

doi.org/10.36073/1512-0902-2023-133-124-128

უკ: 551.583

ვენახების და ბაღების წაყინვებისაგან დასაცავი მეთოდები

მკურნალიძე ი., კაპანაძე ნ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, საქართველო, თბილისი,
I.Mkurnalidze@gmail.com

EastFruit-ის (ხილ-ბოსტნეულის სავაჭრო აღმოსავლეთი პლატფორმა) - ინფორმაციის თანახმად ბოლო ათწლეულებში კლიმატის ცვლილების აჩქარებული ტემპი უარყოფით გავლენას ახდენს სოფლის მეურნეობის დარგებზე, რაც ფინანსების მილიარდიან დანაკარგებით გამოისახება.

კლიმატის ცვლილებისადმი ყველაზე მგრძობიარე აღმოჩნდა ვენახები და ბაღები. ტემპერატურის ნორმიდან ნებისმიერი გადახრები წლის განმავლობაში იწვევს მოსავლიანობის კლებას, ნაყოფის ხარისხის გაუარესებას, თვით ნარგავების დაღუპვას. ამ თავალსაზრისით ყველაზე დიდ საშიშროებას წარმოადგენს გაზაფხულის წაყინვები.

როგორც ცნობილია, განასხვავებენ წაყინვების სამ ტიპს: ადვექციურს, რადიაციულსა და ადვექციურ-რადიაციულს ანუ შერეულს.

- 1. ადვექციურია წაყინვები**, რომლებიც წარმოიშობა ცივი ჰაერის მასების შემოჭრის დროს და 2–3 დღის განმავლობაში გრძელდება. ჰაერის ტემპერატურამ შეიძლება 0°-ზე დაბლა დაიწიოს და საკმაოდ ვრცელი ტერიტორია მოიცვას. ასეთი წაყინვების დროს ქარის მიერ გადმოტანილი ღრუბლების არსებობა ხელს უშლის გრუნტის გათბობას დღის საათებში და ტემპერატურული ინვერსიის წარმოქმნას, რომლის დროსაც ფორმირდება თბილი ჰაერის ფენა. სამწუხაროდ ადვექციური წაყინვების წინაშე დაცვის თითქმის ყველა მეთოდი უძლურია.
- 2. რადიაციული წაყინვები** წარმოიქმნება ნიადაგის ზედაპირის ინტენსიური გამოსხივების შედეგად. ასეთ წაყინვებს ადგილი აქვს ღამით, მოწმენდილ ამინდში და ლოკალურ ხასიათს ატარებს. ამ დროს დედამიწის ეფექტური გამოსხივება დიდია და ტურბულენტობა კი დაბალი, რაც ხელს უშლის მიწისპირა გაცივებულ ჰაერის ფენის შერევას ჰაერის თბილ ზედა ფენასთან. რადიაციული წაყინვების სიძლიერე და ინტენსივობა დამოკიდებულია ძირითადად ადგილობრივ პირობებზე - რელიეფის ხასიათზე, ნიადაგსა და ჰაერის ტენიანობაზე და ა. შ. ასეთი სახის წაყინვები შეიძლება ყოველდღიურად გაგრძელდეს გარკვეული დროის განმავლობაში. წაყინვების ეს ტიპი აღმოსავლეთ ევროპის რეგიონებისათვისაა დამახასიათებელი. მასთან ბრძოლა უფრო ეფექტურია.
- 3. ადვექციურ-რადიაციულ წაყინვებს** ადგილი აქვს ცივი ჰაერის მასების შემოჭრისა და შემდგომში მისი ღამის გამოსხივების (გადაცივების) შემთხვევაში. ასეთი წაყინვების შედეგად დღისით ნიადაგის ზედაპირი რამდენადმე ცივდება და სითბოს მარაგი მის ღრმა ფენებში კლებულობს, ხოლო ღამით იწყება მისი ინტენსიური გამოსხივება. ამ შემთხვევაში ადვექციისა და რადიაციის პროცესები ერთმანეთს ავსებს, რაც ღია, ქარისაგან დაუცველი ადგილებისათვის მეტად საშიშია. ამ დროს ტემპერატურამ შეიძლება დაიწიოს -2°-4°-მდე და უფრო დაბლაც და 2–3 დღე გასტანოს [1].

სამწუხაროდ, საქართველოში არც თუ იშვიათად ხდება, რომ გაზაფხულის ხანმოკლე დათბობას (რაც ვეგეტაციის ინტენსიურ დაწყებას იწვევს), მოჰყვება წაყინვები, რამაც, შესაძლოა, ხილის მოსავლის მნიშვნელოვანი ზიანი და, ხშირად, 80-100% განადგურებაც კი გამოიწვიოს. აქედან გამომდინარე, ფერმერებმა განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიაქციონ ამ ფაქტორს და აქტიურად იზრუნონ ხეხილოვანი კულტურის წაყინვებით გამოწვეული დაზიანებების თავიდან ასაცილებლად. ამასთან ერთად, გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ წაყინვებისაგან დაცვის მეთოდების ეფექტურობა დამოკიდებულია ვენახის და ბაღის მდგომარეობაზე. ჯანსაღი ნარგავები უფრო ადვილად უმკლავდება წაყინვებს. ამიტომ საჭიროა მცენარეების დარგვის და მოვლის წესები მკაცრად იყოს დაცული, კერძოდ, დაბალანსებული კვება, ნარგავების სწორი განლაგება, ქარსაცავი ზოლების არსებობა, მავნებლების და დაავადებების კერების აღმოფხვრა. მიზანშეწონილი არ არის მოცემულ ადგილთან შედარებით უფრო თბილ რეგიონებიდან ნარგავების შექმნა. ამასთან ერთად, საგულისხმოა ის ფაქტიც, რომ ნარგავების განთავსება დიდ წყალსაცავების მახლობლად ნაწილობრივ დაიცავს მათ წაყინვებისაგან.

ამჟამად, წაყინვებისაგან მიყენებული ზარალის თავიდან ასაცილებლად აქტიურად გამოიყენება დაცვის საშუალებების ფართო სპექტრი ეფექტურობის სხვადასხვა ხარისხით [2]:

- 1. ვარჯის დაწმენდა ანუ „ყინულოვანი მერქანი“.** საკმაოდ ეფექტური დაცვაა ადვექციური წაყინვების დროსაც. ყვავილზე, კვირტზე, ფოთოლზე წარმოიქმნება ყინულის ქერქი, რის შედეგადაც ქერქის ქვეშ ნულოვანი ტემპერატურა შენარჩუნდება. თუმცა, ამ მეთოდის გამოყენება საჭიროებს:

- წყლის დიდ მარაგს, რომლითაც მორწყვა უნდა ხდებოდეს მანამ, სანამ ტემპერატურა არ მიაღწევს 0°C;
- წყლის მიწოდების ძვირადღირებული მძლავრი სისტემის არსებობას;
- ბაღების უზრუნველყოფას მაღალი საბურველებით (ტალავერით);
- ისეთ სპრინკლერებს (გამასხურებლებს), რომლებიც უძლებენ საკმაოდ დაბალ ტემპერატურას.

2. ვარჯის სპრინკლერული მორწყვა (სურ. 1). მორწყვის ეს მეთოდი ზრდის ჰაერის ტენიანობას პირდაპირ მცენარეებზე, ამცირებს ტემპერატურას და ატენიანებს ნიადაგს. მიწის ტემპერატურის დაწვევა ხელს უშლის მცენარეების გადახურებას. ეს მეთოდი აქტიურად გამოიყენება როგორც გვალვის, ისე მცენარეთა ყინვისაგან დასაცავად. სპრინკლერი ქმნის წვიმის იმიტაციას და გაყინვადი წყალი, გადასცემს თავის სითბურ ენერგიას მცენარეს და უცვლელად ინარჩუნებს მას.



სურათი 1. სპრინკლერული მორწყვა

4. დაწვიმება ანუ ნარგავებს შორის ღარების მორწყვა. ეს იცავს ბაღს მოკლევადიან რადიაციულ წაყინვებისაგან, მხოლოდ მაშინ, როცა ჰაერის ტემპერატურა არა ნაკლებ 2-3°C. ასეთმა მორწყვამ წაყინვებამდე შესაძლოა შეამციროს ზარალი, რადგანაც ამ დროს ხდება ტემპერატურისა და სინოტივის დონის მატება. ამ მეთოდის გამოყენებაც საჭიროებს წყლის მიწოდების მძლავრი სისტემის არსებობას.



სურათი 2. დაკვამლიანება

4. კვამლის საფარის შექმნა. ეს დაცვის ყველაზე ძველი მეთოდია, რომელიც ძალიან შრომატევადია, ხარჯიანი და არც ისე ეფექტური. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ თბილი ბოლი ეხვევა ვენახს და მიწის ზედაპირიდან გამოსხივებულ სითბოსაც არ ირეკლავს. მიზეზები, რომლების გამოც ეს მეთოდი გამოიყენება მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევებში და შედარებით მცირე ტერიტორიაზე შემდეგია:

- საჭიროებს დიდ შრომით რესურსებს, თან ღამის საათებში;
- საჭიროებს საწვავის დიდ მარაგს (ჩალა, კაჭაჭი, ბოლის შაშხანა და ა.შ.);
- მეთოდი საკმაოდ ძვირია;
- შეუძლებელია გამოყენება დასახლებული ადგილების მახლობლად;
- ეფექტური არ არის ადვექტიური წაყინების დროს, რადგანაც ქარი ფანტავს კვამლს. ამ

მეთოდის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ არ საჭიროებს განსაკუთრებულ მოწყობილობებს და დაცვა სწრაფად და ადვილად ასაწყობია.

კვამლის საფარის შექმნა უნდა დაიწყოს ერთი-ორი საათით ადრე, მოსალოდნელ წაყინვამდე, და გაგრძელდეს მზის ამოსვლის შემდეგაც 1-1.5 საათის განმავლობაში, რადგან ხეების პირდაპირმა განათებამ შეიძლება გამოიწვიოს მცენარის ქსოვილების სწრაფი გაღობა, რაც ასევე დამლუპველია მოსავლისათვის.

5. ქარის მანქანები წაყინვებისგან დამცავი უნივერსალური და ხელმისაწვდომი მეთოდია, რომელიც ყველგან გამოიყენება (სურ. 3). მეთოდი მდგომარეობს იმაში, რომ მანქანის პროპელერის მოძრაობის შედეგად თბილი ჰაერის ინვერსიული ფენა შეერევა ზღვის ცივ ჰაერს. თანამედროვე ინტენსიური ტიპის ბაღებში მიღებულია სპეციალური ქარის მანქანების დამონტაჟება, რომელთა სიმაღლე 10-12 მეტრია, ქარის მანქანები უზრუნველყოფენ 200 მეტრის რადიუსზე ტემპერატურის 2-2.5°C -ით აწევას. სიმაღლისა და სიმძლავრის მიხედვით 1 აგრეგატი, საშუალოდ, იცავს 5-12 ჰა ფართობს.



სურათი 3. ქარის მანქანა

ამ მეთოდსაც გააჩნია ნაკლოვანებები:

- მისი უარყოფითი მხარეა სიძვირე და დაფარვის ზონის არათანაბრობა; არა ეფექტურია ადვეკციური წაყინვის დროს, როცა მას თან ახლავს ძლიერი ქარი და ღრუბლიანობა. ქარის სიჩქარის 7-8კმ/სთ- ის დროს მანქანა ავტომატურად ითიშება;
- ქარის მანქანების განლაგება დასახლებული ადგილებიდან არა უმეტეს 120-150მ დაშორებით ხდება, მაგრამ ისინი მუშაობის დროს ძლიერი ხმაური დისკომფორტს უქმნის მოსახლეობას;
- ერთ-ერთ ნაკლს წარმოადგენს ისიც, რომ ქარის მანქანების წარმოება ვერ წვდება მათზე მოთხოვნილებას. მაგრამ ამ მანქანების გამოყენების უპირატესობები ბევრად აღემატება ამ ნაკლოვანებებს. კერძოდ:
- შეიძლება განლაგდეს ნებისმიერ ვენახში, ბაღში. არ არის დამოკიდებული სხვა ინფრასტრუქტურის არსებობაზე;
- სისტემა მონტაჟდება მოკლე დროში, განსხვავებით სარწყავი სისტემებისაგან;
- ინვესტიცია ერთ ჰექტარზე ბევრად ნაკლებია ზემოთ ჩამოთვლილ მეთოდებთან შედარებით;
- ქარის მანქანები გამოიყენება არა მარტო წაყინვებისაგან დასაცავად, არამედ ზაფხულშიც, ჰაერის მაღალი ტემპერატურების დროს ნარგავების გასაგრილებლად;

- ქარის მანქანები გამოიყენება შემოდგომის წყინვების დროსაც და ზოგიერთი კულტურის რეალიზაციის სეზონის გაგრძელებისათვის, რომელიც, როგორც წესი, წყდება პირველივე წყინვის დროს
- სისტემის მომსახურება ადვილია;
- გამძლეობა, მწარმოებელი 10 წლიან გარანტიას იძლევა, მაგრამ პრაქტიკიდან გამომდინარე

ეს ვადა ბევრად მეტია [3];

6. ლოკალური თბოლუმელების გამოყენება. მცირე ფართობებზე ამ მიზნით შეაქვთ სპეციალური თბოლუმელები, სადაც საწვავად გამოიყენება ნახშირი, ბუნებრივი აირი, ხის საწვავი ბრიკეტები და სხვ. 1 ჰა-ზე ამონტაჟებენ 80-100 ასეთ ლუმელს. გათბობა იწყება $+0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. ეს მეთოდი საკმაოდ რთულია და მას მიმართავენ მხოლოდ ზუსტი აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზის საფუძველზე და მცირე ფართობებზე 0,2-1,0 ჰა ბაღებში.

7. ბაღის გამათბობელი ლუმელი წარმოადგენს სტაციონარულ გადასაადგილებელ ბაღის ლუმელს, რომლის მბრუნავ მილში თბილ ჰაერს წარმოქმნის შეკუმშული ბუნებრივი აირის წვა. FrostGuard -ის ტიპის 1 აგრეგატი, საშუალოდ, იცავს 0,5-1,0 ჰა ხეხილის ბაღს წყინვისგან.

8. ტრაქტორზე აგრეგატირებული გამათბობელი. უკანასკნელ პერიოდში არის რამდენიმე მცდელობა, შეიქმნას ტრაქტორზე აგრეგატირებული გამათბობელი (Frostbuster). წყინვის პერიოდში ტრაქტორი მოძრაობს ბაღში გაუჩერებლად, 4-5 საათის განმავლობაში. 4-5 რიგის გამოტოვებით. გამოიყენება 3-8 ჰა ბაღის დასაცავად.

9. სეტყვის საწინააღმდეგო ბადეები. სეტყვის საწინააღმდეგო ბადეებით გადაფარებულ ბაღებში წყინვისას ტემპერატურა $0,5-1,3^{\circ}\text{C}$ -ით მეტია, ვიდრე თავისუფალ სივრცეში, ამიტომ აღნიშნული მეთოდი $-3-4^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე კარგად იცავს მოსავალს დაზიანებისგან, თუმცა უფრო დაბალი ტემპერატურების აღნიშნული დაცვა საკმარისი არ არის.

10. აქტიური დაცვის სხვა მეთოდები. ყოველწლიურად მსოფლიოს აგრობაზარზე გამოდის წყინვისგან დაცვის ბიოლოგიური და ქიმიური საშუალებების ფართო სპექტრი (ბიოდეგრადირებადი ქაფები, ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, ამინომჟავები, ანტიფრიზები და სხვ.), თუმცა სამეცნიერო კვლევებით მათი ეფექტიანობა ბოლომდე დადგენილი არ არის.

წყინვებისაგან დასაცავი ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი საშუალების გამოყენების ხარჯების ანაზღაურება ხდება იმავე წელს, როცა მოხდება წყინვა. ფერმერები, რომლებიც გამოიყენებენ დამცავ საშუალებებს იღებენ მაღალ მოსავალსა და ხარისხიან პროდუქტს.

აღსანიშნავია, რომ აღმოსავლეთ ევროპის რეგიონებში, მაგალითად, უკრაინაში, მოლდოვაში ბოლო 5 წლის განმავლობაში ფიქსირდება წყინვების 2-3 შემთხვევა, უზბეკეთში, ტაჯიკეთში, საქართველოში – 1-2 შემთხვევა. ამრიგად, ამ რეგიონების მეზღვე-მევენახეებმა, რომლებიც ყოველწლიურად კარგავენ ტონობით პროდუქტს, ყველაფერი უნდა იღონონ, რომ შეამცირონ ბიზნესის რისკების დონე.

თუ წყინვა დაიწყო მოსავლის ფორმირების ადრეულ სტადიაზე იღუპება ყურძნის ვაზის მხოლოდ ზოგიერთი კვირტი. კლიმატის ცვლილების გამო ვეგეტაცია იწყება ადრე. მაგრამ თუ წყინვა მოხდა გაზაფხულზე, როცა ვაზი ყვავის, მოსალოდნელია მთელი მოსავლის დაკარგვა. ავსტრიას 2017 წელს ვენახების და ბაღების წყინვებმა 70 მლნ. ევროს რაოდენობის ზარალი მოუტანეს. იმისათვის, რომ გაერკვიათ თუ რა ტექნოლოგიების გამოყენებით შეიძლება ამ პრობლემის გადაწყვეტა, სოფლის მეურნეობის პროდუქტიულობის და მდგრადობის გაზრდის (European Innovation Partnership for Agriculture productivity and Sustainability, EIP-AGRI) ევროკავშირმა ინოვაციურმა პარტნიორობამ და ავსტრიის სოფლის მეურნეობის ფედერაციულ სამინისტრომ შექმნეს სამუშაო ჯგუფი APGE FrostStrat [4], რომელშიც შევიდა მთავრობის, კვლევით და საგანმანათლებლო, ტექნოლოგიური კომპანიების და სოფლის მეურნეობის წარმომადგენლები. გაჩნდა საპილოტო პროექტი, რომლის ფარგლებში ვენახებში და ხილის ბაღებში განთავსდა ტემპერატურის, სინოტივის, ტოპოგრაფიის და სხვა კლიმატური პარამეტრების სარეგისტრაციო სენსორები. მიღებული მონაცემები იგზავნება Microsoft Cloud-ში, სადაც ამინდის საპროგნოზო მოდელების გამოყენებით მომხმარებელი ყოველ 48 საათში იღებს შესაძლო წყინვის პროგნოზს. ეს იძლევა შესაბამისი დამცავი ზომების მიღების შესაძლებლობას.

ამჟამად, თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით, წყინვებისაგან დამცავი ზემოთ აღწერილი საშუალებები განიცდიან სხვადასხვა სახის მოდიფიკაციას. ქარის მანქანებად იყენებენ ვერტმფრენს, რომელიც თბილი ჰაერის მიწოდებას უზრუნველყოფს, სანამ დაანთებენ ე.წ. „წყინულ სანთლებს“ (პარაფინის დიდი სანთლები განლაგდება ნარგავების ირგვლივ). ამ საშუალებების გამოყენება საკმაოდ ძვირია, მაგრამ ოპერატიული პროგნოზი ბევრად ამცირებს ხარჯებს. სისტემა რეალურ დროში არა მარტო

პროგნოზს და მონაცემებს იძლევა, არამედ აგზავნის SMS შეტყობინებას ფერმერის სმარტფონზე ან ელ. ფოსტაზე.

აღსანიშნავია, რომ ნაადრევი წაყინვების პრობლემა არა მარტო ავსტრიას შეექმნა, რომელიც ევროპაში ღვინის უმსხვილეს მწარმოებლებს ათეულში შედის, არამედ საფრანგეთსაც (მწარმოებელი №1), სადაც წელს 29% -ით ნაკლები პროდუქცია გამოუშვა. პროექტის „World Weather Attribution“ ფარგლებში კვლევებით მიღებული მონაცემების თანახმად, კლიმატის მკვეთრი ცვლილების გამო, ნაადრევი წაყინვების ალბათობამ საფრანგეთში 60% მიაღწია. ამერიკულ ჟურნალში „Proceedings of the National Academy of Sciences, (PNAS) გამოქვეყნდა ისეთი პროგნოზი, რომლის თანახმად გლობალური ტემპერატურის 2°C-ით გაზრდა გამოიწვევს მთელ დედამიწაზე სავნახო ფართობების 56% - ით შემცირებას. სტატისის ერთ-ერთი ავტორის თანახმად ვენახი სოფლის მეურნეობისათვის კლიმატის ცვლილების ისეთივე ინდიკატორია, როგორც იადონი ნახშირის შახტში მავნე აირების მიმართ.

არსებობს „FrostStrat“-ის მსგავსი მრავალი სისტემა. სასურველი იქნებოდა რომ საქართველოშიც ყოფილიყო წაყინვებისაგან დასაცავად სხვადასხვა მოდიფიცირებული სისტემების გამოყენების შესაძლებლობა. გარდა ამისა ფერმერების ეკონომიური მდგომარეობის შესამსუბუქებლად საჭიროა აგროდაზღვევის მოქმედ პრაქტიკაში გათვალისწინებული იქნას წაყინვებისგან დაზიანებული მოსავლის სახელმწიფო პროგრამით სუფსიდირება.

ლიტერატურა - REFERENCES

1. Кононенко О.В./Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве. //в к.м. под ред. Иванова Л.И., Кирюшина В.И., М.:РАСХН, 2009, ст.290-302
2. Agrokavkaz.ge ხეხილოვანი კულტურების გაზაფხულის საგვიანო წაყინვები.
3. <https://east-fruit.com/plodoovoshchnoy-biznes/tekhnologii/kak-zashchitit-sad-i-vinogradnik-ot-zamorozkov-metody-zashchity-ikh-effektivnost-stoimost-i-dostupnost/>
4. <https://news.microsoft.com/ru-ru/features/saving-the-wine>

უკ: 551.583

ვენახებისა და ბაღების წაყინვებისგან დაცვის მეთოდები. /მკურნალიძე ი., კაპანაძე ნ./ სტუ-ის ჰმ-ის სამეცნ. რევ.შრომათა კრებული. -2023.-ტ.133 გვ.124-128. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ.

სტატიაში განხილულია ვენახებისა და ბაღების ყინვისგან დამცავი ძირითადი საშუალებები თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეებით: ვარჯის დაწვიმება ანუ „ყინულოვანი მერქანი“, ვარჯის სპრინკლერული მორწყვა, დაწვიმება ანუ ნარგავებს შორის ღარების მორწყვა, კვამლის საფარის შექმნა, ქარის მანქანები. ასევე ნახსენებია მცირე ტერიტორიებზე არსებული ნარგავების დაცვის საშუალებები: ლოკალური თბოდუმელები, ბაღის გამათბობელი ღუმელები, ტრაქტორზე აგრეგატირებული გამათბობელი, სეტყვის საწინააღმდეგო ბადეები, და ა.შ. ყურადღება გამახვილებულია ევროპულ პროექტებზე, რომელთა ფარგლებშიც განხორციელდა წაყინვებისა-გან დასაცავი სხვადასხვა სისტემების მოდერნიზაცია უახლესი ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენებით. ვენახებისა და ბაღების ტერიტორიებზე კლიმატური პარამეტრების გასაზომად განთავსებულია სენსორები. მიღებული მონაცემები იგზავნება კომპიუტერულ ცენტრებში, სადაც სპეციალური პროგნოზული მოდელების დახმარებით გაიცემა რეალურ დროში ყინვების ოპერატიული პროგნოზი. ეს ფერმერებს საშუალებას აძლევს დროულად გამოიყენონ ყინვისაგან დაცვის ღონისძიებები.

UDC 551.583

Methods for protecting vineyards and orchards from early frosts. /Mkurnalidze I., Kapanadze N./ Transactions IHM, GTU. -2023. -vol.133. -pp124-128.- Georg., Summ. Georg., Eng.

The article discusses the main means of protection against frost: overcrown sprinkler, undercrown sprinkler, smoke, wind turbines. Also mentioned are some protections that are more applicable in small areas. European projects were considered, within the framework of which the modernization of frost protection systems was carried out based on the use of the latest digital technologies. In areas of vineyards and orchards, sensors are placed that measure the necessary climatic parameters. The data is transmitted to computer centers, where, with the help of special prognostic models, an operational, operational frost forecast is issued. This enables farmers to organize protection in a timely manner.