

დ. არველაძე, მ.მელაძე

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის მოწყვლადობის ეფექტის ეკონომიური შეფასება და მისი შერბილების (შესუსტების) სტრატეგია ჩაის კულტურის მაგალითზე

ჩაი სპლანტაციის მოსავლიანობაზე უაღრესად დიდ გავლენას ახდენს ამ კულტურის ბიოლოგიური თავისებურებანი ყლორტწარმოქმნის პროცესის ტალღური ბუნება და ბუჩქის ასაკი. ეს ფაქტორები იმდენად ცვლიან მოსავლიანობის დინამიკას (სავეგეტაციო პერიოდში და წლების მიხედვით), რომ ძალზე მწელი ხდება მოსავლიანობაზე კლიმატური ფაქტორების გავლენის რაოდენობრივი შეფასება [1,2,3].

მას შემდეგ, რაც მოხერხდა ჩაის ბუჩქის ყლორტწარმოქმნის პროცესის ძირითადი კანონზომიერებების შესწავლა და რაოდენობრივი წარმოდგენა აგროტექნიკის გათვალისწინებით [2], შესაძლებელი გახდა “სუფთა” სახით წარმოდგენილიყო ჩაის ფოთლის მოსავლის დამოკიდებულება კლიმატურ პირობებზე.

მოსავლის კრეფების მიხედვით გასაშუალებულ მონაცემებს (ანასეულის, ჩაქვისა ად ზუგდიდის პირობებში) შევუპირისპირეთ ტემპერატურისა და ნალექების საშუალოდეკადური მნიშვნელობები კრეფამდე ერთი თვის განმავლობაში. მოსავლის მონაცემები წინასწარ “გავათავისუფლეთ” ასაკისა და ბიოაგროტექნიკური ფაქტორების გავლენისაგან და გამოვთვალეთ კრეფების მიხედვით გასაშუალებული სიდიდეები.

შემუშავებული სქემის მიხედვით [3], მოსავლის ასაკის ეფექტისაგან თავისუფალი მონაცემები $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ შევავარდოთ ყლორტწარმოქმნის პროცესის მათემატიკური მოდელით გამოთვლილ N_1, N_2, \dots, N_n სიდიდეებთან (N_1, N_2, \dots არის ჩაის დუყების პროცენტული რაოდენობა კრეფის თარიღების მიხედვით) და მივიღეთ $\theta_1=d_1/N_1, \theta_2=d_2/N_2, \dots, \theta_n=d_n/N_n$ მნიშვნელობები (კრეფების მიხედვით), რომლებიც თავისუფალია ბიოლოგიური და აგროტექნიკური ფაქტორების გავლენისაგან. მათში, ძირითადად, კლიმატის ეფექტია აკუმულირებული და საშუალება გვძლევს რაოდენობრივად შევაფასოთ მოსავლიანობაზე კლიმატის ცალკეული ელემენტების გავლენა.

ჩაის კულტურის მოსავლიანობის კლიმატის ელემენტების მიმართ მოწყვლადობის მოდელის შემუშავების მიზნით, $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ შევუპირისპირეთ ტემპერატურისა T_1, T_2, \dots, T_n და ნალექების R_1, R_2, \dots, R_n შესაბამის მნიშვნელობებს. θ_i -ური კრეფის მოსავლის θ_i -ის კავშირი θ_i -ის R_i -თან წარმოვადგინეთ შემდეგი სახის რეგრესიული მოდელით

$$\theta_i = \exp[c_1(a_1T_i + a_2T_i^2) + c_2(b_1R_i + b_2R_i^2) + c_0], \quad (1)$$

სადაც $a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2, c_0$ კოეფიციენტებია, რომელთა განსაზღვრა მოხდა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით.

მოცემულ შემთხვევაში კოეფიციენტების მნიშვნელობებია $a_1=0.0974; a_2=0.000064; b_1=0.08034; b_2=-0.00074; c_1=0.6275; c_2=0.4224; c_0=-0.1838$.

კორელაციის კოეფიციენტი ამ მოდელით გამოთვლილია და ფაქტიურ მოსავლებს შორის $r = 0.95$.

აღიოჩენილია, რომ, აერის საშუალოდეკადური ტემპერატურის გაზრდისას იზრდება შესაბამისი კრეფის მოსავალი. დასავლეთ საქართველოს პირობებში არ აღინიშნება საშუალოდეკადური ტემპერატურის ისეთი მნიშვნელობები, რომლებიც გამოიწვევენ მოსავლის შემცირებას. მოსავლის ნალექებთან კავშირიც არაწრფივია, მაგრამ მისი ჭარბი რაოდენობა, რა თქმა უნდა, ამცირებს მოსავალს.

ჩაის მოსავლიანობის გარემო პირობების მიმართ მოწყვლადობის ჩვენს მიერ შემუშავებულ მოდელში შემავალი სიდიდეები საშუალო მნიშვნელობები განსაზღვრული იქნა ფაქტიური მონაცემების მიხედვით.

მხედველობაში მივიღეთ რა კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრის მონაცემები კლიმატის ელემენტების მოსალოდნელ ცვლილებასთან დაკავშირებით, გამოვთვალეთ ტემპერატურისა და ნალექების 2050 წლისათვის მოსალოდნელი მნიშვნელობებიც. ცხრილში 1 თავმოყრილია ჩაქვის, ანასეულის და ზუგდიდის პირობებისათვის მიღებული შედეგები

ცხრილი 1

კრეფის ნომერი i	ჩაქვი				ანასეული				ზუგდიდი			
	T_i		R_i		T_i		R_i		T_i		R_i	
	ფაქტ	2050 წ	ფაქტ	2050 წ	ფაქტ	2050 წ	ფაქტ	2050 წ	ფაქტ	2050 წ	ფაქტ	2050 წ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	14.3	14.6	2.9	28	14.5	14.5	24	23	15.6	15.8	34	37
2	15.7	16.0	36	34	16.2	16.2	23	22	17.1	17.3	33	36
3	17.0	17.3	38	36	17.6	17.6	27	26	18.2	18.4	36	40
4	18.3	18.6	48	46	18.7	18.7	33	31	19.0	19.2	41	45
5	19.6	19.9	54	51	19.6	19.6	38	36	19.8	20.0	45	50
6	20.5	20.8	60	57	20.4	20.4	41	38	20.8	21.0	49	54

7	21.3	21.6	60	57	21.0	21.0	43	41	21.7	21.9	52	57
8	22.2	22.5	63	60	21.6	21.6	44	42	22.5	22.7	54	59
9	22.3	22.6	80	76	22.0	22.0	46	44	22.9	23.1	52	57
10	22.5	22.8	87	83	22.1	22.1	48	46	23.0	23.2	49	54
11	22.6	22.9	94	89	21.8	21.8	52	49	22.5	22.7	48	53
12	21.6	21.9	85	81	21.0	21.0	59	56	21.7	21.9	51	56
13	20.7	21.0	91	86	20.1	20.1	68	64	20.5	20.7	57	63
14	19.7	20.0	104	99	19.0	19.0	73	69	19.3	19.5	57	63
15	18.7	19.0	103	98	18.0	18.0	72	68	18.0	18.2	52	57
16	17.3	17.6	105	100	17.0	17.0	67	64	16.7	16.9	44	48

ცხრილი 1, უპირველეს ყოვლისა, იმითაა საინტერესო, რომ იქ წარმოდგენილია ჩაის მოსავლიანობის კლიმატური რესურსები ტენით უზრუნველყოფის ერთმანეთისაგან განსხვავებულ ზონებში [4]. კლიმატის ელემენტების ფაქტიური მონაცემებით თუ ვიმსჯელებთ, მოდელით გამოთვლილი საშუალოწლიური მოსავალი ყველაზე მეტია ზუგდიდის პირობებში; თუ ჩაქვში მიღებულ წლიურ მოსავალს (კრეფების ჯამი) ჩავთვლით 100%-ად, მაშინ ანასეულისა და ზუგდიდის პირობებში მიღებული სიდიდეები, შესაბამისად, 115.8 და 126.0%-ს შეადგენენ. ეს შედეგი, ძირითადად, თანხმობაშია ჩვენს მიერ ადრე ჩატარებული კვლევის შედეგებთან. როგა საქართველოს მეჩაიეობის რაიონები მრავალწლიანი სტატისტიკური მონაცემების (1960-1985 წლები) ანალიზის საფუძველზე დავალაგეთ საშუალო მოსავლიანობის მიხედვით, აღმოჩნდა, რომ ოზურგეთის, ბათუმის და ზუგდიდის რაიონები შედარებით მაღალმოსავლიანი რაიონებია და მოსავლიანობის რიგითი ნომრების მიხედვით მე-5, მე-6 და მე-8 ადგილებზე იმყოფებიან 26 რაიონს შორის. ჩაის საშუალორაიონული მოსავლიანობა გამოხატავს ამ რაიონის ნიადაგობრივ-კლიმატურ პოტენციალისა და აგროტექნიკის დონეს, ჩვენს მიერ შემუშავებული მოდელი კი მხოლოდ კლიმატურ პირობებს ითვალისწინებს. როგორც ჩანს, სწორედ ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ კლიმატური პირობების მიხედვით ზუგდიდის რაიონმა წინა პლანზე წამოიწია, მაშინ როდესაც საერთო ნიადაგობრივ-კლიმატური და აგროტექნიკური დონის მაჩვენებლებით იგი ოზურგეთისა და ბათუმის რაიონებს ოდნავ ჩამორჩებოდა.

საინტერესოა, როგორ შეიცვლება ჩაის საშუალოწლიური მოსავლიანობა კლიმატის ელემენტების მოსალოდნელ ცვლილებასთან დაკავშირებით. თუ ფაქტიურ მოსავლიანობას 100%-ად მივიღებთ, მაშინ კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული ეფექტი (მოსავლიანობის მატება ან კლება) %-ში გამოისახება (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული ეფექტი ჩაის მოსავლიანობაში

პუნქტი	ფაქტიური წლიური მოსავლიანობა %	საშუალო-წლიური მოსავლიანობა %	მოსალოდნელი წლიური მოსავლიანობა %	საშუალო-წლიური მოსავლიანობა %	სხვაობა Δ %
ჩაქვი		100		105.8	5.8
ანასეული		100		99.3	-0.7
ზუგდიდი		100		102.2	2.2

როგორც ცხრილი 2-დან ჩანს, კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების შედეგად, ძირითადად, გაიზარდება მოსავლიანობა. მხოლოდ ანასეულის პირობებში აქვს ადგილი უმნიშვნელო კლებას (-0.7%).

ბუნებრივია, დღის წესრიგში დგება ამოცანა კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული უარყოფითი ეფექტის შერბილების (შემცირების) შესახებ ანუ კლიმატის ცალკეულ ელემენტებზე ზემოქმედებით (ან მცენარის გარემო პირობებისადმი შემგუებლობის, ადაპტაციის უნარის გამოყენებით) როგორ ვუზრუნველყოთ მცენარის მაქსიმალური პროდუქტიულობა.

ტემპერატურული რეჟიმის შეცვლა დიდი სირთულეებთანაა დაკავშირებული და დღევანდელ პირობებში არაა ეკონომიურად გამართლებული. კლიმატის ერთადერთი ელემენტი, რომლის რეგულირება ნაკლები დანახარჯებითაა შესაძლებელი და მნიშვნელოვან ეკონომიურ ეფექტს იძლევა, ესაა ნალექები.

ჩვენს ხელთარსებული მონაცემების ანალიზის შედეგად ცხადი გახდა, რომ დეკადური ტემპერატურის (თ) გარკვეულ ინტერვალში ცვლილებისას იცვლება მაქსიმალური მოსავლის მისაღებად საჭირო ნალექების ოპტიმალური რაოდენობა (R_{opt}),- დეკადური ტემპერატურის 15-დან 23⁰ჩ-მდე გაზრდისას დეკადური ნალექების ოპტიმალური რაოდენობა დაახლოებით 50-დან 60 მმ-მდე იზრდება. მათ შორის წრფივი კავშირი ასეთია

$$R_{opt} = 1.5T + 26.5 \quad (2)$$

ჩვენს მიერ შემუშავებულ მოდელში ნალექების ოპტიმალური რაოდენობა განსაზღვრულია დეკადური ტემპერატურების საშუალო მნიშვნელობებისთვის და შეადგენს დაახლოებით 55 მმ-ს დეკადაში (165 მმ თვეში).

ცხრილი 1-დან ჩანს, რომ ჩაქვის პირობებში პირველი ხუთი კრეფაა ისეთი, როცა ნალექების ფაქტიური და მისალოდნელი რაოდენობა ჩამორჩება ოპტიმალურს. დანარჩენ შემთხვევაში ნალექები, პირიქით, ჭარბია. ანასეულში პირველი – თერთმეტი კრეფა არაა უზრუნველყოფელი ოპტიმალური რაოდენობის ნალექებით, ზუგდიდში კი – ცხრა კრეფა.

ცხრილი 3-დან ამოწერილია დეკადური ნალექების ოპტიმალურ რაოდენობამდე შესავსებად საჭირო სიდიდეები (მმ) კრეფების მიხედვით.

ცხრილი 3

კრეფის ნომერი o	ნალექების დეფიციტი ($D = \overline{R_{\phi}} - R_{opt}$)		
	ჩაქვი	ანასეული	ზუგდიდი
1	-27	-32	-18
2	-21	-33	-19
3	-19	-29	-15
4	-9	-24	-10
5	-4	-19	-5
6	+2	-17	-1
7	+2	-14	+2
8	+5	-13	+4
9	+21	-11	+2
10	+28	-9	-1
11	+34	-6	-2
12	+26	+1	+1
13	+31	+9	+8
14	+44	+14	+8
15	+43	+13	+2
16	+45	+9	-6

თუ ნალექების ოპტიმალური მნიშვნელობებით გამოთვლილ მოსავალს ნალექების მოსალოდნელი მნიშვნელობებით გამოთვლილს შევადარებთ, შევამჩნევთ გარკვეულ მატებას. ჩაქვში, მაგალითად, ნალექების რეგულირებით გამოწვეულმა ნამატმა პირველი-ხუთი კრეფის განმავლობაში 8.8% შეადგინა. ანასეულის პირობებში მოსავლის მატება კიდევ უფრო მნიშვნელოვანია და 11 კრეფის შემდეგ 11.44%-ია. ზუგდიდში ნამატმა 4.1% შეადგინა (9 კრეფა) ან ნამატების წვლილი წლიურ მოსავალში შედარებით ნაკლებია, მაგრამ არაუმნიშვნელო – ჩაქვში, ანასეულსა და ზუგდიდში, შესაბამისად 2.6; 7.8 და 1.6%-ს შეადგენს.

დამატებითი მოსავალი უშუალოდ ადამიანის ჩარევითაა განპირობებული. მოწყვლადობის უარყოფითი ეფექტის შერბილების პოლიტიკის გატარებით მოხერხდა ჩაის კულტურის გარემო პირობებისადმი მოთხოვნილების უკეთ დაკმაყოფილება, რის წყალობითაც მივიღეთ დამატებითი მოსავალი, რამაც, საშუალოდ, წლიური მოსავლის 4% შეადგინა. საშუალოწლიური მოსავალი, ამ შემთხვევაში, კლიმატის ცვლილების შედეგად მიღებულ მნიშვნელობებთანაა გამოთვლილი. თუ საშუალოწლიურ მოსავლად ჩავთვლით მოსავალს, რომელიც კლიმატის ელემენტების ფაქტიური(საშუალო) მნიშვნელობებითაა გამოთვლილი, მაშინ შერბილების პოლიტიკის გატარებით მიღებულ ყოველწლიური ნამატი ჩაქვში, ანასეულსა და ზუგდიდში იქნება 2.27; 7.74 და 1.64% - შესაბამისად.

ცხრილ 4-ში წარმოდგენილია კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებათა და შერბილების პოლიტიკის გატარებით გამოწვეული ეფექტი ჩაის მოსავლიანობაში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, კლიმატის ცვლილებისა და შერბილების პოლიტიკის (ამ შემთხვევაში აგროტექნიკის ოპტიმიზაცია) ერთობლივი დადებითი ეფექტი საკმაოდ სოლიდური შეიძლება აღმოჩნდეს. ეკონომიური მოგების შეფასება უშუალოდ შეიძლება ლარეხSi.

ცხრილი 4

პუნქტი	ფაქტიური საშუალოწლიური მოსავლიანობა (%)	კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული ეფექტი (Δ, %)	შერბილების პოლიტიკის ეფექტი (Δ 2%)	ჯამური ეფექტი (Δ=Δ ₁ +Δ ₂)
ჩაქვი	100	5.8	2.27	8.07
ანასეული	100	-0.7	7.74	7.04
ზუგდიდი	100	2.2	1.64	3.84

თუ ჩაის საშუალო მოსავლიანობა (ფაქტიური) θ (t/a)-ს ტოლია და პლანტაციები გაშენებულია შემეტარზე, მაშინ ჯამური მოსავალი $\Sigma\theta = \theta \cdot S$. ფაქტიური ჯამური მოსავლის ღირებულება იქნება $\theta \cdot S \cdot P$, სადაც P 1 ტ. ჩაის ფოთლის ღირებულებაა ლარებში.

როგორც ცხრილი 4-დან ჩანს მოსავლის კლიმატის ცვლილებითა და შერბილების სტრატეგიის გატარებით გამოწვეული დანაკარგები ან მოგება Δ -ს ტოლია, ამიტომ ჯამური ეფექტის ღირებულება $\Sigma P(\Delta)$ ასე გამოისახება

$$\Sigma P(\Delta) = \Delta \theta \cdot S \cdot P \quad (3)$$

(3) ადვილი გამოსათვლელია და, რაც მთავარია, მოგების ან წაგების უშუალოდ დარებში შეფასების საშუალებას იძლევა.

ლიტერატურა – Литература – References

1. Арвеладзе Г.А. Труды ИЭМ, 1973, вып.3(40), с.119-129.
2. Арвеладзе Г.А. Труды ЗацНИГМИ, 1986, вып.79(86), М., Гидрометеиздат, с.12-35.
3. Арвеладзе Г.А. Труды ИЭМ, 1970, вып.18, с.58-69.
4. Джапаридзе Г.М. «Сообщения АН Груз. ССР», 1955, № 3. с. 37-41.

უკ 582.823:631.165

მოსავლიანობის კლიმატის მიმართ მოწყვლადობის ეფექტის შეფასება და მისი შერბილების (შესუსტების) სტრატეგია ჩაის კულტურის მაგალითზე./დ. არველაძე, მ.მელაძე/ ,ჰმი-ს შრომების კრებული – 2002 – ტ. 105, გვ.28-35, ქართ; რუხ: რუს.. ინგ.

ჩაის მოსავლის ფორმირების მათემატიკური მოდელის გამოყენებით შეიძლება შეფასდეს კლიმატური ფაქტორების მოსალოდნელი ცვლილების ეფექტი. შეცვლილი ტემპერატურების მიხედვით გამოითვლება დეკადური ნალექების ოპტიმალური რაოდენობა და, ამ საფუძველზე, განისაზღვრება მოსავალი, რომელიც მიიღება დამატებითი ნალექების გამოყენების შედეგად.

Economic assessment of vulnerability of the yield of agricultural crops and strategy of its mitigation on the case of tea crop.

The paper considers a semi-empirical mathematical model of tea yield formation and the effect of expected change of climatic factors has been assessed with it.

Considering changed temperatures optimal amounts of decade precipitation in this case are being calculated and on this basis, the yield, obtained as a result of using additional precipitation, has been specified.

Both separate effects of climate change and optimization of agricultural technologies (regulation of precipitation) and the economic profit, obtained as a result of their joint impact have been estimated quantitatively

Экономическая оценка эффекта уязвимости урожайности с.-х. культур и стратегия его смягчения (ослабления) на примере культуры чая

В статье разработана полуэмпирическая математическая модель формирования урожая чая. С использованием этой модели оценивается эффект ожидаемого изменения климатических факторов. С учетом измененных температур рассчитываются оптимальные в этом случае количества декадных осадков и, на этой основе, определяется урожай, полученный в результате использования дополнительных осадков. Количественно оцениваются не только отдельные эффекты изменения климата и оптимизации агротехники (урегулирования осадков), но и экономическая прибыль, полученная в результате их совместного влияния.