and rhizomes should be allowed to grow during the summer. A properly maintained raspberry nursery planting will have canes filling the row aisles by the end of the summer (Figure 17).

Figure 17. A vigorous raspberry nursery planting filled with canes throughout the entire field.

**Trellising**

Raspberries

Raspberry canes grow upright, but tend to bend toward the soil as they mature and start to produce fruit. Therefore, a wire trellis system should be constructed to support the canes and maintain erect growth. Either a two-level single wire (I-system) or a two-level double wire (T-system) can be used. In the I-trellis system (Figure 18), the canes are individually tied to both wires as they grow upright.

Figure 18. Two-wire I-trellis system supported by posts spaced 8-10 meters apart and reinforced with end post supports.

The I-trellis system is more commonly used with floricane-type cultivars, while the T-system is more common with primocane-type cultivars. Posts should be placed every 8-10 meters apart in the center of the row/ bed. The support posts at the end of each row should be reinforced with a crosspiece to maintain tension in the wires. In the I-trellis system the two single wires are attached to the support posts at approximately 80 cm and 1.7 m above the soil (Figure 19).

Figure 19. A two-wire I-trellis system with wires at approximately 80 cm and 1.7 m above the soil.

In the T-system, support posts should also be placed every 8-10 meters apart in the center of the row/bed. However, in this system two 60-cm long wooden T's (2.0 x 2.5 cm x 60 cm) are attached to each post at heights of approximately 80 cm and 1.7 m above the soil level (Figure 20). The support posts should be buried about 0.8 m in the ground and protrude about 2 m above the soil level. Galvanized wire or nylon string should be attached to each edge of the wooden T crossbars, extending the length of the entire row. The width between the 2 wires or strings is about 60 cm. The canes are trained to grow between the wires/string. Clips attached perpendicular to both wires may be used in the area between the posts to keep the wires from spreading.

Figure 20. Wooden T's approximately 60 cm wide attached to support posts at 80 cm and 1.7 m above the soil. Galvanized wire or nylon string is affixed to the ends of the wooden T bars to support upright cane growth within the bed.

**Pruning**

Raspberries

Raspberry plantings are perennial and the root system lives for many years. Pruning and thinning of the canes will be necessary to maintain an optimal plant density and manageable hedgerow. After the majority of fruit have been harvested, the cane loses vigor and begins to senesce. Upon completion of harvest, the already-fruited raspberry canes should be pruned to the soil level. Pruning should be done use a sharp pruning shears or cutting blade. A smooth, clean cut should be made when severing the cane. The time of pruning of primocane-type raspberries depends on the intended harvest period. Basically, about 5 months should be allowed for cane vegetative growth before flowering is initiated. Fruit harvest will begin about 5 weeks after flowering and the majority of the fruit will be produced during the subsequent 6 week period. The total growth cycle of primocane-type raspberries ranges from 6-8 months, depending on climatic conditions, use of protected structures, and cultivar.

Pruning reduces the amount of disease inoculum present in the field, which is typically high on the old canes. It also allows for more rapid re-growth of new primocane shoots. Disease spores can exist in high populations on dead canes that have been pruned. If pruned canes are left in or near the planting, the disease can spread back into the planting. Removing and burning the pruned canes reduces the potential for disease development.

New shoots will begin to sprout from the roots or basal buds of the pruned primocanes (Figure 21). The new shoots will eventually have to be thinned to a manageable density. The strongest (widest diameter) 12-15 canes per meter of row should be selected 6-8 weeks after pruning and allowed to develop into the fruiting canes (Figure 22). All other canes should be removed. Plant suckers growing outside the 60-cm hedgerow width may be removed at any time.

Figure 21. New shoot growth soon after raspberry primocane pruning.

Figure 22. The strongest 12-15 canes per meter of row left for fruit production.

Following harvest, the primocanes should be cut back to the ground. This pruning system assumes the grower will concentrate the fruit harvest during a relatively short 6-week period, which is advised for the primocane types.

**Fertilization**

Plant nutritional status is of fundamental importance in determining raspberry plant growth, yield, and fruit quality. This, in turn, is influenced by soil texture, pH, and percent organic matter. Prior to planting, a soil analyses should be made to determine the level of each of the macro and micronutrients and soil pH. In addition, leaf analyses for all nutrients and sap analyses for N and K should be made at periodic intervals during the growing season to more accurately determine the raspberry plants fertilization needs. Plant vigor, cane thickness, leaf size, and foliage color are all useful indicators of plant health and adequacy of the fertilization regime (Figure 23).

Figure 23. Vigorous healthy growth of raspberry canes properly fertilized.

Raspberries in Georgia are typically fertilized by a combination of four different methods: 1) manure, 2) granular fertilizer, 3) liquid fertilization through the drip irrigation system (fertigation), and 4) foliar spray for microelements. The proportion of the total fertilization applied by each of these methods depends on the specific nutrient, the native fertility of the soil, and the water management capability of the drip irrigation system being used. Without drip irrigation, the fertilizer can be applied using a combination of manure and granular forms.

Manure

Although manure is bulky and relatively low in nutrient analysis per ton, it can be a valuable part of a fertility program. The fertilizer value of manure is highly variable and usually unbalanced with respect to N-P-K. Typically, manure should be applied at 10-20 tons per hectare, depending on the fertility of the soil. Poultry manures, which are usually higher in nitrogen, should be applied at 5-10 tons per hectare. If manure is fully and properly composted, it can safely be applied at any time during the season. When using organic fertilizers, especially unprocessed manures, any material not finely textured is difficult to spread within an established berry hedgerow. Coarse-textured compost or manure is more easily applied if sieved or simply broken up with spading forks or shovels. It is estimated that over 20 kg of actual N is released over the course of the growing season for uptake by raspberry plants from 1 metric ton of cattle manure applied per hectare (ha). Compost or straw mixed with manure is also a valuable organic matter soil amendment, but supplies less fertility than pure manure. In established plantings, organic matter/manure should be added to the top of the soil-bed immediately after pruning the canes. The organic matter and manure can also be added to shallow furrows opened on both sides of the row, running parallel to the direction of the row about 45 cm away from the center. In new fields, the compost/manure is best applied to the row or raised bed and lightly incorporated into the top 10 cm of the soil prior to planting. It can also be applied to the row/bed after the plants have grown 8 cm or more. Manure/organic matter should be an integral part of

the annual raspberry fertilization program, but should not be the sole source of plant nutrients. Additional fertilization is needed from granular and/or liquid forms.

Granular fertilizer

The three elements required in the highest amounts by raspberry plants are nitrogen (N), potassium (K), and phosphorus (P). A small amount of N-P-K should be incorporated into the plant row several weeks prior to planting if the soil is low in organic matter or no manure has been applied. Approximately 3 kg of 10-10-10 fertilizer per 100 $m^2$ of plant row should be applied and incorporated 3-5 cm deep. Application of additional granular fertilizer should be delayed following planting until new growth has emerged, since young raspberry plants are susceptible to salt damage.

Approximately 150 kg/ha of actual N should be applied to primocane-type raspberries during the growing season. Phosphorous should be applied at the rate of 50 to 60 kg/ha of actual P per crop year. Potassium should be applied the rate of 100 to 120 kg/ha of actual K per year. In established primocane-type raspberry plantings, the granular fertilizer should be applied in multiple split applications, ideally as new growth begins, several more during vegetative growth, and another application at flowering. The nitrogen contribution from manure should be taken into account and the amount of granular or liquid fertilizer reduced accordingly. It is a good rule of thumb to assume that only 50% of the nitrogen in most manure or compost will be available during the year of application. (The availability of nitrogen in fresh poultry manure may be closer to 90% in the first year). Granular N fertilizer should be applied in a band 25-30 cm away from the plants and incorporated into the soil 5-10 cm deep.

Fertigation

About 25% of the total recommended amount of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) fertilizer, and all the micronutrients (if necessary), can be applied prior to forming the soil beds. The remaining N, P, and K should be fed to the crop via the drip irrigation system throughout the growing season. The fertigation system should be properly calibrated to apply the remaining N, P, and K not already supplied from granular and/or manure sources. In most fields, this will involve adding between 30 to 50 kg/ha of actual N, 15 to 20 kg/ha of actual P, and 30 to 40 kg/ha of actual K. A majority of the N, P, and K should be applied between new shoot growth and flowering.

In soils high in organic matter, all of the N, P, and K can be applied through the drip system with excellent plant growth and fruit yield. At least 50% of the N should be the nitrate form. Raspberry yields are typically higher when the majority of the N and K fertilizer is injected (fertigated) through the drip system compared to when all or the majority of N and K is applied from granular forms. Frequency of fertigation seems to be less important than the amount of actual fertilizer applied. However, applying small amounts of liquid fertilizer on a frequent basis can reduce potential problems with soluble salt injury. Generally, liquid fertilizer is added during a 1-2 hour fertigation period on a daily or every second day interval during the berry flowering and fruiting period. Commercial liquid fertilizer materials for injection often are mixed N and K solutions. Concentrated materials are easier to inject because shorter injection cycles are required to inject the same amount of fertilizer compared with a more dilute fertilizer solution.

To avoid clogging of the emitters, chemicals applied through the drip system must be highly soluble. If more than one material is used in preparing a stock solution for injection, the chemicals must not react with each other to form a precipitate. The chemicals must also be compatible with the elements they will come into contact with after injection into the irrigation water. Concentrated fertilizer solutions or those with very low or high pH may corrode copper,

zinc, and bronze alloys, and other metal parts of irrigation systems. Therefore, the components of the system that come in contact with corrosive solutions should consist of stainless steel, plastic, or other non-corrodable materials.

The following fertilizers are good sources of nitrogen during fertigation: ammonium nitrate, ammonium sulfate, calcium nitrate, urea, potassium nitrate, and ammonium phosphate. Raspberry growth response is quite similar between the various forms of nitrogen fertilizer, kg for kg, of nitrogen. Any of the common sources of potassium, i.e., the chloride, sulfate, or nitrate forms, may be used in drip systems. However, potassium sulfate and potassium nitrate are preferred over potassium chloride due to its potential salt toxicity on raspberry plants.

Phosphorus has been found to have considerable mobility in soil when applied through drip systems at low rates. Raspberries generally need phosphorus early, so it is important that the element be applied at planting, or very shortly after planting. Phosphate fertilizers injected into drip systems may react with calcium in irrigation water to form an insoluble precipitation that will clog emitters. However, proper management can prevent precipitation problems. To accomplish this, the phosphoric acid stock solution is acidified, either by mixing with sulfuric acid, or injecting sulfuric acid immediately after injection of phosphoric acid. Injection of the solution acidifies the irrigation water slightly and prevents precipitation of the phosphorus without causing any adverse effects in the soil.

Foliar Micronutrient Application

The desirable range for minor elements is quite narrow and more damage is possible if minor elements are applied in excess rather than from deficiencies. For this reason, do not apply micronutrients to raspberries unless leaf analyses or visible symptoms confirm a deficiency. If a specific minor element deficiency is identified and confirmed, foliar applications with the appropriate micronutrient should be sufficient to alleviate the disorder. Several foliar applications at intervals approximately 10 days apart may be necessary until symptoms disappear. A wetting agent should be used if it is not already included in the micronutrient formulation. Foliar applications of micronutrients should not be applied during flowering because of potential flower burn. Granular formulations of minor elements applied to the soil are generally not as effective as foliar sprays.

Leaf Analyses

In order to fine tune the fertilization program, growers should annually check the nutrient status of the raspberry plants. According to the tissue analyses results, changes in fertilization rates may be necessary. Approximately 5 young mature leaves (plus petioles) should be selected from each plant to obtain a representative sample for tissue analysis. Randomly selected plants from different parts of the planting should be tested. In addition, plants with deficiency symptoms should be tested to verify the abnormal appearance is nutritionally related. Optimum, below optimum, and excess concentration ranges for each element are listed in Table 1. The concentrations are on a dry weight basis. Reduced yields will occur if nutrient concentrations are below optimum or in excess.

Table 1. Categorization of nutrient concentrations in raspberry leaves.

| Element | Below Optimum | Optimum | Excess |
|---|---|---|---|
| Macronutrients (%) | | | |
| Nitrogen | < 2.2 | 2.8 | > 4.0 |
| Phosphorus | < 0.2 | 0.3 | > 0.6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Potassium | < 1.0 | 1.5 | > 3.0 |
| Calcium | < 0.5 | 0.6 – 2.5 | > 2.5 |
| Magnesium | < 0.3 | 0.4 | > 1.0 |
| Sulfur | < 0.3 | 0.4 | > 0.5 |
| Micronutrients (ppm) | | | |
| Manganese | < 20 | 80 | > 300 |
| Iron | < 30 | 50 | > 200 |
| Zinc | < 15 | 35 | > 80 |
| Copper | < 2 | 10 | > 40 |
| Boron | < 25 | 50 | > 80 |

Deficiency Symptoms

Nutritional status of raspberries can often be determined by appearance of the foliage. Symptoms of inadequate fertility are often revealed by characteristic deficiency symptoms. Each of the essential macro and minor elements has its own characteristic deficiency symptom. Visual diagnosis of plant deficiency symptoms is another tool experienced growers can use to adjust their fertilization regime to overcome nutritional limitations. Unfortunately, much damage to the crop is likely to have occurred by the time the deficiency becomes visible. However, the sooner a deficiency is corrected, the lower will be the damage suffered. Typical raspberry leaf nutrient deficiency symptoms are described in Table 2 and illustrated below (Figures 24-29).

Table 2. Raspberry leaf nutrient deficiency symptoms.

| Nutrient | Symptoms |
|---|---|
| Nitrogen | Pale green to yellow leaves with red coloration around the margins, but may extend over much of the leaflet surface (Figure 24). |
| Phosphorus | Leaves dull, lacking luster, bluish-green or purple colors. Purple discoloration especially noticeable on lower leaf surface. Poor growth. Small leaf size. |
| Potassium | Scorching and yellowing along leaf margins. Tanning and browning of blade tissue. Older leaves more severely affected. The leaves tend to curl backward, although the scorched margins turn forward (Figure 25). |
| Magnesium | Chlorosis of older leaves, primarily interveinal and along the margins. Necrosis if severe deficiency. |
| Calcium | Tipburn and puckering along the edge of the youngest leaves. |
| Sulfur | Pale green to yellow leaves. Similar to N deficiency, but no reddening. Small necrotic areas develop on the leaf blades in advanced stages of deficiency. |

| | |
|---|---|
| Iron | Yellowing and interveinal chlorosis of new leaves, leaving a green 'skeleton' of veins on leaf. Severe deficiency causes leaves to appear bleached white and brown areas develop between veins along leaf margins (Figure 26). |
| Manganese | Yellowing and interveinal chlorosis of new leaves. The yellowing begins near the leaf margin and progresses toward the midrib in a well-defined pattern. The older leaves remain green or less chlorotic. Scorching and upward turning of leaf blade margins in severe cases (Figure 27). |
| Zinc | Short internodes, small narrow leaves, and interveinal chlorosis with shoot and branch dieback. In advanced stages, small, narrow terminal leaves are arranged in whorls. This results in the typical "rosette" and "little leaf" deficiency symptoms. |
| Copper | Light green color of immature leaves. Interveinal areas become light green. Whitening or bleaching of upper leaf blade surface, with a pronounced green border. |
| Boron | Puckering and tip-burn of younger leaves, followed by yellowing of the margins and crinkling. Reduced growth of the growing point. Short, stubby, and darkened roots (Figure 28). |
| Molybdenum | Uniform yellowing of young mature leaves and necrosis of older leaves. Upward curling of leaf blade margins. |

Figure 24. Nitrogen sufficinet raspberry leaves and rows (left side) and N deficient leaves and rows (right side).

Figure 25. Marginal leaf scorch and intervenal browning of potassium deficient raspberry. Leaves tend to curl backward toward under surfaces, but scorched margins curl forward.

Figure 26. Iron deficiency is expressed as severe chlorosis of newer growth, followed by marginal and interveinal chlorosis.

Figure 27. Inter-veinal chlorosis of manganese-deficient raspberries.

Figure 28. Boron deficiency symptoms include death of growing point and branching of new shoots.

**Irrigation**

An adequate amount of water is needed in order to obtain vigorous raspberry growth and optimum yields. Lack of adequate water during fruit development will reduce berry size. Ideally, the water should be uniformly distributed throughout the growing season. Since this ideal situation of uniform water application is highly unlikely to occur from natural rainfall, it is very important to install an irrigation system.

The amount of water required by raspberries varies with weather conditions, plant stand, and plant vigor. However, the maximum or peak moisture-use rate is considered to be 0.5 to 0.8 cm per day. Raspberries obtain practically all their moisture from the top 60 cm of soil. Soils vary in the amount of water that they can hold in the top 60 cm. For example, well-drained sandy soils may hold only 5 cm of water, and loams may hold up to 10 cm. It is generally considered that irrigation should be started when 50 percent of the available moisture in the soil has been used. With peak-use rates, this situation will occur in five to 10 days, depending on the soil type and rainfall.

Drip irrigation is the preferred type for raspberry production and it should be installed soon after planting. Its advantages include low water and energy usage, a uniform moisture level, and no accentuation of fruit rots. Overhead sprinkler irrigation is not recommended for raspberry production, since it can accentuate the amount of foliar disease and fruit rot. Disadvantages of drip irrigation include the need for a clean water source, the need for periodic replacement, possible damage to the irrigation system from cultivation, and susceptibility to rodent damage.

The type of drip irrigation most suitable for raspberry production in Georgia is the pressure-compensated flexible tubing (i.e. T-tape) for hilly areas and the non-pressure compensated flexible tubing for flat production sites. This type of tubing oozes out water along its entire length (Figure 29). Various types of these systems have been laid on the soil surface, buried in the soil, or suspended from the upper trellis wire. If the material is buried in the soil, the trickle line is buried 10-20 cm deep to prevent damage from tillage equipment.

Figure 29. Drip irrigation of raspberries.

More expensive but durable systems are pressure-compensated emitters inserted into 1.3 cm laterals running the length of the raspberry row. The emitters typically deliver 2 to 4 liters of water per hour and are spaced 30 cm apart. These emitters range from small diameter plastic tubing inserted into the lateral line (the rate of flow being regulated by inside diameter and length of tubing) to adjustable flow self-cleaning, plastic emitters. All systems require a good water filter, regardless of the water source, and a pressure regulator.

The feel of the soil when squeezed into a ball in the hand can also be a useful irrigation guide. The soil sample should be taken from the depth of maximum rooting (about 15 to 25 cm). When the soil will not hold together in a firm ball when squeezed, the moisture content has dropped to a stage where irrigation should be started. A ball that is sticky when squeezed contains enough moisture. The timing and amount of water to apply can also be determined by using soil tensiometers. These small moisture probes should be pressed into the soil so the tip reaches a depth of 15 cm. Once the soil moisture at the 15 cm depth drops below 50% of field capacity, it is time to begin irrigating.

As a rough guide, raspberries require 2.5 to 3.8 cm of water per week, either from rain or irrigation, from bloom time until the end of harvest. However, the higher amount of 3.8 cm per week is necessary during fruit development. Raspberries grown inside protected structures such as greenhouses or high tunnels will require more water than open-field cultivation.

In considering how much water to apply, it is generally advisable to use enough to bring the available moisture in the top 60 cm of soil back to 100 percent. Remember that irrigation equipment is only about 75 percent efficient, so about 3.3 cm of water would need to be discharged from the irrigation system to supply 2.5 cm of available soil moisture. Water should not be applied at a rate faster than it can be absorbed by the soil. Also, excessive irrigation is wasteful, can be harmful to the raspberry plants, and should be avoided. It can result in soft fruit, which does not handle and ship well. It leaches nutrients, especially nitrogen, below the root zone. Excessive soil moisture also hinders aeration, normal root growth and development, and can lead to serious root disease problems.

**Pollination**

Raspberry flowers must be properly pollinated to obtain uniformly shaped fruit. Fruit development occurs rapidly, taking only 30-45 days for most raspberry cultivars. Raspberry fruits are clusters of drupelets attached to a central receptacle. If the fruit is of normal size, but has abnormally few drupelets with no deformed drupelets, then poor pollination should be

suspected. Poor pollination will also cause the fruit to be crumbly (Figure 30). Bees are responsible for 90 to 95 percent of raspberry pollination. Honey bees are responsible for most of this pollination, although bumble bees and other wild bees may serve more effectively during windy or cold weather.

Figure 30. Poor pollination (top row) results in deformed and crumbly fruit.

Placement of honey bee colonies is important in order to ensure adequate raspberry flower pollination. Five hives per hectare are recommended (Figure 31). Hives should be placed so that bee flight patterns are not against prevailing winds.

Figure 31. Five hives of honeybees per hectare is recommended for adequate pollination of raspberries.

Bumble bees provide the best method of pollination for raspberries grown inside greenhouses or high tunnel protected structures. They are superior to honey bees. Bumble bees are very fast workers, visiting twice as many flowers per minute as honey bees. They can carry larger loads because of their size and often achieve better contact with stamens. Bumble bees are much less dependent on climactic conditions than honey bees, which typically wait for the sun to begin flying. Bumble bees are still active at relatively low temperatures and low light intensity levels. They will fly in winds up to 70 km per hour whereas honey bees can only manage 30 km per hour. Another important advantage of the bumble bee is the absence of a communication system. Since honey bees inform each other of the presence of an attractive flower source outside

the raspberry crop, such as dandelions, they may decide to leave the raspberry field. Bumble bees do not have such a system of communication. Bumble bees can be purchased from Koppert Biological Systems. Tripol is the company's latest bumblebee hive design in natural pollination under its Natupol brand.

**Protected Structures**

Raspberry cultivation under protected structures (unheated plastic-covered high tunnels) is increasing worldwide (Figure 32). Although they provide some frost protection, their primary function is to elevate temperatures and create a micro-climate favorable to raspberry fruit production during the cooler fall, winter, and early spring. In addition to temperature elevation, there are also the benefits of wind and rain protection, soil warming, and in some instances control of insects, diseases, and predators such as rodents and birds. More effective manipulation of crop growth and significantly higher yields of marketable fruit can be obtained from production in protected structures. In addition, the amount of fruit rot can be significantly reduced due to less Botrytis disease. The benefit of protected structure culture is very apparent in those years which it rains frequently during the winter and spring. Another major advantage of protected structure culture of raspberries in Georgia is extension of the harvest season. The harvest period can be maintained during the cooler months of the year, which would not be conducive to open-field harvest of raspberries. This will provide a significant increase in the length of the raspberry marketing period in Georgia. In addition, significant improvements in market price may be attained due to the extension of the harvesting period.

Figure 32. High tunnel production of raspberries is rapidly expanding worldwide.

High tunnel production of raspberries offers potential increases in yield and fruit quality compared to open-field production. High tunnel production may be of particular value is where a premium market exists for high quality fruit produced with little or no pesticide use, and is also advantageous where a longer growing season is needed to allow more complete harvest of the fall-bearing raspberry crop.

High tunnels are generally quonset-shaped, constructed of metal bows that are attached to metal posts which have been driven into the ground about 60-cm deep. They are covered with one layer of 6-mil greenhouse-grade polyethylene, and are ventilated by manually rolling up the

sides each morning and rolling them down in early evening (Figure 33). There is no permanent heating system although it is advisable to have a standby portable propane unit to protect against unexpected below-freezing temperatures. The sides can be raised up to facilitate easy access into the tunnel of a small tractor and tiller.

Figure 33. Protected structure cultivation of raspberries.

Although the potential advantages of protected structure production of raspberries in Georgia are high, there are also several disadvantages which are not found in open-field culture. Powdery mildew is a disease favored by dry foliage and high humidity. Both of these conditions exist in high tunnels. Keeping air flowing through the tunnel when possible will minimize the likelihood of disease development. Two-spotted spider mites are typically a major pest in high tunnel production of raspberries. They can be controlled through the release of predatory mites, *Phytoseilius persimilis*. Mite populations can rapidly increase inside protected structures, so release of predatory mites should be done quickly following observation of two-spotted mites. Also, pollination of the flowers may be a limitation inside the high tunnels due to restrictive honeybee access. Use of bumblebee hives inside the high tunnel will resolve the potential pollination constraint.

**Pest Management**

Raspberries are plagued with a number of pests from the time of planting until after harvest. The principal pests are weeds, insects and mites, diseases, and nematodes. Familiarity with the symptoms of pest damage and frequent monitoring of the planting site is important to prevent serious outbreaks. Early identification of pest problems and utilization of appropriate control measures is necessary in order to achieve satisfactory fruit production and economic returns. Often a choice of control methods exist for the suppression of the pest, ranging from prevention by appropriate sanitation practices, to biological and chemical control. Effective pest management programs combine anticipation of potential problems with frequent monitoring and when necessary the timely application of appropriate crop protectants. Only Georgian-government approved pesticides should be applied. A number of crop protectants are available for minimizing raspberry pest pressure.

**Weeds**

Weeds compete with raspberry plants for water, soil nutrients, and light. In addition, they may harbor insects and diseases. Therefore, all weeds should be eliminated from within the row. The area between rows can be kept vegetation free by cultivation (Figure 34) or under a low

growing ground cover. The weeds within the row are typically removed manually by pulling or hoeing. The herbicide napropamide (Devrinol) is an effective pre-emergent chemical treatment against many annual grass and broadleaf weeds found in raspberry fields. The weeds between rows can be removed manually or by cultivation. Raspberry roots are shallow and cultivation should not be deeper than about 1 cm in order to avoid injuring the roots. Raspberries have an extensive shallow lateral root systems and deep tillage between rows must be avoided to prevent root damage and increased susceptibility to crown gall through plant wounds.

Figure 34. Removal of weeds within and between raspberry rows.

Controlling perennial weeds before planting raspberries is very important. It will minimize competition with the berry plants during establishment and production. Uncontrolled weed growth in the planting will increase disease problems by minimizing the amount of air movement through the plants, thereby maintaining higher moisture levels on the foliage and stems of the crop. Furthermore, some disease-causing organisms (Verticillium wilt fungus, crumbly berry virus) can build up on certain broadleaf weeds in the planting. Difficult to control perennial weeds may be killed by careful spot treatments of the systemic herbicide glyphosate.

Wild raspberries and blackberries are a source of disease inoculum and must be completely eliminated from the planting site and immediate surroundings prior to planting.

**Insects**

Numerous insect pests may attack raspberries. This includes a wide range of chewing and piercing-sucking insects. All tissues are susceptible to insect damage, including the roots, canes, stems, leaves, flowers, and fruit. The most common raspberry insects and their control are described below.

Raspberry Beetle (Raspberry Fruitworm)

The raspberry beetle (*Byturus tomentosus*), also known as the raspberry fruitworm, is a major pest of raspberries throughout Europe (Figure 35). The adult beetles over-winter in the soil and emerge in spring before raspberry flowers have opened. They initially feed on the leaves of the growing tips of young primocanes and can cause extensive damage to the foliage. The larvae

also cause damage by browsing on the surface of the fruit or tunneling into the receptacle. Damaged fruit may become infected with Botrytis gray mold, reducing the market life of the ripe fruit.

Figure 35. Adult raspberry beetle feeding on a flower bud (left and left-center), leaf (right-center), and larvae stage feeding on the fruit (right).

Monitoring tools are available for determining the raspberry beetle population in the field. They consist of white sticky traps (Rebell Bianco) placed at random locations in the raspberry planting (Figure 36). Daily monitoring of the raspberry beetle sticky traps allows growers to determine what treatment, if any, is required for control of the beetle. More than 2 beetles found per trap per day is typically the threshold level in which to begin control. Control usually involves application of an insecticide just before the first flowers open to kill the adults, followed by a second application in the interval between 80% petal fall and the first pink fruit stage. Insecticides that provide good control of the raspberry beetle include malathion (Malathion), carbaryl (Sevin), diazinon (Diazinon), acetamiprid (Assail), bifenthrin (Brigade, Capture), imidacloprid (Admire), thiamethoxam (Actara), esfenvalorate (Asana), and fenpropathrin (Danitol).

Figure 36. White sticky traps (Rebell Bianco) used to monitor raspberry beetle population.

Obliquebanded Leafroller (*Choristoneura rosaceana*)

Adult obliquebanded leafroller moths are bell-shaped and have a wingspan of 20-25 mm. The tan forewings are crossed at oblique angles with two chocolate-brown bands. Mature larvae

are about 25 mm long and are yellowish-green with dark brown or black heads (Figure 37). Young larvae are tan in color. Eggs are laid on leaves in a greenish patch of up to 200 eggs. Obliquebanded leafroller larvae feed on raspberry foliage and fruit. Foliar injury is generally minor; however, feeding on the fruit can cause significant economic damage. Feeding damage from leafrollers typically occurs on new leaf growth. Symptoms appear as twisted, curled masses of young leaf tissue. Inside the folded tissue is often a small dark green larva with a black head and thoracic shield. When fully grown, the larva usually folds over a part of a leaf, forming a cavity in which it pupates. Larvae also feed within berries and may not be noticed until harvest time.

Figure 37. Obliquebanded leafroller larva (left) and adult (right).

Pheromone lures are available for monitoring adult male flight and populations in the raspberry planting. The insecticides which give good control of the obliquebanded leafroller include carbaryl (Sevin), bifenthrin (Brigade, Capture), spinetoram (Delegate), spinosad (Entrust, Success), chlorantraniliprole (Altacor, Coragen), and tebufenozide (Confirm).

The bacterial biological control agent *Bacillus thuringiensis* (Javelin, Dipel) also performs well in reducing obliquebanded leafroller populations. *Bacillus thuringienses* (B.t.) is a highly selective bacterium that produces a stomach poison, killing only larvae of Lepidoptera insects (loopers, worms, caterpillars) after they feed on the raspberry leaves. It may take several days before the insects die. B.t.'s work much slower than standard insecticides. Timing of application is critical to success with B.t.'s. Also, B.t.s do not remain effective for very long after application. B.t.'s. are sensitive to sunlight and break down in 5 to 7 days. B.t. products are not harmful to beneficial insects or predators.

Orange Tortrix Leafroller (*Argyrotaenia francisana*)

The orange tortrix larvae are light brown to yellow-green with a brown head. Full grown larvae are typically about 20 mm long, but can be as small as a 2-3 mm. When disturbed, they wiggle backwards and drop to the ground on a silken thread. Rolled leaves webbed together form a protective nest indicating the presence of leafroller larvae. Adult moths are tan or gray with darker mottling on the forewings (Figure 38).

Figure 38. Orange tortrix larva (left) and adult (right).

The larvae overwinter in canes and dried leaves and may feed during warm periods in the winter. The larvae become active in the spring. Adult moths emerge in late spring to lay eggs. The hatch of the first summer brood often coincides with harvest and the larvae can cause significant fruit damage. There are typically 3 or 4 overlapping generations of orange tortrix per year.

Various insecticides perform well in controlling orange tortrix, including carbaryl (Sevin), bifenthrin (Brigade, Capture), spinetoram (Delegate), spinosad (Entrust, Success), chlorantraniliprole (Altacor, Coragen), tebufenozide (Confirm), and fenpropathrin (Danitol). The bacteria Bacillus thuringiensis (Javelin, Dipel) also works provides control of orange tortrix.

Raspberry Sawfly (*Monophadnoides geniculatus*)

The adult sawfly is a small (6 mm) black insect with a yellow band on the abdomen and clear wings. Adults emerge in spring and lay eggs in leaf tissue at the same time as flowering occurs. Larvae begin feeding on the underside of leaves, flower buds, young fruit and growing shoots. Larvae are light-green and covered with white bristles. The larvae have what appear to be many legs (3 pairs of true legs and many leg-like appendages). After feeding for several weeks, they reach a length of 10-18 mm (Figure 39).

Figure 39. Raspberry sawfly larva (left) and adult (right).

Damage usually consists of feeding on the leaves in the form of small holes (Figure 40). Occasionally, heavy infestation occurs and leaves are completely skeletonized leaving only the leaf veins. Visual inspection for the larvae in early summer will indicate whether numbers are high enough to warrant control. Control decisions should be based on the amount of leaf damage.

Holes in the occasional leaf can be ignored, but if leaf skeletonization has occurred on 20% or more of the foliage, insecticides should be applied.

Figure 40. Feeding damage on foliage from raspberry sawfly.

Insecticides that provide good control of sawfly include carbaryl (Sevin), imidacloprid (Admire), and spinosad (Success, Entrust).

Grubworms

Several species of grubworm (Coleoptera species) can attack raspberries. Adults are brown beetles about 12 to 18 mm long with shiny wing coverings and a silvery abdomen. They are active for about two weeks after emerging, but are inconspicuous because they are poor flyers. Eggs are laid in the soil about 3 to 6 cm deep and hatch in 3 to 4 weeks. The larvae feed on plant roots for two years before pupating. Mature larvae are large, thick-bodied dirty white grubs about 24-36 mm long with a swollen abdomen and prominent legs near the brown head (Figure 41). When dug from the ground, the larvae always lie in a curved position forming the letter C.

Figure 41. Larvae stage of white grubworm.

Damage to the raspberry plant results from white grubs destroying root hairs and chewing the bark and cortex from larger roots. Larvae feeding causes foliage to turn reddish-brown and fruit to become small and seedy. Injured plants decline slowly as their root systems are destroyed. They eventually wilt and die. In some cases, the raspberry plants are completely cut off just below the crown. Field damage is characterized by gradually expanding areas of dying plants. Larvae are frequently found in the root zone upon digging the plants. White grubs typically enter the soil by incorporation of unsterilized farmyard manure.

Calcium chloride mixed into the manure piles will significantly lower white grub inoculum by desiccating the larvae. Another method of control includes using light blue water traps to attract and kill the adult beetles. Application of the insecticides diazinon (Diazinon), bifenthrin (Brigade, Capture), or imidacloprid (Admire) as soil drenches also provide control of white grubs.

Crown Borer (*Pennisetia marginata*)

Loss of vigor and spindly canes are the typical symptoms of crown borer damage on raspberry plants. During the harvest season, crown borer infested raspberry canes wilt and begin to die, often with half-grown fruit still attached. Infested canes will break away easily, revealing the borer damage. At times, a larva will be found in the portion of the cane that broke off. Telltale signs of crown borer damage are girdled roots and crowns, and cavities burrowed into the exterior of the crown.

The crown borer lays eggs individually on the underside of the leaflets in late summer. The larvae migrate to just below soil level at the base of a cane and bore galleries into the crown area, causing extensive damage. A plant that is infested with crown borer larva will begin to visibly wilt because of the damage to the vascular tissue. A hole at the base of the plant in the crown with sawdust-like frass at the entrance is also indicative of crown borer activity.

Young larvae are small and white with a light-brown head. They increase in size as they mature, elongating to 25-30 mm long. The adult (Figure 42) is a clear-wing moth that has a black body with four yellow horizontal stripes, resembling a yellowjacket wasp. The legs are yellow, and the feathery antennae curve outward from the head, unlike the short antennae of a yellowjacket wasp.

Figure 42. Raspberry crown borer adult (left) and larva (right).

The best way to manage the crown borer is to prevent its intrusion into the raspberry field using good production practices and proper field sanitation. Wild raspberries and blackberries near the field should be eliminated, since they are potential host plants for crown borer. In the event the crown borer establishes itself in the field, a soil drench of the insecticides bifenthrin (Brigade, Capture) or diazinon (Diazinon) to the crown area provides effective control. In addition, the insecticide chlorantraniliprole (Altacor, Coragen) works well in controlling the raspberry crown borer.

Cane Borer (*Oberea bimaculata*)

Cane borers are slender beetles, about 1.3 cm long, with antennae as long as the body. The beetles are black except for a section behind the head that is bright orange with two or three black spots. The female beetles deposit their eggs singly in the pith of tender new raspberry canes, about 15 cm below the tip of the cane. The beetle makes two characteristic rows of punctures that encircle the cane about 1.8 to 2.5 cm apart. An egg is deposited nearer the lower row. The girdling of the cane causes the tip to wilt. When the eggs hatch, the larvae tunnel towards the base of the cane. The cane is weakened and usually dies before the fruit matures. The telltale signs indicating the presence of the cane borer in a planting are wilted shoot tips 12 to 20 cm back from the tip (Figure 43).

The best cultural control practice is the destruction of the canes that show characteristic injury. If pruning is done within a few days after the wilted tips appear, only 25 mm or so below the wilted portion of the tip needs to be removed. Inspect the cut surface of cane; if there is evidence of borer damage below the cut, continue cutting off short sections until all bored area has been removed. All prunings should be burned to destroy the insect inside. Also, destroy any nearby wild raspberry/blackberry plants.

Figure 43. Wilting of the upper part of a raspberry cane due to cane borer damage.

The recommended insecticides for controlling raspberry cane borer are chlorantraniliprole (Altacor, Coragen) and acetamiprid (Assail).

Red Necked Cane Borer (*Agrilus ruficollis*)

Another type of cane borer that attacks raspberries is the red-necked cane borer. Adults can be identified by the reddish thorax section behind their head. The rest of the body is black and they are about 6 mm long (Figure 44). Characteristic injury caused by these borers is a swelling of the cane that can be from 0.6 to 7.6 cm long, and can occur at any place on the cane. The cane usually is weakened or breaks off at the swelling. The creamy-white larvae, approximately 1.8 cm long, have a pair of darkly colored forceps-like prongs on the abdomen. The young larvae bore into the cane and make winding tunnels around the stem that splits the bark. The girdling of the stem causes a swollen area or gall. After girdling the stem, the larva bores into the stem and lives in the pith. It eventually pupates and finally emerges as an adult. The major damage is done by the larvae as they girdle the canes. This girdling weakens the canes and, as a result, fruit production is limited from infested canes. In extreme cases, the cane may be killed outright.

Red necked cane borer populations in a raspberry field can be reduced by cutting out and removing infested canes. The recommended insecticide for controlling red necked cane borer is chlorantraniliprole (Altacor, Coragen).

Figure 44. Red necked cane borer adult (left) and feeding damage symptoms on cane (right).

Aphids (*Aphis rubicola, Amphorophora agathonica*)

Aphids are tiny (2 to 10 mm long) pear-shaped, soft-bodied insects with small heads and a pair of cornicles or “exhaust pipes” (Figure 45). Most aphids are found feeding on new shoots and buds, the underside of young leaves and on petioles. Aphids are piercing-sucking insects, removing nutrients from the tissue. Their feeding can spread disease, notably viruses. These viruses can in turn stunt plant growth, distort and discolor leaves, and decrease flower and fruit production. The two most important aphid-transmitted viruses are raspberry mosaic, transmitted by the large raspberry aphid, and raspberry leaf curl, transmitted by the small raspberry aphid. Aphid feeding can also cause the petioles of leaves to twist and curl.

Aphids overwinter as eggs, which hatch in the spring. The young aphids mature to be winged or wingless females, which give birth to living young during the summer. The winged form is capable of flight and can spread over great distances. In order to reduce the likelihood of virus disease it is very important to eliminate wild raspberries/blackberries near the planting site

and all virus-infected cultivated raspberries. It is also absolutely essential to plant only certified virus-free transplant material.

Figure 45. Adult and nymphal stages of aphids.

Insecticidal sprays are used to control aphids when leaf sampling indicates they are reaching harmful levels. Randomly sample leaves from different areas of the raspberry planting and calculate the percent of leaves that have aphids. Insecticides should be applied if the aphid infestation level reaches 30 percent. Insecticides that provide good control of aphids include malathion (Malathion), acetamiprid (Assail), bifenthrin (Brigade, Capture), imidacloprid (Admire), thiamethoxam (Actara), esfenvalorate (Asana), and fenpropathrin (Danitol). In addition, predator insects such as green lacewing larvae, convergent lady beetle, and several species of parasitic wasps attack aphids and serve as good biological control agents.

Leafhoppers (*Homoptera* species)

Adult leafhoppers are light green or white and about 3 mm long (Figure 46). They fly quickly when disturbed. Young nymphs are tiny, light green, and easily identified by the habit of moving sideways when disturbed.

Figure 46. Adult leafhoppers may be light green or white in color.

Leafhoppers rest on the undersides of leaves and fly actively on warm days. Leafhoppers damage raspberries by sucking on leaf tissue and removing solutes from the cells, which reduces

plant vigor. Heavily infested leaves are speckled with white markings. Leafhopper feeding also causes the upper leaves to curl up, develop a yellowish cast, and reduce plant growth. Leafhoppers do not feed on fruit, but can contaminate it with small amounts of waste material.

Insecticides that provide good control of leafhoppers include malathion (Malathion), acetamiprid (Assail), bifenthrin (Brigade, Capture), imidacloprid (Admire), thiamethoxam (Actara), esfenvalorate (Asana), and fenpropathrin (Danitol).

Spider Mites (*Tetranychus urticae*)

Spider mites are typically a severe pest of raspberries during extended periods of hot, dry weather. They are also likely to be a major pest on raspberries grown inside greenhouses or high tunnels. Spider mites damage the foliage as a result of their rasping and sucking style of feeding. Damaged leaves typically have a speckled appearance. Another symptom of spider mites is their ever-present webs on the lower surface of the leaf. With a 10X hand lens, eggs, webs, cast skins, and all stages of the spider mite can be observed on the underside of an infested leaf.

The adult female spider mite has eight legs and is about 0.5 mm in length. Body color ranges from straw-colored to green, brown, or orange. The male aphid is smaller than the female. Males have a narrow body, pointed abdomen, and a length of about 0.3 mm. With a hand lens, two dark spots can be observed on either side of the adult two-spotted spider mite's body and two red eyespots on the head (Figure 47). The life cycle of a spider mite from egg hatching until the adult stage ranges from 19 days at 13°C to 5 days at 23°C. Very high populations can build in a short time if conditions are right.

Figure 47. Adult two-spotted spider mites (left) and nymphs (right).

Spider mites feed by sucking solutes from the leaves. Feeding by spider mites on berry foliage results in a whitish-gray stippling of the leaf surface (Figure 48). In heavy infestations, the undersides of the leaves will have silken threads spun across the surface. Mites are more prevalent during hot, dry periods, and injury is exacerbated if soil moisture is low. As the mite population grows and feeding progresses, leaves turn yellowish-brown to bronze before drying

up and falling off.  Feeding by two-spotted spider mites reduces plant vigor, fruit yield, and size.

Figure 48. White stipling and bronzing symptoms of raspberry leaves infested with spider mites.

The key to successful management of two-spotted spider mites is to monitor populations and to initiate control measures in a timely manner. Once the population is high, much damage has already been done to the raspberry plant and the mite population will be difficult to reduce. Pruning and removal of the floricanes immediately after harvest in the mid-summer will reduce the buildup of two-spotted spider mite inoculum. Controlling dust by watering dirt roads is also an effective way to limit the dispersion of two-spotted spider mites.

An effective biological control agent of two-spotted mite is the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Figure 49). Phytoseiulus grows best at temperatures between 16-27°C. It will not survive well at temperatures above 38°C. This predatory mite may be purchased and released in fields for control of two-spotted mites. The predator persimilis mite should be released early in the season before the foliage on the canes fills in the row. Between 25,000-35,000 persimilis mites should be released per hectare for effective biological control of two-spotted mites.

Figure 49. *Phytoseiulus persimilis* predator mite.

No precise treatment thresholds have been established for two-spotted mites in raspberries. The raspberry planting should be monitored to keep track of spider mite populations as well as predatory mite populations. A ratio of 1 predator to 10 two-spotted mites is considered favorable for biological control.

The recommended miticide for control of two-spotted spider mites is bifenazate (Acramite). Horticultural oils, neem oil (Trilogy), and hexythiazox (Savey) can also reduce the spider mite population in a raspberry planting if good spray coverage occurs during application, particularly to the undersides of the leaves. Crop oil based materials require direct contact of the product on body of the spider mite.

Cane Midge (*Resseliella theobaldi*)

Cane midge larvae feed on raspberry plants and are associated with the disease complex known as midge blight. Larvae overwinter in the soil in cocoons and emerge in the spring. Eggs are laid in splits and wounds in the bark at the base of the canes. The midge larvae feed on cortical tissue protected by the covering of bark (Figure 50). Fully fed larvae drop to the soil and pupate. An additional 2-4 generations may develop throughout the summer and early autumn. If the first generation midges find adequate feeding sites and develop successfully, the second and subsequent generations can be very large. Also, fungi can infect the midge feeding sites and add further stress to the cane, which may result in plant death during the following winter.

The recommended control strategy is to apply a high volume spray of chlorpyrifos (Lorsban) insecticide to the bottom 60 cm of young canes when the midge begins to lay eggs in the spring. The first application should be made when small longitudinal splits are found on young canes. A repeat application should be made 10 to 14 days later, just before flowering.

Figure 50. Cane midge larvae and feeding damage on raspberry canes.

Whiteflies (*Bemesia tabaci*)

Whiteflies may be a serious insect pest on raspberries grown inside protected structures. Adult whiteflies occur in dense colonies on the leaf undersides and fly when the leaves are

disturbed. The adult is a tiny, white insect about 1.5 mm long (Figure 51). It has four wings that are held parallel to the top of the body and covered with white wax. Adults lay masses of minute, elliptical eggs on the undersides of leaves. After hatching, the whitefly larvae goes through four development stages, the last of which is often called the pupal stage and is most identifiable by long, waxy filaments around the margin of the body and red eyes. Development of the whitefly from egg to adult takes as little as 18 days, if temperatures are between 27- 32°C.

Figure 51. Various stages of whitefly development.

Whiteflies tend to favor succulent, actively growing plant tissue. They damage plants by feeding on the sap, which reduces plant vigor. Although whiteflies are capable of transmitting viruses, they have not been associated with any significant virus outbreaks in raspberries as of yet.

Insecticides that provide good control of whiteflies include acetamiprid (Assail), bifenthrin (Brigade, Capture), imidacloprid (Admire), thiamethoxam (Actara), esfenvalorate (Asana), and fenpropathrin (Danitol). Also, whiteflies can be kept under control using parasitic wasps and general predators. Their natural enemies include big eyed bugs, minute pirate bugs, lacewing larvae, Encarsia formosa, and parasitic wasps. Minimizing dust by keeping field roads watered also allows biological control to work more effectively. Another effective method of whitefly control is to use yellow sticky traps scattered throughout the field to attract whiteflies.

A summary of the effectiveness of different recommended insecticides in controlling various insect and mite pests on raspberries is shown below.

**Insecticide Effectiveness in Controlling Raspberry Insects and Mites**

| **Insecticide** | | **Insect** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Common Name | Trade Name | Aphids | Leafrollers | Leafhoppers | Borers | Weevils | Grubworms | Spider Mites |
| bifenazate | Acramite | | yes | yes | | | | yes |
| chlorantraniliprole | Altacor, Coragen | | yes | | yes | | | |
| spinosad | Success, Entrust | | yes | | | | | |
| diazinon | Diazinon | | | | yes | yes | yes | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| imidacloprid | Admire | yes | | yes | | yes | yes | |
| acetamiprid | Assail | yes | | yes | yes | yes | | |
| bifenthrin | Brigade, Capture | yes | yes | yes | yes | yes | yes | |
| thiamethoxam | Actara | yes | | yes | | yes | | |
| esfenvalorate | Asana | yes | | yes | | yes | | |
| fenpropathrin | Danitol | yes | yes | yes | | yes | | |
| malathion | Malation | yes | | yes | | yes | | |
| carbaryl | Sevin | | yes | | | yes | | |
| spinetoram | Delegate | | yes | | | | | |
| tebufenozide | Confirm | | yes | | | | | |

**Diseases**

The most common raspberry diseases are caused by fungi, although viruses and bacteria may be the responsible for some diseases. Many factors influence the incidence and severity of raspberry diseases, including cultivar, plant vigor, growth stage, environmental conditions, cultural practices, and plant density. The use of planting material free from known pathogens, proper field sanitation practices, the continuous monitoring of diseases, and the use of crop protectants are very important procedures to follow in raspberry production. Proper site selection is critical to developing a successful disease-management program. The soil must be well drained in order to avoid serious problems with root rot. Sites with poor air circulation that tend to accumulate damp air should be avoided. Proper pruning and thinning practices to open the plant canopy will greatly increase the efficacy of the crop protectants (e.g. fungicides) by allowing better spray penetration and promoting faster drying of the plant. The fungicides which provide effective disease control are listed under the specific disease. However, the use of any of these fungicides should be based on whether they are legally permitted in Georgia and the destination country, if the raspberries are exported.

The principal diseases of raspberries in Georgia and methods for their control are described below.

Phytophthora Root Rot (*Phytophthora* species)

Phytophthora root rot is one of the main diseases affecting raspberries. It is caused by several different species of soil-borne fungi belonging to the genus Phytophthora. Resistant spores of this fungus can persist in the soil for many years. The fungus requires high levels of moisture for reproduction. Wet soil conditions or poorly drained soils favor the development of the disease, and it most commonly occurs in low-lying areas of the planting site. Raspberry plantings should only be established in well-drained soils. Establishing the raspberry planting on raised beds should be done in all poorly drained areas. It is also imperative to obtain clean transplanting stock free of Phytophthora from a certified nursery. Raspberry cultivars vary in their susceptibility to Phytophthora root rot.

Symptoms of Phytophthora root rot are first noticed when the canes wilt and the shoot tips die back. Leaves of infected canes turn yellow prematurely or appear scorched along the margins and between the veins. Sometimes a reddening occurs in patches inside the chlorotic region. Infected canes have weak lateral shoots and are stunted. Apparently healthy canes may suddenly decline and collapse during the late spring or summer (Figure 52).

Figure 52. Leaf yellowing and scorched margins are early symptoms of Phytophthora root rot.

Below ground symptoms vary from slight necrosis of young rootlets to extensive necrosis that turns the crowns and main roots reddish-brown. Raspberry rows that are infected with Phytophthora are low in vigor and have a sparse plant stand. The root system of affected canes must be examined to diagnose Phytophthora root rot. Infected roots have a characteristic red-brown color and lack fibrous roots, whereas healthy roots appear white and have an abundance of fibrous roots. If the outer surface is scraped from the crown or main roots of recently wilted plants a reddish brown color can be seen with a distinct line where infected and healthy tissues meet. Infected tissue will eventually turn dark brown as the tissue decays.

As Phytophthora disease progresses, affected canes wilt and die. Infected plants frequently occur in patches, which may spread along the row if conditions remain favorable for disease development (Figure 53).

Figure 53. Phytophthora root rot spreading down a row of susceptible raspberry plants.

Growers should monitor their fields for Phytophthora and remove all plants showing any symptoms. Dig out the diseased plants, including roots, and dispose of them away from the planting site. In established plantings, where more than 10 percent of the plants show visible Phytophthora symptoms, removal of infected plants probably will not resolve the problem. In this case of more than 10 percent field infection, continuing to maintain the planting will likely be unprofitable.

The systemic fungicide mefenoxam (Ridomil Gold) is effective against Phytophthora rot. It should be applied as a soil drench within the raspberry row. The Phytophthora root rot fungus is perennial in the soil, thus fungicide applications must be repeated each year to maintain disease control. Another effective systemic fungicide against Phytophthora is fosetyl-Al (Aliette). It should be applied to the foliage and is absorbed by the leaves and then moved down to the roots. It is most effective if applied later in the season (from late summer to fall), when plants are translocating carbohydrates down to the crown and roots for storage.

Spur Blight (*Didymella applanata*)

Spur blight is a common fungal disease on raspberries in most parts of the world. Symptoms on appear in late spring or early summer as chocolate-brown, dark-blue, or purplish spots or bands on new canes and petioles. These lesions enlarge until the cane is girdled. By late summer, canes may crack and split lengthwise, at which time the reproductive, pimple-like, black fruiting structures of the fungus can be seen. These structures overwinter and the following spring discharge spores into the air or may ooze to the surface of the stem during wet periods. Symptoms on leaves appear as chocolate-brown, angular, or wedge-shaped areas on the lower leaves (Figure 54). The effects of spur blight are reduced plant vigor, die-back of laterals, lower fruit yields, and an increase of susceptibility of the canes to winter injury.

Figure 54. Typical symptoms of spur blight include wedge-shaped lesions on lower leaves (left) and necrotic areas surrounding buds on the lower portion of the cane (right).

The recommended fungicides for control of spur blight include captan (Captan) , captan plus fenhexamid (Captevate), pyraclostrobin (Cabrio), pyraclostrobin plus boscalid (Pristine), copper hydroxide (Kocide), azoxtrobin (Abound), thiophanate-methyl (Topsin-M, Senator), and

famoxadone plus cymoxanil (Tanos). In addition, an application of calcium polysulfide (Lime Sulfur) at the delayed dormant stage in the early spring (1 cm green tip) will reduce the level of inoculum of spur blight. Also, adequate cane thinning to allow for sufficient air movement through the hedgerow will help to reduce the amount of spur blight.

Cane Blight (*Leptospaeria coniothyrium*)

Cane blight attacks developing raspberry canes and results in patchy brown lesions on the cane (Figure 55). The fungus invades through wounds. Dark brown to purplish cankers form on new canes where wounds are present. The cankers enlarge and extend down the cane or encircle it, causing lateral shoots above the diseased area to wilt and eventually die. Black reproductive fungal bodies develop within the brown cankered bark. In wet weather, large numbers of microscopic spores ooze and give the bark a dark-gray, smudgy appearance. During winter, infected canes commonly become cracked, brittle, and easily snap off. Wilting and death may also occur on the side branches of infected floricanes, typically between blossoming and fruit ripening. Early cane blight infections may resemble spur blight; however, cane blight usually covers the whole stem and is not confined to the leaf node areas as with spur blight.

Figure 56. Brownish lesions of cane blight on first year raspberry cane.

Cultural practices that create an open plant canopy, improve air circulation, increase light penetration, and speed the drying of plant surfaces after rain aid in the control of the disease. Avoid excess nitrogen fertilization and eliminate weeds in order to maintain an environment less susceptible to cane blight. Control of cane blight can be achieved by reducing or avoiding mechanical damage and injury to the canes. All floricanes should be removed after harvest and insect pests should be controlled to reduce cane injuries. Cane blight readily infects weak plants, therefore it is important to maintain healthy vigor through a good nutritional and pest management program.

The recommended fungicides for control of cane blight include captan (Captan) , captan plus fenhexamid (Captevate), pyraclostrobin (Cabrio), pyraclostrobin plus boscalid (Pristine), copper hydroxide (Kocide), azoxtrobin (Abound), and thiophanate-methyl (Topsin-M, Senator), and famoxadone plus cymoxanil (Tanos). In addition, an application of calcium polysulfide (Lime Sulfur) at the delayed dormant stage in the early spring (1 cm green tip) will reduce the level of inoculum of cane blight.

Yellow Rust (*Phragmidium rubi-ideae*)

Yellow rust may be a serious disease of raspberries grown in Georgia during periods of prolonged cool, wet weather. Small pustules filled with yellow to orange powdery spores are formed on the top and underside of infected leaves (Figure 57). Flower calyces, petioles, and fruit at all stages of development may be attacked. On fruit, pustules develop on individual drupelets, producing yellow masses of spores, which make the berries unattractive and unacceptable for fresh market sales. Pruning canes to the proper density will allow for better air circulation and will be helpful in controlling this disease. Warm, dry weather will halt the spread of the disease. Cultivars differ in susceptibility to yellow rust.

Figure 57. Leaf rust on underside of raspberry leaf (left) and on ripe fruit (right).

The recommended fungicides for control of yellow rust include myclobutanil (Rally), pyraclostrobin (Cabrio), pyraclostrobin plus boscalid (Pristine), propiconazole (Orbit), and triadimefon (Bayleton). In addition, an application of calcium polysulfide (Lime Sulfur) at the delayed dormant stage in the early spring (1 cm green tip) will reduce the level of inoculum of yellow rust.

Anthracnose (*Elsinoe veneta*)

Anthracnose is a common fungal disease of raspberries. The disease infects the canes, leaves, fruit, and stems of berry clusters. Losses result from defoliation, a general stunting and decrease in cane vigor, and a reduction in fruit yield and quality. Infected canes are more susceptible to winter injury and other diseases.

Anthracnose often appears on the upper leaf surface in early to mid-summer and symptoms are irregular, yellowish-white spots about 1.5 mm in diameter. The spots gradually enlarge and develop a reddish purple margin around a light-gray center (Figure 58). The infected leaf tissue may drop out, producing a "shot-hole" effect. Severe leaf infection may cause premature defoliation. Symptoms of anthracnose on young canes include the appearance of small, roundish, slightly raised, purple lesions. These lesions enlarge and become oval-shaped. The centers become somewhat sunken and pale-buff to ash-gray in color, with the margins somewhat raised and purple. If the lesions are numerous, they merge and cover large portions of the cane, giving a gray bark appearance. As cane infections progress, lesions become sunken, cracked, and very rough. Infected canes dry out, weaken, and often die during the winter or break off during fruiting. Fruiting stems infected with anthracnose become curled and crack. The fruit

produced on these stems is small, hard, dry, and seedy. In rainy weather, individual berry drupelets become rusty-brown, scabby, and shrunken.

Figure 58. Anthracnose symptoms on raspberry canes and leaves.

Fungicides that provide the best control of anthracnose include azoystrobin (Abound), pyraclostrobin (Cabrio), captan plus fenhexamid (Captevate), cyprodinil plus fludioxonil (Switch), famoxadone plus cymoxanil (Tanos), propiconazole (Orbit), and boscalid plus pyraclostrobin (Pristine). Additional control treatments include late dormant applications of calcium polysulfide (Lime Sulfur) prior to bud break in the spring. Copper hydroxide (Kocide) also works well in suppressing anthracnose.

Septoria Leaf Spot (*Septoria rubi*)

Several types of leaf spot disease are commonly found on the foliage of raspberries in Georgia. One type of leaf spot is caused by the Septoria fungus and appears on the upper surface of the leaf as white, gray, or tan spots (Figure 59). Sometimes the center of the spot falls out, leaving a shot-hole appearance to the leaf. Heavily infected leaves may abscise prematurely, increasing the canes susceptibility to winter injury. The tan, circular spots on the upper leaf surface are commonly confused with symptoms of anthracnose.

Figure 59. Small brown spots with a white center on a Septoria-infected raspberry leaf.

Recommended fungicides for control of Septoria leaf spot include propiconazole (Orbit), axoxystrobin (Abound), pyraclostrobin (Cabrio), captan plus fenhexamid (Captevate), boscalid plus pyraclostrobin (Pristine), and famoxadone plus cymoxanil (Tanos). Copper hydroxide (Kocide) also works well in suppressing leaf spot.

Sphaerulina Leaf Spot (*Sphaerulina rubi*)

Another common leaf spot disease of raspberries in Georgia is caused by the fungus Sphaerulina and is frequently observed in mid-to late summer. Leaf spot symptoms include the formation of small brown spots on the leaves (Figure 60), about 3-4 mm in diameter. Eventually the leaf may turn yellow, brown, and then abscise. Sphaerulina leaf spot is most commonly observed on the lower part of the cane where conditions are more favorable for disease development due to the more humid micro-environment. Lesions also occur on the canes and petioles and are similar to those on leaves but more elongate.

Figure 60. Raspberry leaves severely infected with Sphaerulina leaf spot.

Young leaves are highly susceptible to this disease. Initial infections appear as dark-green circular spots on the new leaves. As leaves get older, the spots become light tan to gray in color. Severe infections cause leaves to fall off in late summer and early fall. This makes the canes more susceptible to winter freezing injury. Proper cane thinning to increase air circulation within the row is an effective method to reduce the severity of leaf spot. Since this fungus thrives under high humidity conditions, promoting faster drying of leaves and canes after a rain can reduce the chances of infection.

The recommended fungicides for control of Sphaerulina leaf spot are similar to the ones which control Septoria and include propiconazole (Orbit), axoxystrobin (Abound), pyraclostrobin (Cabrio), captan plus fenhexamid (Captevate), boscalid plus pyraclostrobin (Pristine), and famoxadone plus cymoxanil (Tanos). Copper hydroxide (Kocide) also works well in suppressing leaf spot.

Verticillium Wilt (*Verticillium dahalie*)

Verticillium wilt is caused by a common soil-borne fungus and is one of the most serious diseases of raspberries. The pathogen infects the roots and spreads through the vascular tissue causing the plant to become stunted and wilt. The fungus can survive in the soil for many years. This disease reduces raspberry yields by wilting, stunting, and eventually killing the fruiting cane or the entire plant (Figure 61). The lower leaves of Verticillium-infected plants appear to have a dull-green color, as contrasted to the bright-green color of normal leaves. The leaves of infected plants begin to wilt at the base of the cane and progress upward. The leaves wilt, turn yellow, and drop in advanced stages of Verticillium. Eventually, the cane may be completely defoliated, except for a few leaves at the top. In severe infections, it’s not uncommon to find diagnostic bluish streaks on the canes and wilted tips.

Figure 61. Raspberry plants infected with Verticillium wilt.

Verticillium wilt is most severe in poorly drained soils and following cold, wet springs. The appearance of symptoms on new canes frequently coincides with water stress caused by hot and dry weather. There are no effective fungicides available for control of this disease. Soil sterilization with various fumigants may suppress Verticillium, but application of these materials requires specialized equipment and is very costly. It is recommended to avoid planting raspberries in areas previously cropped with tomatoes, potatoes, peppers, eggplant, or other berries that may have been infected with Verticillium.

Crown Gall (*Agrobacterium tumifaciens*)

Crown gall is a soil-borne bacterial disease that can seriously limit raspberry production. The bacteria survive in infested soil for many years and invade the roots and crowns of susceptible plants through natural growth cracks, damage caused by soil insects, and man-made wounds that occur during pruning and cultivation.

Symptoms of crown gall are characterized by spongy, rough, tumor-like swellings that become brown, woody knots ranging from pinhead to tennis ball size (Figure 62). Galls develop in the spring on roots and in the crown area next to the soil. Whitish galls may also appear on fruiting canes in the late spring and summer. These cancerous-type galls later turn brown to black. Some galls disintegrate over time, while others remain for the life of the plant, reducing cane vigor and new shoot formation. Fruit from affected plants are often dry and seedy. Weakened canes easily broken at the soil level. Infected canes show water stress and nutrient deficiency symptoms, since the movement of water and nutrients throughout the plant is disrupted.

Figure 62. Tumor-like growths at base of raspberry plant characteristic of crown gall.

The best control measure against crown gall is prevention of wounding or mechanical damage to the crown and root system. In addition, it is very important to establish a field using only certified, disease-free nursery stock. Also, the planting site should not have a history of crown gall. If a raspberry plant is found with crown gall, it should be removed immediately and destroyed.

Powdery Mildew (*Sphaerotheca macularis*)

Powdery mildew is a common foliar fungal disease of raspberries. Raspberry leaves infected with powdery mildew develop light green chlorotic spots on the upper surface, These leaves often have white powdery mycelial growth on the lower leaf surface. Severely infected new growth is long and spindly with dwarf leaves that curl upward (Figure 63). Powdery mildew is favored by warm dry conditions and is most serious in dense hedgerows with poor air circulation. It is also more common in raspberries grown in high tunnels. Removing suckers that are infected with powdery mildew and thinning canes to the proper density will allow for better air circulation and will be helpful in controlling this disease.

Figure 63. Powdery mildew symptoms on new raspberry growth.

The recommended fungicides for control of powdery mildew include myclobutanil (Rally), propiconazole (Orbit), axoystrobin (Abound), triadimefon (Bayleton), pyraclostrobin plus boscalid (Pristine), and thiophanate-methyl (Topsin-M).

Fire Blight (*Erwinia amylovora*)

Fire blight can be a very serious bacterial disease of certain cultivars of raspberries in the spring of the year. Infection begins once temperatures are above 18°C. Overwintering bacterial-filled cankers ooze and provide the primary inoculum. The bacteria-laden ooze can be spread by spring rains, wind, and pollinating insects onto flowers, cane tips, and developing lateral shoots. Later infections can infect the fruit. Infections appear initially as water soaked lesions that gradually become sunken and darken as they progress. Infected fruit turn brown and degrade, but usually do not abscise (Figure 64). Primocane tips blacken entirely and form the characteristic shepherd's crook shape. New cankers can form from infected cane tips. Infections from the cane tip can extend about 20 cm down the cane and infect auxiliary buds.

Figure 64. Fire blight symptoms on raspberry shoot tips (left), fruit (center), and canes (right).

Gray Mold (*Botrytis cinerea*)

Gray mold is the principal postharvest disease of raspberry fruit. Infected berries become covered with masses of fungal spores, which gives the disease its characteristic name. It is very

important to harvest the fruit before it becomes overripe and to avoid injury to the berry during picking. Gray mold will develop quickly on damaged fruit and spread rapidly on overripe fruit. If not harvested, infected berries become mummified, remain attached to the plant, and can serve as additional sources of inoculum in the planting (Figure 65).

Figure 65. Gray mold development on raspberry fruit.

In addition to infecting the fruit, the Botrytis fungus can also attack the cane and flower cluster (Figure 66). Botrytis infections on the cane first appear as brown lesions on new green canes, often encompassing more than one node. The lesion becomes tan as the infected cane matures. Cane lesions exhibit typical concentric watermark patterns from the fall through late winter. Botrytis cane lesions may be confused with spur blight. However, lesions associated with spur blight are much darker in color. Botrytis cane infections can be very destructive during wet growing years and in plantings where the cane growth is lush and dense. Botrytis lesions can girdle the cane and fruiting laterals, resulting in complete or partial death of the cane.

Figure 66. Botrytis infection on new canes (left) and developing fruit (right).

Cultural practices that allow for good air circulation through the hedgerow will aid in the control of Botrytis disease. Avoiding excess nitrogen fertilizer and eliminating weeds helps maintain an environment less susceptible to gray mold. It is also important to apply the proper pre-harvest fungicide sprays to reduce the source of inoculum. Fungicide treatment should start at bloom and continue at approximately 7 to 10 day intervals. Also, rotate fungicides every other spray time to reduce the likelihood of the pathogen building up resistance to a specific fungicide. Fungicides which provide the most effective control of Botrytis cane blight and gray mold fruit rot include azoxystrobin (Abound), cyprodinil plus fludioxonil (Switch), iprodione (Rovral), fenhexamid (Elevate), and boscalid plus pyraclostrobin (Pristine).

The principal way to suppress the development of gray mold after harvest is to cool the fruit to 0 to 1°C as soon as possible. In addition, the cold chain should be maintained throughout transport and distribution to market.

Rhizopus Rot (*Rhizopus stolonifer*)

Rhizopus rot is a common postharvest fungal disease of raspberry fruit, although it may develop on ripe fruit in the field. Spores are spread by wind and insects and infection occurs through wounds on the ripe fruit. Infected fruit soften rapidly and collapse, leaking their contents. This type of decay distinguishes Rhizopus rot from gray mold. Under humid conditions, fluffy white mycelium form on the surface of decayed fruit. Rot that develops after harvest causes collapse of the fruit tissue and rapid loss of juice, which drips out of the container. A loose cottony growth of the fungus may appear over the surface of the fruit (Figure 68). The Rhizopus fungus will not grow at temperatures below 5° C, therefore temperature management is the simplest method of control. There are no postharvest fungicides available for use on raspberries. However, a good pre-harvest disease management program will keep the level of disease inoculum down, reducing the chances of the fruit developing decay. The most effective pre-harvest fungicide to apply for Rhizopus control is cyprodinil plus fludioxonil (Switch).

Figure 68. Severe infestation of Rhizopus rot on raspberry fruit.

Mosaic Virus

Mosaic virus is one of the most common raspberry diseases worldwide. Symptoms of raspberry mosaic vary with the cultivar, severity of virus the infection, and the time of year. Leaf mottling, yellow blotches, cupping, and blistering of the leaves are common symptoms of mosaic

virus (Figure 69). Also, dieback of shoot-tips and stunted canes or clusters of shoots are commonly observed. Symptoms are most evident on new canes during the cooler weather of spring and fall. Infected plants are often progressively more stunted each year. In addition to leaf symptoms, the yield is reduced and the fruit are typically crumbly, dry, seedy, and lack flavor.

Figure 69. Leaf mottling and deformation are typical symptoms of raspberry mosaic virus.

The raspberry mosaic virus complex is spread almost exclusively by the large raspberry aphid (*Amophorophora agathonica*). The aphid is widespread and feeds on the undersides of leaves near the tip of the canes. The aphids become contaminated with the virus and can spread it to healthy plants up to 500 meters away. Control of the aphid vector is key to avoiding this disease.

The mosaic virus can also be spread by propagation of infected plants. The importance of establishing plantings with virus-indexed nursery stock cannot be overemphasized, since the selection of planting stock and planting site are the only actions a grower can take to prevent or delay the introduction of most virus diseases. If mosaic virus infected plants are found, it is important to remove them as soon as possible. Dig out the diseased plants, including roots, and dispose of them away from the planting site. In established plantings where more than 5 percent of the plants show visible virus symptoms, maintaining the planting will likely be unprofitable.

Leaf Curl

Leaf curl is a less common virus disease than mosaic, but it is often more destructive. Leaf curl virus is transmitted exclusively by the small raspberry aphid (*Aphis rubicola*). The yield of infected raspberries can be reduced up to 70 percent. The symptoms of leaf curl virus are uniformly small leaves that are dark green, crinkled, and tightly curled downward and inward.

When diseased shoots first appear, they are pale yellowish-green, but soon turn dark green, become stiff and brittle, and usually do not branch. Each year the leaf curl-infected plant loses more vigor and is progressively more dwarfed. Fruiting laterals are shorter and more upright than normal ones. Berries on infected plants may ripen prematurely and are small, dry, seedy, and crumbly (Figure 70). A good insect management program which avoids the establishment of aphid populations in the field is critical to avoiding this virus disease.

Figure 70. Small, crumbly fruit is one of the symptoms of raspberry leaf curl virus.

A summary of the effectiveness of different recommended fungicides in controlling various diseases on raspberries is shown below.

## Fungicide Effectiveness in Controlling Raspberry Diseases

| **Fungicide Effectiveness in Controlling Raspberry Diseases** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Fungicide** | | **Disease** | | | | | | |
| Common Name | Trade Name | Spur Blight Cane Blight | Botrytis Gray Mold | Yellow Rust | Anthracnose | Leaf Spot | Powdery Mildew | Phytophthora |
| boscalid + pyraclostrobin | Pristine | yes | yes | yes | yes | yes | yes | |
| Captan | Captan | yes | yes | | yes | | | |
| cyprodinil + fludioxonil | Switch | | yes | | yes | | | |
| fenhexamid | Elevate, Teldor | | yes | | yes | | | |
| ferbam | Ferbam | | | | yes | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pyraclostrobin | Cabrio | yes | yes | yes | yes | yes | | |
| iprodione | Rovral | | yes | | | | | |
| thiophanate-methyl | Topsin-M Senator | yes | yes | | yes | | yes | |
| calcium polysulfide | Lime Sulfur | yes | yes | yes | | | | |
| famoxadone + cymoxanil | Tanos | yes | yes | | yes | yes | | |
| azoxystrobin | Abound | yes | | | yes | yes | yes | |
| captan + fenhexamid | Captevate | yes | yes | | yes | | | |
| mefenoxam | Ridomil Gold | | | | | | | yes |
| fosetyl-Al | Aliette | | | | | | | yes |
| mycobutanil | Rally, Nova | | | yes | | | yes | |
| triadimefon | Bayleton | | | yes | | | yes | |
| boscalid | Endura | | yes | | | | | |
| copper hydroxide | Kocide | yes | | | yes | yes | | |
| propiconazole | Orbit | | | yes | yes | yes | yes | |

**Harvest Maturity Indices**

The principal index of fruit maturity in raspberries is external color. Raspberry fruit should be harvested when the fruit is completely red (Figure 71). However, the shade of red coloration will vary slightly between cultivars. Raspberries should not be harvested prior to full red coloration. Fruit sugar content does not increase after harvest and the flavor of immature harvested raspberries will be bland. In addition, immature harvested raspberry fruit will not be able to be removed cleanly from the receptacle without some drupelet tearing or damage.

Figure 71. Raspberry fruit should be completely red when harvested.

**Harvest Methods**

Harvest raspberries by gently clasping the base of the fruit between the thumb, forefinger, and middle finger, followed by carefully pulling it off the receptacle (Figure 72). Raspberry fruit should separate cleanly from the receptacle, giving a hollow fruit with no core. Raspberries are very delicate fruit and must never be squeezed during harvest or handling. Damage to the fruit during harvest will result in leakage of solutes and sugars from the drupelets and rapid development of postharvest decay.

Figure 72. Raspberry harvest involves gently pulling the fruit off its receptacle.

Harvested raspberries should be gently put in the picking container, or ideally in the final market container (Figure 73). Avoid having to transfer the harvested berries from a field container to the final market container. The fruit are very susceptible to injury and bruising damage. Ideally, berry fruit should not be touched again after picking. Re-handling of individual fruit is labor intensive and inevitably will result bruising and a diminished market life. Pickers should be properly trained and carefully supervised to be able to select and pack the fruit in the final market container at the time of harvest.

Figure 73. Raspberries harvested directly in their final market containers.

Pickers should be supplied with a carrier or field tray containing the final retail market containers to hold the fruit. The retail market containers usually range between 125-500 grams in weight. There should be separate punnets or trays in the field container for grading the fruit into high quality and low quality fruit. No diseased or damaged fruit should be left in the field or thrown onto the ground. This will only serve as a source of inoculum for continued spread of the disease onto maturing healthy fruit. When the trays and field container are filled, they should be taken promptly to a field packing shelter where they are re-examined and packed for final marketing. The shelter provides shade for the harvested berries until they can be taken to cold storage, or directly to market. Pickers should be supplied with some device for holding the picking containers at a convenient height so that both hands are free for picking raspberries. Light portable stands may also be used, on which the field containers can be placed as the worker moves down the row. Approximately twenty good pickers per hectare will be needed for harvest during the peak production period to keep up with the ripening fruit.

Raspberry fruit should be picked during the coolest part of the day, typically in the morning. Avoid picking fruit with a pulp temperature over 27° C, which is very susceptible to pressure bruising. Also, a higher fruit temperature will require more energy and cooling capacity to remove the field heat during the postharvest process. Raspberries should not be harvested when the fruit is wet. This will result in a greater incidence of mold development. Harvest frequency should be daily. Experienced pickers generally harvest 4-5 kg per hour, while less effective workers may harvest as few as 2.5-3 kg per hour, and the best workers harvest more than 6 kg of fruit per hour.

Postharvest Care

Raspberries are highly perishable and have a postharvest/market life of only 4 to 7 days. The fruit must be cooled as soon as possible after harvest to a pulp temperature of 0 to 1°C.