

YOT 581.6: 615 + 575.24

ÇAY BİTKİSİ (*CAMELLIA SINENSIS* (L.) KUNTZE) POPULYASIYALARINDA GENETİK MÜXTƏLİFLİK VƏ ONUN EDAFİK-İQLİM AMİLLƏRİ İLƏ ƏLAQƏSİ

dosent, Məmmədhüseyn Hüseynov
professor, Aziz Eftekhari
dosent, Elvin Əliyev
Lənkəran Dövlət Universiteti
Türkiyə Respublikası Ege Universiteti
Lənkəran Dövlət Universiteti
mamed.h@mail.ru
eftekhari.aziz@gmail.com
elvinaliyev1989@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2551-4732>
<https://orcid.org/0000-0003-0274-4479>
<https://orcid.org/0000-0003-3755-5846>

DOI: <https://doi.org/10.30546/2958-8111.2025.3.1137>

Xülasə

Tədqiqat işində Lənkəran-Astara bölgəsində becərilən çay bitkisinin (*Camellia sinensis* (L.)Kuntze) sort və formalarında genetik müxtəlifliyin yaranmasına edafik və iqlim amillərinin təsiri öyrənilmişdir. Edafik və iqlim şəraiti birbaşa - torpaq və iqlim amillərinin çay populyasiyalarında genetik quruluşu, allel tezliklərini, adaptiv xüsusiyyətləri və genotiplər arasında diferensiasiyayı formalaşdırmaqla və ya dolayısı ilə isə bitki-torpaq mikrobiomu və biotik proseslər vasitəsilə genetik müxtəlifliyi formalaşdırır. Çay bitkisinin (*Camellia sinensis* (L.)Kuntze) sort və formalarında molekulyar markerlərdən istifadə edilərək genetik müxtəlifliyi öyrənilmişdir. Genetik müxtəliflik seleksiya üçün baza olmaqla yanaşı, populyasiyaların çevikliyini və ətraf mühit dəyişikliklərinə dözümlülüyünü müəyyən edir. Genetik müxtəlifliyi öyrənmək üçün seleksiya işində molekulyar markerlərdən istifadə nəticə etibarlı ilə daha effektivdir. Molekulyar marker sistemləri arasında RAPD (Randomly Amplified Polimorphic DNT) markerləri genetik müxtəlifliyin aşkarlanması və filogenezin təhlili üçün ən çox istifadə edilən üsuldur. Molekulyar marker sistemləri arasında RAPD markerləri sürəti, sadəliyi və genetik müxtəlifliyin aşkarlanması və filogenezin təhlil üçün ən çox istifadə edilən üsuldur. Bu tədqiqatda RAPD markerləri ilə filogenetik analizlər göstərdi ki, genom səviyyəsində tədqiq olunan çay genotipləri arasında yüksək genetik diferensiasiya var.

Açar sözlər: *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, biokimyəvi və molekulyar markerlər, edafik amillər, iqlim, genetik müxtəliflik

Giriş

Çay bitkisi (*Camellia sinensis* (L.)Kuntze) dünya üzrə iqtisadi və mədəni əhəmiyyətə malik, həmçinin yüksək fenotipik və genetik variasiya nümayiş etdirən bitkidir. Genetik müxtəliflik seleksiya üçün baza olmaqla yanaşı, populyasiyaların çevikliyini və ətraf mühit dəyişikliklərinə dözümlülüyünü müəyyən edir. Çay bitkisi dünya əhalisinin təxminən 70%-i tərəfindən istehlak edilir [4, 8]. Tədqiqat işinin məqsədləri: Lənkəran-Astara bölgəsində becərilən çay yetişdirilməsinə təsir edən edafik şəraiti və iqlim dəyişənlərini xarakterizə etmək; seçilmiş sortlar arasında əsas artım parametrlərini və məhsuldarlıq fərqlərini müəyyən etmək; RAPD molekulyar markerlərdən istifadə edərək genetik müxtəlifliyi qiymətləndirmək.

Azərbaycanın cənub bölgəsinə intraduksiya olunmuş çay bitkisi bölgənin iqtisadiyyatında mühüm rol oynayır [5, 2]. Xarici mühitin dəyişən şəraitinə qarşı çox həssas olan çay bitkisinin (*Camellia sinensis* L.) genetik müxtəlifliyinin qiymətləndirilməsi və onlara istinad edərək genofondunun öyrənilməsi zəruri olan ilk addımlardan biridir [7]. Tədqiqatlar Lənkəran-Astara bölgəsində Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi tədqiqat İnstitutu Lənkəran Elmi Təcrübə Bazasının təcrübə sahəsində becərilən Fərmançay 1/73, Lənkəran 2/17, Xəzər 3/341, S/S-11, S/S-13, S/S-14, S/S-15, S/S-18, S/S-19, Kolxida və Çəhrayı 4/44 çay genotipləri üzərində aparılmışdır. Çay (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) subtropik və tropik bölgələrdə becərilən iqtisadi cəhətdən ən qiymətli çoxillik bitkilərdən biridir. Bitkinin temperatur, rütubət, torpağın turşuluğu və yağıntı normaları kimi ətraf mühit parametrlərinə həssaslığı onu iqlim və edafik şəraitin etibarlı bioindikatoruna çevirir. Azərbaycanda çay becərilməsi son vaxtlar yenidən strateji əhəmiyyət kəsb edərək torpaqlardan davamlı istifadəyə, genetik təkmilləşdirməyə və aqroekoloji optimallaşdırmaya marağın yenidən artmasına səbəb olub. Çayın məhsuldarlığı və keyfiyyəti təkcə genetik mənsubiyyətlə deyil, həm də edafik və iqlim uyğunluğu ilə tənzimlənir. Optimal böyümə adətən yüksək üzvi maddələrə və adekvat makro və mikroelementlərə malik turşu torpaqlarda baş verir. Yersiz gübrə tətbiqi, xüsusilə ammonium əsaslı mənbələr torpağın pH-nı optimal səviyyədə aşağı sala bilər, kök inkişafına və qida maddələrinin udulmasına mənfi təsir göstərir. Buna görə də, dəqiq aqrokimyəvi profiləşdirmə və torpağın idarə edilməsi strategiyaları çayın uzunmüddətli davamlılığı üçün vacibdir. Bundan əlavə, çay bitkiləri tumurcuqların gücünü və ikincil metabolit sintezini qorumaq üçün sabit rütubətə və vegetativ dövr ərzində bərabər paylanmış yağışa ehtiyac duyur. Aparığımız tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, çay genotipləri arasında genom səviyyəsində genetik fərqlənmə var [3, 6, 7].

Tədqiqat obyektlərində genetik müxtəlifliyinin qiymətləndirilməsi üçün RAPD markerlərindən istifadə edilmiş, polimorfizmin mövcudluğunun orta hesabla 52% və 93% arasında dəyişdiyi müəyyən edilmişdir. Test edilən genotiplər arasındakı genetik oxşarlıq isə 0.440 ilə 0.815 arasında dəyişmiş və ortalama 0.508-yə bərabər olmuşdur. Eyni zamanda əldə edilən nəticələr genetik oxşarlığı aşağı olan (0.443) sort (Fərmançay 1/73 və "Lənkəran") və formaların ("S/S-11" və "S/S-18") morfoloji xüsusiyyətləri ilə, genetik oxşarlığı yüksək olan (0.816) sort Fərmançay 1/73 və "Xəzər 3/341" və formaların ("S/S-13", "S/S-14", "S/S-15") morfoloji xüsusiyyətləri və keyfiyyət göstəriciləri arasında korelyativ əlaqənin olmasını göstərdi. Yerli sortlar arasında genetik müxtəlifliyin tədqiqi, iqtisadi cəhətdən daha qiymətli sortların müəyyən edilməsi mövzusu həmişə aktuallığı ilə diqqəti cəlb edir və bu istiqamətdə tədqiqatlara geniş yer verilir.

Material və metodika

Tədqiqat işləri 2020-2022-ci illərdə Çayçılıq Elmi Tədqiqat İnstitutu Lənkəran Elmi Təcrübə Bazasının təcrübə zonasında becərilən çay bitkisinin (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) müxtəlif sort və forma üzərində aparılmışdır. İlk dəfə Lənkəran-Astara bölgəsinə intraduksiya olunmuş, xarici mühit amillərinin təsirinə həssas olan çay bitkisinin (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) müxtəlif sort, forma və klonların genetik müxtəlifliyin yaranmasına edafik və iqlim amillərinin təsirini öyrənmək üçün RAPD markerlərindən istifadə edilmişdir [7].

Çay genotiplərinin yarpaqlarından genom DNT-nin ayrılması modifikasiya olunmuş CTAB protokolu (72) əsasında, bəzi modifikasiyalar etməklə aşağıdakı mərhələlərdə aparılmışdır. Bitki toxuması (0,5 qram) - cavan yarpaqlar həvəngdəstədə maye azotda açıq-yaşıl rəngli toz halına düşüncə döyülür və cəld eppendorf tüblərə yığılır; hüceyrələrin lizisini həyata keçirmək üçün eksperimentdən bilavasitə əvvəl hazırlanmış CTAB ekstraksiya buferi (2% CTAB, 0.1 M Tris HCl, pH 8.0), 1.4 M NaCl, 20 mM EDTA) və merkaptotanol qarışığı (2 ml CTAB buferi : 4 ml merkaptotanol nisbətində qarışdırılmış) su hamamında 65°C qədər qızdırılır və hər tübə 1 ml həcmində əlavə edilir, cəld və yaxşıca qarışdırılır; tüblər su hamamında 65°C şəraitində 30 dəq inkubasiya edilir; nümunələri otaq temperaturuna qədər soyudub (22-24°C) 0,4 ml xloroform əlavə edib, yaxşıca qarışdırmaq və yenidən su hamamında 10 dəq. müddətində 65°C şəraitində vaxtaşırı qarışdırmaqla inkubasiya etmək; tüblər 14000 g sürətlə 10-15 dəq müddətində sentrifüqasiya edilir;

çöküntünün üzərində olan su fazası götürülür və tərkibində olan DNT-ni çökdürmək üçün üzərinə ~bərabər həcmdə (0,6 ml) izopropanol spirti əlavə edilir; DNT preparatı çökür və maye içərisində olan pambıq lifi şəklində müşahidə edilir. Çökmüş DNT-ni digər tübə keçirib üzərinə 70%-li etanol əlavə etməklə vortex-də qarışdırmaqla çöküntünü yuyuruq (prosedur 2 dəfə təkrar olunur). CTAB spirtə həll olur, DNT isə çökür; qurudulmuş DNT nümunələri 300 mkl TE buferi (Tris-HCl 10 mM pH 7,8; EDTA 1 mM) və ya ddH₂O-da həll edilir. Həll olmuş DNT-ni -20°C-də saxlayırıq.

DNT yarpaqlardan və 3 təkrarda ekstraksiya olunub.

DNT-nin miqdarının və təmizlik dərəcəsinin spektrofotometrik yolla təyini

Bitkilərin yarpaqlarından ekstraksiya edilmiş DNT nümunələrinin qatılığı və təmizlik dərəcəsi Nanodrop 2000c (Thermo Scientific, ABŞ) spektrofotometrində təyin edilmişdir. PZR üçün yararlı olan DNT nümunələrinin optimal təmizlik dərəcəsi $1,7 \leq OS_{260}/OS_{280} \leq 2$ təşkil edir. DNT-nin miqdarı təyin olunduqdan sonra PZR reaksiyasının aparılması üçün hər bir nümunə DNT-dən 20 nq/mkl qatılıqlı işçi məhlullar hazırlanmışdır.

PZR nəticələrini vizuallaşdırmaq üçün aqaroza gelində üfüqi elektroforez üsulundan istifadə edilmişdir. DNT fraqmentlərinin elektroforetik ayrılması etidium bromidlə boyanmış (0,5mkq/ml) 1,5%-li aqaroza gelində TAE buferində (TAE tərkibi: 40 mM Tris-asetat, 0,1 mM Na₂EDTA, pH 8,0) aparılmışdır. Nümunələri gelin yuvacıqlarına daxil etməzdən əvvəl 15mkl PZR məhsulun üzərinə 3mkl rəngləyici məhlul (50% -li qliserol, 1% -li SDS, EDTA 0,1 M, 0,5 mq/ml bromfenol göyü) əlavə edilib qarışdırılır. Elektroforez 8 V/sm gərginlikdə, 1 saat ərzində aparılmışdır. DNT nümunələrinin vizuallaşdırılmasında və gelin şəklinin alınmasında GelDoc avadanlığından (Bio-Rad, ABŞ) istifadə edilmişdir.

Tədqiqatlar Lənkəran Elmi Təcrübə Bazasının təcrübə sahəsində becərilən S/S-11, S/S-13, S/S-14, S/S-15, S/S-18, S/S-19, Fərmançay 1/73, Kolxida, Lənkəran 2/17, Xəzər 3/341 və Çəhrayı 4/44 kimi on bir çay genotipi üzərində aparılmışdır [7].

Nəticələr və onların müzakirəsi

Tədqiqat işində Lənkəran-Astara bölgəsində becərilən çay bitkisinin (*Camellia sinensis* (L.)Kuntze) genetik müxtəlifliyinə edafik və iqlim amillərinin təsiri öyrənilmişdir.

Genomdan DNT CTAB metodundan istifadə etməklə seçilmiş sort və formaların yaşıl yarpaqlarından alınmışdır. Çıxarılan DNT steril ionlaşdırılmış suda həll edilmiş və sonra -20°C-də saxlanılmışdır. PSR üçün genom DNT-nin qatılığı və saflığı spektrofotometriya ilə müəyyən edilmişdir (Biotech, Epoch 5, USA). Daha sonra DNT nümunələri 20 nq/μL -ə qədər seyreltilmiş, tədqiq olunan çay genotiplərinin genetik müxtəlifliyini öyrənmək üçün 10 müxtəlif RAPD primeri seçilmişdir. Tədqiqatda istifadə olunan RAPD primerləri Cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

RAPD markerləri tərəfindən yaradılan əsas ardıcılıqlar və genetik variasiya parametrləri

Primer	Sequence (5'–3')	TAB	NPB	PPB	PIC	EMR	MI
OPA-09	GGGTAACGCC	15	13	86.67	0.510	4.98	3.09
OPA-16	AGCCAGCGAA	10	9	90.00	0.569	6.56	3.73
OPA-18	AGGTGACCGT	16	13	81.25	0.891	9.56	8.52
OPA-19	CAAACGTCGG	8	4	50.00	0.489	3.96	2.98
OPAB-04	GGCACGCGTT	18	15	83.33	0.989	10.12	10.00
OPAB-05	CCCGAAGCGA	10	8	80.00	0.612	5.92	3.62
OPAB-07	GTAAACCGCC	9	8	88.89	0.524	5.94	3.11
OPAB-09	GGGCGACTAC	11	10	90.91	0.885	6.82	6.03
OPAB-18	CTGGCGTGTC	20	19	95.00	0.968	10.12	9.80
OPAB-19	ACACCGATGG	15	14	93.33	0.936	8.86	8.29
Total	–	132	113	–	–	–	–
Minimum	–	8	4	50.00	0.489	3.96	2.98
Maximum	–	20	19	95.00	0.989	10.12	10.00
Mean	–	13.20	11.30	83.94	0.737	7.28	5.92

TAB - ümumi gücləndirilmiş zolaqlar; NPB—polimorf zolaqların sayı; PPB-polimorf zolaqların faizi; PIC-polimorfizm məlumat məzmunu; EMR-effektiv multipleks nisbəti; MI - marker indeksi.

PIC, EMR və MI kimi marker göstəricilərinin yüksək qiymətlərə malik olması istifadə olunan markerlərin informativliyinin və effektivliyinin yüksək olduğunu göstərir. Xüsusilə, yüksək PIC dəyəri markerin polimorfizm səviyyəsinin yüksək olduğunu və genotiplər arasında fərqlərin daha dəqiq aşkar edildiyini ifadə edir. EMR və MI göstəricilərinin yüksək olması isə markerlərin çoxsaylı polimorf lokusları effektiv şəkildə aşkar etmək qabiliyyətini və ümumi diaqnostik gücünü əks etdirir. Bu baxımdan, qeyd olunan göstəricilərin yüksək olması istifadə olunan markerlərin nümunələrin identifikasiyası, genetik müxtəlifliyin qiymətləndirilməsi və seleksiya proqramlarında perspektivli genotiplərin seçilməsi üçün daha əlverişli və etibarlı olduğunu təsdiqləyir.

Genotiplər arasında fərq 0,32 ilə 0,84 arasında dəyişmişdir. Bütün 11 genotip üzrə orta oxşarlığın 0,56 olduğu müəyyən edilmişdir ki, bu da bütün genotiplərin bir-biri ilə orta dərəcədə fərqləndiyindən xəbər verir. Oxşarlığın maksimum dəyəri 0,83 qiymətlə S/S -19 və Çəhrayı 4/44 genotipləri arasında, 0,79 oxşarlıq əmsali ilə S/S -13 və Çəhrayı 4/44 arasında müşahidə edilmişdir. S/S -14 və Xəzər 3/341 genotipləri arasında oxşarlıq indeksi 0,32 olaraq ən uzaq genotiplər kimi qiymətləndirilmişlər.

Molekulyar məlumatların ekoloji kontekstlə inteqrasiyası regionda çayın genetik ehtiyatlarının uyğunlaşma qabiliyyəti və uzunmüddətli davamlı istifadəsini təmin edir. Respublikamızda çay bitkisinin inkişafı üçün böyük iqtisadi potensiala malik təbii şəraiti ən əlverişli olan bölgə Lənkəran iqtisadi rayonudur. Həmçinin Lənkəran bölgəsi respublika üzrə əhalinin torpaqla ən az təmin olduğu zonalardan da biridir. Bu baxımdan bölgənin torpaq fondundan səmərəli istifadə problemi, onun çay, sitrus və digər bitkilərin təyinatları üzrə düzgün bölüşdürülməsi indiki şəraitdə aktuallaşmışdır [1]. Məlumdur ki, hər bir mədəni bitkinin özünün bioloji xüsusiyyətindən asılı olaraq müəyyən torpaq və iqlim şəraitinə tələbkarlığı fərqlidir. Torpağın mühitinə, mexaniki tərkibinə, şorlaşmasına, bataqlaşmasına, nəmlik dərəcəsinə və başqa xüsusiyyətlərinə hər bitkinin münasibəti eyni deyildir. Çay bitkisinin tələbatına uyğun torpaq sahəsinin seçilib müəyyən edilməsi, torpaqdan asılı olaraq əkin sahəsinin seçimi, onun becərilməsi, yararlı şəkildə istifadəyə verilməsi kənd təsərrüfatında xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Xüsusən çoxillik bitkilərin, eləcə də çay plantasiyalarının salınmasında torpaq sahələri düzgün ayrılmalıdır [1]. Lənkəran bölgəsində yayılmış torpaq tiplərinin mürəkkəb xüsusiyyətlərinin və həcmnin, çay və sitrus bitkilərinin torpağa olan tələbatının müxtəlifliyini nəzərə alaraq yeni torpaq sahələrinin əkin dövrünə daxil edilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir [2]. Çay bitkisi yalnız müəyyən istilik və rütubət şəraitində böyüyür və inkişaf edir. Çünki, onun vətəni rütubətli subtropik və tropik ölkələridir. Ona görə də bu bitkinin bioloji və vegetativ xüsusiyyətləri adi bitkilərdən çox fərqlənir. Müşahidələr zamanı məlum olmuşdur ki, çay bitkisinin məhsuldarlığı havanın nisbi rütubətliliyi, quraqlığa davamlılıq dərəcəsi və quraq keçən aylarda yağışlı günlərin sayı ilə daha sıx korelyativ əlaqəlidir.

Genetik müxtəlifliyinə görə fərqlənən sort və formaların əkildiyi sahələrin torpaqlarının aqrokimyəvi xüsusiyyətləri (pH, N, P₂O₅, K və hümüs tərkibi) öyrənilmişdir. Çay bitkisi pH 4.5 ilə 6.0 arasında optimal böyümə göstərir. Torpağın pH-ı 4,5-dən turşu istiqamətinə və ya 6,0-dan qələvi istiqamətə dəyişdiyi zaman çay bitkisinin inkişafına mənfi təsir göstərir. Çayaltı torpaqlarımızda pH-ın əhəmiyyətli və arzuolunmaz şəkildə azalmasının əsas səbəblərindən biri də bu torpaqlarımızın birtərəfli və bol ammonium sulfat gübrəsi ilə gübrələnməsidir. Çay altına yalnız o torpaqlar yararlı sayılır ki, onların 80-100 sm dərinliyə qədər pH-4-6,5 və qurunt sularının səviyyəsi 100 sm-dən aşağı olsun [1]. Lənkəran-Astara bölgəsində çay plantasiyaları altına ilk növbədə sarı dağ-meşə torpaqları, sarı-podzollu torpaqlar və sarı-podzollu qleyli torpaqlar istifadə edilir. Tədqiq olunmuş çay sort və formaların becərildiyi məhsuldar çay sahəsinin (diqram 1) və yeni salınmış çay sahəsinin torpaq (səthdən şaquli istiqamətdə müxtəlif dərinliklərdə (sm-lə) 0-20; 20-40;40-60;60-80;80-100) təhlili aparılmışdır.

Diqram 1.

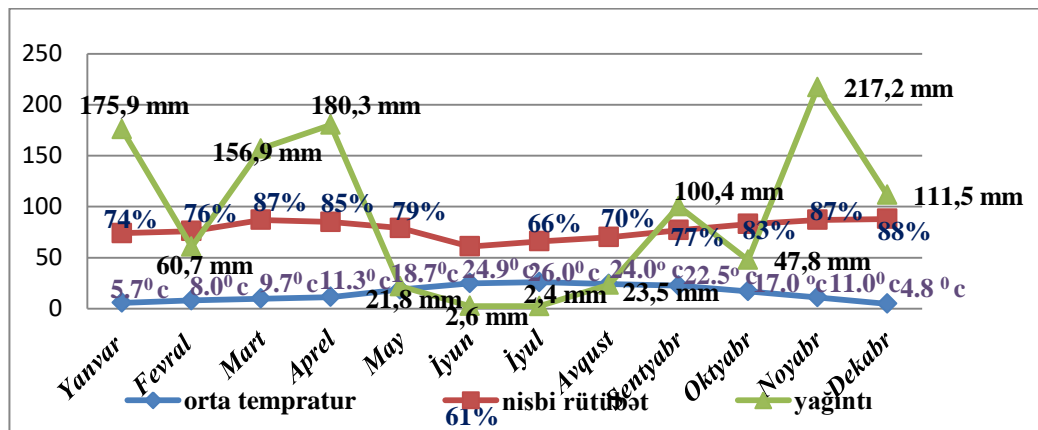
Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi Tədqiqat İnstitutunun Lənkəran Elmi Təcrübə Bazasının məhsuldar çay sahəsinin torpaq təhlili

№	Torpaq qatları, sm	pH	Ümumi, %			Mənimsənilən qida maddələri, mq/kg			
			N	P ₂ O ₅	Humus	N/NH ₄ udulmuş	N/NO ₃	P ₂ O ₅ mütəhərrik	K ₂ O mübadiləvi
1	0-20	5,7	0,38	0,40	2,5	30,5	8,24	118,0	160,5
2	20-40	5,78	0,33	0,35	2,4	26,8	6,8	102,0	157,2
3	40-60	5,80	0,28	0,31	1,9	22,6	5,7	99,7	140,3
4	60-80	5,95	0,24	0,27	1,3	20,3	4,9	91,0	133,8
5	80-100	6,1	0,21	0,23	1,0	18,9	4,0	87,7	125,1

Çay plantasiyaları salınarkən yerin iqlim və torpaq şəraitinin analizi aparılmalıdır, eyni zamanda relyefini, dəniz səviyyəsindən hündürlüyünü və zərərli küləklərdən müdafiəsini bilmək lazımdır. Çay plantasiyalarından ötrü dəniz səviyyəsindən 600 m hündürlükdə olan bütün düzən sahələr və maililiyi 20 dərəcəyə qədər yamaclar yararlıdır [5]. Fenoloji müşahidələr məhsula düşmüş 7-8 illik çay kolları üzərində aparılmış, bu müddətdə bölgə ərazisində aylar üzrə havanın orta nisbi rütubətliliyi və aylıq yağıntı miqdarı haqqında rəsmi statistik məlumatlar Cənub Regional Hidrometeorologiya Mərkəzindən (CRHM) götürülmüşdür. Tədqiqat materialına aid bitkilərin quraqlığa davamlılığı fenoloji müşahidə metodlarından istifadə edilərək tədqiq edilmişdir. Aparılan müşahidələrdən məlum olmuşdur ki, orta illik yağıntının miqdarı 1200-1500 mm-dən və havanın nisbi rütubətliliyi 70-75%-dən yüksək olan ərazilərdə çay bitkisi normal böyüyüb inkişaf edir. Xüsusən çay bitkisinin vegetasiyasının zəruri mərhələsində yaz-yay aylarında (2020-2021-ci illərdə) illik yağıntının miqdarı və rütubətin faizi normadan aşağı olmuşdur (qrafik 1,2) [4]. Çay bitkisinin iqlim faktorları içərisində ən mühümləri: istilik, işıq, havanın rütubətliliyi, atmosfer çöküntüləri, külək sayılır [5]. Aparığımız müşahidələr göstərir ki, atmosfer yağıntılarının il boyu bərabər paylanmaması (1200-1300 mm-dən az), anormal istilər nəticəsində çay bitkisinin normal məhsul verməsi üçün lazım olan rütubətin (70-75%-dən az) çatışmaması, dəniz səviyyəsindən hündürlüyünün dəyişməsi məhsuldar forma-klonlarının genetik davamlılığını zəiflədir. Torpaq və havada su çatışmazlığı zərif zoğların boyatma qüvvəsini zəiflədir, yarpaqlar kobudlaşır və nəticədə məhsuldarlıq aşağı düşür [1]. Çay bitkisinin toplanmış yeni kolleksiya sahəsində genetik müxtəlifliyi öyrənilmiş S/S -11 və 4/44 Çəhrayı sort və formaları arasında genetik fərqlilik eyni zamanda onların bioloji xüsusiyyətlərində özünü göstərmişdir (Şəkil 1, 2).

Qrafik 1

Lənkəran bölgəsində 2020-ci il ərzində orta aylıq yağıntı miqdarının (mm-lə), orta aylıq nisbi rütubətinin (%-lə) və orat aylıq tempratur göstəricilərinin müqayisəli qrafik təhlili





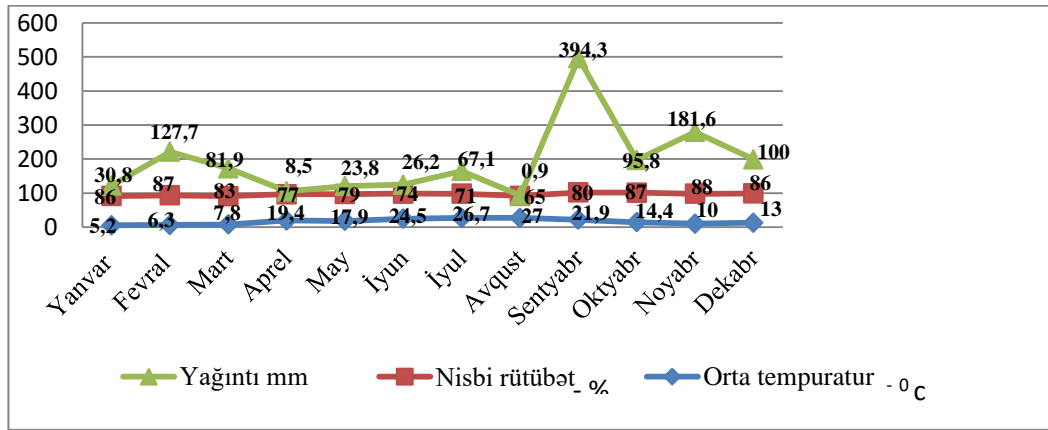
Şəkil 1. S/S-11



Şəkil 2. 4/44 Çəhrayı

Qrafik 2

Lənkəran bölgəsində 2021-ci il ərzində orta aylıq yağıntı miqdarının (mm-lə), orta aylıq nisbi rütubətinin (%-lə) və orta aylıq temperatur göstəricilərinin müqayisəli qrafik təhlili



Müşahidələrimiz tədqiqat işində qarşıya qoyulan məqsədə uyğun olaraq aylar üzrə havanın rütubəti və ya quraq keçməsi nəzərə alınmaqla bitkinin vegetasiyası dövründə (ilın bütün aylarında) kolların tumurcuqlanma, zoğ əmələ gətirmə və boy atma kimi xüsusiyyətlər üzərində aparılmışdır. Rayonlaşmış “Azərbaycan-2” (nəzarət) ilə müqayisədə vegetasiyanın başlanması adətən aprel ayının əvvəllərinə təsadüf etdiyi halda, yeni rayonlaşdırılmış sortlar içərisində ən tez vegetasiya başlama-“Fərmançay 1/73”, “Lənkəran”, “Xəzər 3/341” “Fərmançay çəhrayı” sortlarında müşahidə edilmişdir. Qeyd olunan sortlar klon seleksiyası yolu ilə alınmışdır.

Nəticə

1. Lənkəran-Astara bölgəsində çay bitkisinin mövcud sort və formaların genotiplərində fərqlilik ilə bioloji potensialları arasında korelyativ əlaqə mövcuddur.

2. Atmosfer yağıntılarının il boyu bərabər paylanmaması (1200-1300 mm-dən az), anormal istilər nəticəsində çay bitkisinin normal məhsul verməsi üçün lazım olan rütubətin (70-75%-dən az) çatışmaması, dəniz səviyyəsinin hündürlüyünün dəyişməsi məhsuldar sort və formaların genetik davamlılığını zəiflədir.

3. Edafik və iqlim şəraitinin birbaşa təsiri populyasiyalar arasında genetik fərqlərin yaranmasına səbəb olan prosesləri sürətləndirir.

Ədəbiyyat

1. Babayev X., (2018). Azərbaycanın Lənkəran zonasında çayayararlı torpaqların seçilməsi və onlardan səmərəli istifadə edilməsi. Lənkəran Dövlət Universitetinin Elmi Xəbərləri, № 1. s.33-39
2. Əhmədov Ə-C.İ. (2010). Azərbaycan çayı. Monoqrafiya. Bakı, ADİU-nin nəşriyyatı, 170 s

3. Hüseynov M.B., (2020) Lənkəran-Astara bölgəsində becərilən çay bitkisinin spontan mutagenizasiya zamanı xromosom dəyişmələrinin tezliyi. Azərbaycan Respublikası, Odlar Yurdu Universitetinin Elmi və Pedaqoji Xəbərləri, Bakı, № 56, s. 295-301
4. Hüseynov M.B., (2022). Lənkəran-Astara bölgəsində becərilən çay bitkisinin genetik müxtəlifliyi və seleksiyası. Pedaqoji Universitetinin Xəbərləri, Riyaziyyat və Təbiət elmləri seriyası., C.70, № 4, s.105-114
5. Quliyev F.A., Məmmədov C.Ş., Abdullayev F.M, (2012). Azərbaycanda çayın (*Camellia sinensis* L.) becərməsinin elmi-praktik əsasları. Bakı. s.333
6. Arefin M.R., Sabibul H.M. (2024). t.al. Characterization and Genetic Diversity of Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) Genotypes for Waterlogging Tolerance. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. December. 93 (12):3411-3442 DOI:[10.32604/phyton.2024.058893](https://doi.org/10.32604/phyton.2024.058893)
7. Huseynov M.B., Suleymanova Z.C., Ocaqi C., Mammadov A. (2020). Ch. Molecular phylogeny of Azerbaijan tea (*Camelliasinensis* (L.) genotypes by using RAPD markers. *Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Summer Debates:abstracts of the 2nd International Scientificand Practical Internet Conference*, August17-18, pp.149
8. Karak, T., and Bhagat, R.M., (2010). Trace Elements in Tea Leaves, Made Tea and Tea Infusion: A Review, *Food Research International*, vol. 43, pp. 2234–2252.

THE IMPACT OF EDAPHIC AND CLIMATIC FACTORS ON THE GENETIC DIVERSITY OF THE TEA PLANT (*CAMELLIA SINENSIS* (L.) KUNTZE)

Mammadhuseyn Huseynov
Aziz Eftekhari
Elvin Aliyev
Lankaran State University
Ege University, Republic of Türkiye
Lankaran State University

Abstract

In this study, the influence of edaphic and climatic factors on the formation of genetic diversity in tea plant (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) cultivars and forms cultivated in the Lankaran-Astara region was investigated. Edaphic and climatic conditions shape genetic diversity either directly - by influencing the genetic structure, allele frequencies, adaptive traits, and differentiation among genotypes within tea populations - or indirectly through plant–soil microbiomes and biotic processes. The genetic diversity of tea cultivars and forms was examined using molecular markers. Genetic diversity not only serves as a fundamental basis for breeding programs but also determines the adaptability of populations and their resilience to environmental changes. The application of molecular markers in breeding studies is considered more effective for assessing genetic diversity. Among molecular marker systems, RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA) markers are one of the most widely used methods for detecting genetic diversity and analyzing phylogeny. In this research, phylogenetic analyses based on RAPD markers revealed a high level of genetic differentiation among the studied tea genotypes at the genomic level.

Keywords: *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, biochemical and molecular markers, edaphic factors, climate, genetic diversity

ВЛИЯНИЕ ЭДАФИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЧАЙНОГО РАСТЕНИЯ (*CAMELLIA SINENSIS* (L.) KUNTZE)

Мамедгусейн Гусейнов

Азиз Эфтехари

Эльвин Алиев

Лянкяранский государственный университет

Университет Эге, Турецкая Республика

Лянкяранский государственный университет

Аннотация

В исследовательской работе изучено влияние эдафических и климатических факторов на формирование генетического разнообразия сортов и форм чайного растения (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze), возделываемых в Лянкяран-Астаринском регионе. Эдафические и климатические условия формируют генетическое разнообразие как напрямую посредством воздействия почвенных и климатических факторов на генетическую структуру чайных популяций, частоты аллелей, адаптивные признаки и дифференциацию между генотипами, так и косвенно, через взаимодействие растения с почвенным микробиомом и биотические процессы. Генетическое разнообразие сортов и форм чайного растения (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) было изучено с использованием молекулярных маркеров. Генетическое разнообразие является не только основой для селекционной работы, но и определяет адаптивный потенциал популяций и их устойчивость к изменениям окружающей среды. Использование молекулярных маркеров в селекционных исследованиях считается более эффективным методом оценки генетического разнообразия. Среди систем молекулярных маркеров RAPD-маркеры (Randomly Amplified Polymorphic DNA) являются одним из наиболее широко применяемых методов для выявления генетического разнообразия и анализа филогенетических связей. В рамках данного исследования филогенетический анализ с использованием RAPD-маркеров показал наличие высокой степени генетической дифференциации между исследуемыми генотипами чайного растения на уровне генома.

Ключевые слова: *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, биохимические и молекулярные маркеры, эдафические факторы, климат, генетическое разнообразие

Daxil oldu:

19.01.2026

Çap edildi:

25.05.2026