

დ. არგელაძე, რ.არგელაძე

ციტრუსოვანი კულტურების გარემო პირობების მიმართ მოწყვლადობის რაოდენობრივი წარმოდგენის მეთოდი და მოსავლის დანაკარგების ეკონომიკური შეფასება კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით

ყოფილ საბჭოთა კავშირის ქვეყნებს შორის ყაქართველო ერთადერთი ქვეყანაა ციტრუსოვანი კულტურების სამრეწველო წარმოებისათვის. შავიზღვისპირა ზოლი ციტრუსების ძირითად რაიონს წარმოადგენს. ამ ტერიტორიაზე მნიშვნელოვან ფართობზე განლაგებული მანდარინი, ლიმონი და ფორთოხალი. სამრეწველო მნიშვნელობის მხრივ განსაკუთრებული ადგილი მანდარინს უჭირავს. ეს კულტურა გამოირჩევა დიდი შემგუებლობით გარემო პირობების მიმართ. ამის გამო იგი სხვა ციტრუსოვნებს შორის ყველაზე უფრო ჩრდილოეთით ვრცელდება.

ციტრუსოვანი კულტურების განვითარების საქმეში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს არა სუბტროპიკულ რაიონების საერთო კლიმატურ მაჩვენებლებს, არამედ ცალკეული შედარებით დაცული მასივებისა და ნაკვეთების მიკროკლიმატურ პირობებს. ამ ადგილებში დამდუპველი ტემპერატურების განმეორადობა იმდენად იშვიათია, რომ სამეურნეო თვალსაზრისით, დროის ამ შუალედებში, ციტრუსოვანი კულტურების წარმოება სავსებით გამართლებულია.

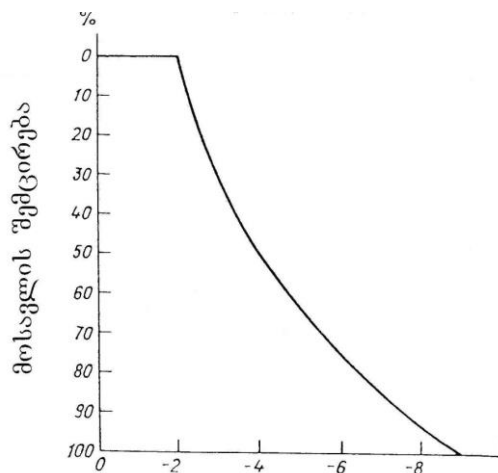
საქართველო მუდამ დარჩება ვაზის, ჩაისა და ციტრუსოვანი კულტურების ქვეყნად. აქედან გამომდინარე, ციტრუსების ზრდა – განვითარება და მოსავლის ფორმირების კანონზომიერებების შესწავლა და მათი წარმოების გაზრდა სოფლის მეურნეობის სპეციალისტებისათვის ერთერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა.

წინამდებარე ნაშრომში შემოთავაზებული მიდგომა რეალიზებულია ფორთოხლის კულტურის მონაცემებზე. იგი წარმატებით გამოდგება მანდარინისა და ლიმონისათვის.

ფორთოხლის პროდუქტიულობა მრავალი ფაქტორითაა განპირობებული. ამ კულტურის მოსავლის ფორმირებაში განსაკუთრებული წვლილი შეაქვს ჯიშობრივ თავისებურებებს, ასაკს, ნიადაგობრივ-კლიმატურ პირობებსა და აგროტექნიკას. ჩვენი ინტერესებიდან გამომდინარე, უპირველეს ყოვლისა, განვიხილოთ კლიმატის ეფექტი. მითუმეტეს, რომ ჯიშობრივი თავისებურებები, მოთხოვნილობა ნიადაგების მიმართ და საჭირო აგროტექნიკა საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი [1, 2, 3].

საქართველოს ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნების შორის ყველაზე უფრო ჩრდილოეთით მდებარე სუბტროპიკული ზონაა, და აქედან გამომდინარე, მისი კლიმატი არაა ოპტიმალური ციტრუსოვანი კულტურებისათვის. ამ კულტურებს განსაკუთრებით უჭირთ ზამთარში, რადგან, აერის მინიმალური ტემპერატურა ამ დროს საკმაოდ დაბლა ჩამოდის და უარყოფითად მოქმედებს მომავალ მოსავალზე, ზოგჯერ, აერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა იმდენად დაბლა ეცემა, რომ მთლიანად ანადგურებს მომავალი წლის მოსავალს. უფრო მეტიც, იშვიათად, მაგრამ მაინც, ნარგავი იმდენად ზიანდება, რომ მომდევნო 2-3 წლის მანძილზე არ იძლევიან მოსავალს [4, 5].

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია ფორთოხლის მოსავლიანობის დამოკიდებულება ზამთრის მინიმალურ ტემპერატურაზე. [6].



ნახ.1. ფორთოხლის მაქსიმალურად შესაძლებელი მოსავლის დამოკიდებულება ზამთრის მინიმალურ ტემპერატურაზე

ჩვენ მოსავლიანობის დამოკიდებულება ზამთრის მინიმალურ ტემპერატურაზე გამოვსახეთ 1-ის ნაწილებში და მოვახდინეთ გრაფიკის აპროქსიმაცია პარაბოლით  $\mu(t_{\min}) = a(t_{\min}) + b^2(t_{\min}) + c$ , სადა  $\mu(t_{\min})$  არის მოსავლის შემცირება, როგორც ზამთრის მინიმალური ტემპერატურის  $t_{\min}$ -ის ფუნქცია;  $a$ ,  $b$  და  $c$  –

კოეფიციენტებია, რომლებიც ადვილად განისაზღვრება (მაგალითად, უმცირეს კვადრატთა მეთოდით). აპროქსიმაციის შემდეგ  $\mu(t_{\text{min}})$  ფუნქცია ასე ჩაიწერება:

$$\mu(t_{\text{min}}) = \begin{cases} 0, & \text{შუა } t_{\text{min}} \geq -2 \\ -0.319t_{\text{min}} - 0.017t_{\text{min}}^2 - 0.53, & \text{შუა } -9 \leq t_{\text{min}} < -2 \\ 1, & \text{შუა } t < -9 \end{cases} \quad (1)$$

თუ  $N_{\text{max}}$  –ით აღნიშნავთ ფორთოხლის რაოდენობას, ხოლო  $N_{\text{ოკ}}$ -ით ნაჩოფების ზამთრის მინიმალური ტემპერატურის ეფექტის გათვალისწინების შემდეგ რეალურად მოსალოდნელ რაოდენობას, მაშინ  $\mu(t_{\text{min}})$  ფუნქციის გამოყენებით შეიძლება დავწეროთ

$$N_{\text{ოკ}} = [1 - \mu(t_{\text{min}})] N_{\text{max}} \quad (2)$$

(2) ფორმულიდან ცხადია, რომ როცა მოსავლის დანაკარგს ადგილი არა აქვს [ $t_{\text{min}} \geq -2^{\circ}\text{C}$  და  $\mu(t_{\text{min}}) = 0$ ], მაშინ  $[1 - \mu(t_{\text{min}})] = 1$ . როცა  $t_{\text{min}} \geq -9^{\circ}\text{C}$ , მაშინ  $\mu(t_{\text{min}}) = 1$  [დანაკარგი (D) 100%-ს შეადგენს ე.ი. მოსავალს ვერ ვღებულობთ] და  $[1 - \mu(t_{\text{min}})] = 0$ . დანარჩენ შემთხვევებში ( $t_{\text{min}}$ -ის  $-2$  დან  $-9^{\circ}\text{C}$  –მდე ცვლილებისას)  $[1 - \mu(t_{\text{min}})]$  0-დან 1-მდე ინტერვალში იცვლება. ცალკეული  $n$  ( $n = 1, 2, \dots$ ) წლისათვის მოსალოდნელი რეალური მოსავალი

$$N_{\text{ოკ}}(n) = N_{\text{max}}(n) [1 - \mu(t_{\text{min}})] \quad (3)$$

და, აქედან გამომდინარე, თნ პერიოდის განმავლობაში მიღებული ჯამური მოსავალი იქნება

$$N_{\text{ოკ}}(T) = \sum_{n=1}^T N_{\text{max}} [1 - \mu(t_{\text{min}}, n)]. \quad (4)$$

თუ ჩვენთვის ცნობილია ზამთრის მინიმალური ტემპერატურების განაწილების კანონი და  $P_i$  გამოხატავს  $t_{\text{min}}$ -ის  $i$  ქვეჯგუფში (გარკვეულ ინტერვალში) მოხვედრის ალბათობას, მაშინ ნამრავლი  $P_i \mu(t_{\text{min}}, i)$  გვიჩვენებს  $i$ -ურ ქვეჯგუფში მოხვედრილ წლებში მოსავლის საშუალო დანაკარგის სიდიდეს. ეს იქნება ალბათობა მოსავლის გარკვეული სიდიდის დაკარგვისა.  $\mu(t_{\text{min}})$  ფუნქციის ბუნებიდან გამომდინარე  $K_i = P_i [1 - \mu(t_{\text{min}}, i)]$  კი პირიქით, გვიჩვენებს იმის ალბათობას, თუ მოსავლის რა ნაწილი გადაურჩება ზამთრის  $t_{\text{min}, i}$  ტემპერატურას.

თუ  $N_{\text{ბაბ}, i}$  ( $i = 1, 2, \dots$ )  $i$  –ქვეჯგუფში მოხვედრილ წლებში ნაყოფების მაქსიმალურად შესაძლებელი რაოდენობის საშუალო მნიშვნელობებია, ხოლო  $m_i$  აღინიშნება  $i$  ქვეჯგუფში მოხვედრილი წლების რაოდენობას, მაშინ  $n$  წლის მანძილზე მიღებული ნაყოფების რეალური ჯამური მოსავალი ასე გამოითვლება:

$$\hat{N}_{\Sigma}^n = n \sum_{i=1}^v m_i K_i \bar{N}_{\text{max}, i}, \quad (5)$$

სადაც  $v$  მინიმალური ტემპერატურის განაწილებაში ქვეჯგუფების რაოდენობაა. რადგან

$$\bar{N}_{\text{max}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^v m_i \bar{N}_{\text{max}, i} \quad i\text{-ურ ქვეჯგუფში მაქსიმალურად შესაძლებელი მოსავლის საშუალო მნიშვნელობაა,}$$

ამიტომ (5) ასე გადაიწერება

$$\hat{N}_{\Sigma}^n = n \bar{N}_{\text{max}} \sum_{i=1}^v K_i. \quad (6)$$

დანაკარგების არარსებობის შემთხვევაში  $n$  წლის განაწილებაში შესაძლებელია  $N_{\Sigma}^n = n \bar{N}_{\text{max}}$  მაქსიმალური მოსავალი მივიღოთ. თუ დანაკარგების არსებობის შემთხვევაში მიღებულ მოსავალს შევადარებთ მაქსიმალურად შესაძლებელი მოსავლის რაოდენობასთან, მივიღებთ

$$\eta = \frac{\hat{N}_{\Sigma}^n}{N_{\Sigma}^n} = \sum_{i=1}^v K_i, \quad (7)$$

სადაც  $\eta$  –რეალური და მაქსიმალური შესაძლებელი მოსავლების შეფარდებაა და გამოხატავს, თუ რა ნაწილს შეადგენს  $n$  წლის მანძილზე რეალურად მიღებული მოსავლის მაქსიმალურად შესაძლებელი მოსავლისას.

მოვახდინოთ შემუშავებული სქემის პრაქტიკული რეალიზაცია. ჩაბვის პირობებში ზამთრის მინიმალური ტემპერატურების (1898-1992 წლები) ანალიზი გვიჩვენებს, რომ სულ 4 წელი იყო ისეთი, როცა აერის მინიმალური ტემპერატურა  $0^{\circ}\text{C}$ -ზე ქვემოთ არ ჩამოსულა. 26 შემთხვევაში  $t_{\text{min}}$  ნულზე ნაკლები იყო, მაგრამ  $-2^{\circ}\text{C}$ -ს არ გასცილებია, ე.ი. სულ 30 შემთხვევაში ფორთოხლის მოსავალი არ შემცირებულა ზამთრის მინიმალური ტემპერატურის გამო. 25 შემთხვევაში  $t_{\text{min}}$   $-2$ -სა და  $-4^{\circ}\text{C}$ -ს შორის მერყეობდა და მოსავლის

დანაკარგმა დაახლოებით 30% შეადგინა. სულ ერთი შემთხვევა იყო ისეთი, როცა  $t_{\min}$ -მა  $-9^{\circ}\text{C}$ -ს მიაღწია და მოსავალი თითქმის მთლიანად გაანადგურა.

ზამთრის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურის განაწილება კანონის ცოდნა ალბათური პროგნოზირების საშუალებას იძლევა: ჯერ ერთი  $t_{\min}$ -ის გარკვეულ ინტერვალში მოხვედრის ალბათობა გვეცოდინება და, რაც მთავარია, ამ სიდიდის  $\mu(t_{\min})$  ფუნქციასთან დაკავშირებით შევძლებთ მოსავლის დანაკარგის ალბათური პროგნოზის შედგენას.

ცხრ.-1-ში თავმოყრილია ზამთრის მინიმალური ტემპერატურების განაწილების მახასიათებლები ჩაქვის პირობებში (1898-1992).

**ცხრილი 1**

i	$t_{\min}$ -ის ინტერვალები	$m_i$	$\bar{t}_{\min,i}$	$P_i$
1	$t_{\min} \geq 0$	4	0.4	0.048
2	$-2 \leq t_{\min} < 0$	26	-1	0.309
3	$-4 \leq t_{\min} < -2$	25	-3	0.298
4	$-6 \leq t_{\min} < -4$	15	-5	0.178
5	$-8 \leq t_{\min} < -6$	13	-7	0.155
6	$t_{\min} < -8$	1	-9	0.012
$\Sigma$	-	84	-	

რადგან 1 და 2 ქვეჯგუფის მინიმალური ტემპერატურები  $-2^{\circ}\text{C}$ -მდეა და არ ამცირებენ მოსალოდნელ მოსავალს, გავაერთიანოთ ისინი ერთ ქვეჯგუფში და გამოვთვალოთ ზემოთ აღწერილი სქემით გათვალისწინებული სიდიდეები. ცხრ.2-ში წარმოდგენილია ახლადმიღებული განაწილების მახასიათებლები და შესაბამისი  $K_i$ - მნიშვნელობები.

**ცხრილი 2**

i	$t_{\min}$ -ის ინტერვალები	$\mu(t_{\min,i})$	$1 - \mu(t_{\min,i})$	$P_i$	$K_i = P_i [1 - \mu(t_{\min,i})]$
1	$t_{\min} \geq -2$	0	1	0.357	0.357
2	$-4 \leq t_{\min} < -2$	0.274	0.726	0.298	0.216
3	$-6 \leq t_{\min} < -4$	0.640	0.360	0.178	0.064
4	$-8 \leq t_{\min} < -6$	0.870	0.130	0.155	0.020
5	$t_{\min} < -8$	0.964	0.036	0.012	0.0004
$\Sigma$	-	-	-	1	0.6574

როგორც ცხრილიდან ჩანს  $\eta = \sum_{i=1}^5 K_i = 0.6574$ , რაც იმას ნიშნავს, რომ განხილულ პერიოდში

მაქსიმალურად შესაძლებელი მოსავლის მხოლოდ 0.6574 ნაწილი მივიღეთ და ზამთრის მინიმალური ტემპერატურების მიზეზით მოსავლის დანაკარგმა  $(1-\eta)100 = 34.3\%$  შეადგინა.

ვნახოთ, როგორ განაწილდა დანაკარგები პერიოდების მიხედვით ცხრ.3-ში წარმოდგენილია გამოთვლების შედეგები.

**ცხრილი 3**

i	$t_{\min}$ -ის ინტერვალები	I პერიოდი 1898-1960			II პერიოდი 1961-1992		
		$1 - \mu(t_{\min,i})$	$P_i$	$K_i$	$1 - \mu(t_{\min,i})$	$P_i$	$K_i$
1	$t_{\min} \geq -2$	0	0.306	0.306	1	0.406	0.406
2	$-4 \leq t_{\min} < -2$	0.726	0.306	0.222	0.726	0.281	0.204
3	$-6 \leq t_{\min} < -4$	0.360	0.204	0.073	0.360	0.125	0.045
4	$-8 \leq t_{\min} < -6$	0.130	0.163	0.021	0.130	0.188	0.025
5	$t_{\min} < -8$	0.036	0.021	0.0008	0.036	0	0
$\Sigma$	-		1	0.6228	-	1	0.68

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ჩაქვის პირობებში 1960 წლამდე ზამთრის ყინვების წყალობით მისაღები მოსავლის  $(1-\eta) 100 = 37.7\%$  დაიკარგა, მაშინ როდესაც მე-2 პერიოდში დანაკარგმა ჯამური  $(1-\eta) 100 = 32.0\%$  შეადგინა.

ეს იმათაა გამოწვეული, რომ მე-II პერიოდში, I პერიოდთან შედარებით ზამთრის მინიმალური ტემპერატურების განაწილება შეიცვალა: გაიზარდა შედარებით მაღალი მინიმალური ტემპერატურების შემთხვევათა რიცხვი და შემცირდა ძალაზე დაბალი ტემპ-ის რაოდენობა.

აღსანიშნავია ის, რომ ზემოთ წარმოდგენილი სქემა საშუალებას იძლევა უშუალოდ ფულის ერთეულებში შევავსოთ მოსავლის დანაკარგებით გამოწვეული ეკონომიური ზარალი. ამისათვის ზამთრის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურების გავლენით დაკარგული მოსავლის წონა პირდაპირ შეგვიძლია გავამრავლოთ ერთეულოვანი წონის ღირებულებას.

შემუშავებული იქნა, ძირითადად, ზამთრის მინიმალური ტემპერატურების ეფექტს წარმოაჩენს, აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურის დინამიკა კი ნაკლებად ემორჩილება ადამიანის ჩარევას. მიუხედავად ამისა, საკმაოდ ბევრი ხერხი იქნა შემოთავაზებული მცენარეების ყინვებისა და წაყინვებისაგან დასაცავად [7, 8]. სამწუხაროდ, შემუშავებული პრაქტიკული რეკომენდაციების აბსოლუტურ უმრავლესობას არ გააჩნია ეკონომიური დასაბუთება ან უმნიშვნელო ეფექტი აქვს. აქედან გამომდინარე, ძალაზე ძნელია ციტრუსოვანი კულტურების ზამთრის ყინვების მიმართ მოწყვლადობის უარყოფითი ეფექტის შერბილების (შემცირების) სტრატეგიის შემუშავება. ერთადერთი, რაც თავიდანვე შეიძლება ითქვას, ის არის, რომ შედარებით ნაკლებ დანაკარგებს ექნება ადგილი იმ შემთხვევაში, თუ შევძლებთ ციტრუსოვანი კულტურების უფრო ყინვაგამძლე ჯიშების შერჩევასა და გამოყვანას.

ზამთრის მინიმალური ტემპერატურები, ძირითადად, განაპირობებს ხეზე წარმოქმნილ ნაყოფების რაოდენობას. რაც შეეხება სავეგეტაციო პერიოდის ამინდის პირობებს, ისინი უშუალოდ მოქმედებენ უკვე მოსხმულ ნაყოფების სიდიდეზე (საერთო მოსავალი, რა თქმა უნდა, დამოკიდებულია როგორც ნაყოფების რაოდენობაზე, ასევე მის წონაზე (მოცულობაზე)). აქედან გამომდინარე, ამინდის პირობების გავლენა უფრო კარგად უნდა გამოჩნდეს ნაყოფის საშუალო მოცულობის (წონის) დინამიკასთან უშუალო კავშირში.

აღმოჩნდა, რომ რაც უფრო მეტია ,აერის ტემპერატურების (10<sup>0</sup>°-ზე მეტი) ჯამი ნაყოფის გაზომვის მომენტამდე, მით მეტია ნაყოფის მოცულობა. კორელაციური ანალიზის შედეგები თავმოყრილია ცხრ. 4-ში (ანალიზისას გამოყენებულ შემთხვევათა რაოდენობა N=106).

**ცხრილი 4. კორელაციური კოეფიციენტების მატრიცა**

ელემენტი	ΣV	Σt	ΣΠ
ΣV	1	0.96	0.71
Σt	0.96	1	0.86
ΣΠ	0.71	0.86	1

ΣV – ნაყოფის გაზომვის მომენტამდე დაგროვილი საშუალო მოცემულობა, Σტ- 10<sup>0</sup>C-ზე მეტი ტემპერატურების ჯამი, ხოლო ΣΠ – გაზომვის მომენტამდე დაგროვილი ნალექების ჯამი.

Σt- სა და ΣΠ-ს სქემაში შეყვანის შემთხვევაში რეგრესიულმა განტოლებამ ასეთი სახე მიიღო:

$$\Sigma V = 0.049 \Sigma t > 10^0 C - 0.033 \Sigma \Pi - 65.3 \quad (8)$$

R = 0.98, S = 5.5

განტოლება (8) წრფივია (ჩვენს მასალაში არ გვქონდა ძალაზე დიდი ტემპერატურების ჯამისა და ძალაზე მცირე ნალექების შემთხვევები, რის გამოც არ მოხერხდა არაწრფივი მოდელის შემუშავება) და უჩვენებს, რომ რაც მეტია ტემპერატურების ჯამი, იმით უფრო დიდი იქნება ნაყოფის მოცულობა. ნალექების შემთხვევაში კი პირიქით – რაც უფრო ნაკლებია მისი ჯამი, მით უფრო დიდი მოცულობის გაიზრდება ნაყოფი.

როგორც ცხრ.4-დან ჩანს Σტ-სა და ΣΠ-ს შორის საკმაოდ დიდი კორელაციაა (რ = 0.86) და თუ (8)-დან გამოვრიცხავთ ნალექების ჯამს, შედარებით ნაკლებ ინფორმაციას დაკარგავთ. ამ შემთხვევაში ფორმულა კიდევ უფრო მარტივი გახდება:

$$\Sigma V = 0.036 \Sigma \tau > 10^0 \% - 55.6 \quad (9)$$

რ = 0.96, შ = 8.4.

10<sup>0</sup>°-ზე მეტი ტემპერატურების ჯამი შეიძლება გამოვთვალოთ გაზაფხულზევე, როცა ,აერის ტემპერატურა 10<sup>0</sup>-ზე გადადის [9]. ჩაქვისათვის ამ შემთხვევაში პროგნოსტიკურ ფორმულას ასეთი სახე ექნება:

$$\Sigma \tau > 10^0 \% = -13.5 \theta + 4628, \quad (10)$$

სადაც  $\theta$  - არის დღეების რაოდენობა 1 მარტიდან, აერის ტემპერატურის  $10^{\circ}\text{K}$ -ზე გადასვლის თარიღამდე. თუ (10) გამოსახულებას ჩავსვავთ (9)-ში, მივიღებთ საშუალო ნაყოფის საპროგნოზო მოცულობას წლის ბოლოსათვის

$$\Sigma V = -0.486 \theta + 111 \quad (11)$$

დავუბრუნდეთ ფორმულა (8). ამ ფორმულაში  $\Sigma t$ -სა და  $\Sigma \Pi$ -ს საშუალო მნიშვნელობებს თუ ჩავსვავთ, მივიღებთ ნაყოფის საშუალო მოცულობას 99.2 სმ<sup>3</sup>.

როგორც კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრის რუკებიდან ჩანს, ჩაქვის პირობებში სავეგეტაციო პერიოდში ხდება ტემპერატურის მატება (0.5<sup>o</sup>-მდე) და ნალექების კლება (5%). თუ გავითვალისწინებთ კლიმატის ელემენტების უკვე დაფიქსირებულ ცვლილებას, მაშინ ფორმულა (8) მოგვცემს ფორთოხლის ნაყოფის მოსალოდნელ საშუალო მოცულობას  $\Sigma V = 105.9$  სმ<sup>3</sup>. მაშასადამე, ფორთოხლის ნაყოფის მოცულობა კლიმატის ელემენტების მოსალოდნელი ცვლილების ხარჯზე გაიზრდება 6.7 სმ<sup>3</sup>-ით, რაც ახლანდელ (ფაქტიურ) საშუალო მოცულობას 6.7%-ს შეადგენს.

ამრიგად, შემუშავებული სქემა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გარემო პირობების მიმართ მოწყვლადობის რაოდენობრივი წარმოდგენის საშუალებას იძლევა; მისი დახმარებით ხერხდება კლიმატის ცვლილებებით გამოწვეული დადებითი თუ უარყოფითი ეფექტის ეკონომიური შეფასება. თუ საქართველოს სუბტროპიკების ცალკეულ პუნქტებში ზამთრის მინიმალური ტემპერატურების განაწილებას შევისწავლით, ადვილად მოვახერხებთ ციტრუსოვანი კულტურების დარაიონებას რუკების დაზუსტებას უშუალოდ მოსავლიანობის დანაკარგების მიხედვით, რაც უდაოდ წინ გადადგმული ნაბიჯი იქნება მოწყვლადობის უარყოფითი ეფექტის შერბილების (შემცირების) სტრატეგიის შემუშავების საქმეში. გარდა ამისა, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების პროცესის ოპტიმიზაცია (კულტურების ოპტიმალური განლაგება) საშუალებას მოგვცემს უკეთ გამოვიყენოთ მცენარის გარემო პირობებთან შეგუების (ადაპტაციის) უნარი.

#### ლიტერატურა – References- Литература

1. Алавидзе Г.А. Цитрусовые совхозы Грузии. Тбилиси, Сабчота Сакартвело, 1960, 126с.
2. Надарая Г.Б. Научные основы получения высоких и устойчивых урожаев цитрусовых. Тбилиси, Ганатлеба, 1966.
3. Цкитишвили Д.И. Агрорправила по цитрусовым культурам. Тб., 1951
4. Меладзе Г.Г. Труды ЗаКНИГМИ, 1969, вып. 33(39), с. 134-139.
5. Церцвадзе Ш.И. Труды ЗаКНИГМИ, 1969, вып. 33(39), с. 103-114.
6. Арвеладзе Г.А. Ле тхань Куак. Труды ЗаКНИГМИ, Гидрометеოиздат, Л., 1982, с. 96-101.
7. Руднев Г.В. Агрометеорология. Гидрометеოиздат, Л., 1964, 277 с.
8. Берлянд М.Е., Красиков П.Н. Предсказание заморозков и борьба с ними. Гидрометеოиздат, Л., 1960.
9. Давитая Ф.Ф. Прогноз обеспеченности теплом и некоторые проблемы сезонного развития природы. М., Гидрометеოиздат, 1964, 131 с.

უაკ 634.3:631.165

ციტრუსოვან კულტურების გარემო პირობების მიმართ მოწყვლადობის რაოდენობრივი შეფასება კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით. /დ.არველაძე, რ.არველაძე/ჰმი-ს შრომათა კრებული - 2002, -ტ.105, -გვ.17-27, -ქართ; რეზ: ქართ, რუს, ინგ.

აგებულია მრავალწლიანი კულტურების პროდიქტიულობის რაოდენობრივი სქემა. შემუშავებული მოდელი საშუალებას გვამძლევს გამოვითვალოთ ცივი და თბილი პერიოდების კლიმატურ პირობებზე დამოკიდებული მოსავალი. შესაძლებელია შევაფასოთ კლიმატის ცვლილების დადებითი და უარყოფითი ეფექტები. საქართველოს სუბტროპიკების ცალკეული პუნქტების ზამთრისა და ზაფხულის მინიმალური ტემპერატურების განაწილების კანონის საფუძველზე შეიძლება უშუალოდ მოსავლის დანაკარგების მიხედვით დავაზუსტოთ ციტრუსოვანი კულტურების დარაიონების რუკა.

G.Arveladze, R.Arveladze.

#### Method of quantitative presentation of the vulnerability of citrus crops to the environmental conditions and economic assessment of harvest losses in connection with climate change

The paper presents a quantitative scheme of the productivity of orange for perennial crops. Built up probabilistic model permits to calculate expected harvest depending on climatic conditions of cold and warm periods of the year, as well as to assess positive and negative effects of climate change. On the basis of the law of distribution of winter minimal air temperatures in separate points of subtropical regions of Georgia, it is possible to specify maps of division into districts of citrus crops directly according to harvest loss and therefore to decrease negative effect of their vulnerability to winter and summer climatic conditions. In addition, optimization of the process of production of agricultural crops (optimal distribution of crops) will give us possibility for better use of biological peculiarities of plants – to adapt to environmental changes.

**Г.А.Арвеладзе, Р.Г.Арвеладзе**

**Метод количественного представления уязвимости цитрусовых культур к условиям внешней среды и экономическая оценка потерь урожая в связи с изменением климата**

В статье, на примере культуры апельсина, построена количественная схема продуктивности многолетних культур. Разработанная вероятностная модель позволяет рассчитать ожидаемый урожай в зависимости от климатических условий холодного и теплого периодов года. С ее помощью можно оценить положительный и отрицательный эффект изменения климата. На основе закона распределения зимних минимальных температур воздуха в отдельных пунктах субтропиков Грузии, можно уточнить карты районирования цитрусовых непосредственно по потерям урожая и этим самым смягчить (уменьшить) отрицательный эффект их уязвимости к зимним и летним климатическим условиям. Кроме этого оптимизация процесса производства с.х. культур (оптимальное распределение культур) даст нам возможность лучше использовать биологическую особенность растений – адаптацию к изменениям условий среды.