

UOT 663.95:664.08

ÇAY İSTEHSALININ ƏSAS TEXNOLOJİ PROSESLƏRİNİN MÜASİR VƏZİYYƏTİNİN TƏHLİLİNİN BƏZİ ASPEKTLƏRİ VƏ MƏHSULUN L-TEANİN VƏ KOFEİN TƏRKİBİ

t.ü.f.d., dosent Mühəndis Cahangirov
b.ü.f.d., dosent Sevinc Məhərrəmov
t.e.d., professor Mikayıl Məhərrəmov
Lənkəran Dövlət Universiteti
Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
mmccay@mail.ru
maqerramovasevinc29@mail.ru
mikailmaharramov1950@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5627-173X>
<https://orcid.org/0000-0002-1599-7013>
<https://orcid.org/0000-0002-4688-5823>

DOI: 10.30546/2958-8111.2025.2.117

Xülasə

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, əsas çay məhsulları həm emalının texnoloji rejiminə, həm də öz xassəsinə, kimyəvi tərkibinə və keyfiyyətinə görə bir-birindən fərqlənir. Eyni zamanda, hər çay növünün özünəməxsus və həlledici bir istehsal prosesi müəyyənləşdirilmişdir. Çay (*Camellia sinensis* L.) kimyəvi tərkibinə görə ən unikal və mürəkkəb bitkidir. Çayın tərkibinə daxil olan maddələr fizioloji aktivliyə malikdir və bir sıra xəstəliklərin müalicəsində və profilaktikasında istifadə oluna bilər. Çayın tərkibində olan amin turşularının qeyri-adi bioloji aktivliyi və onun insan orqanizminə təsiri nəzərə alınaraq Lənkəran-Astara bölgəsində yetişdirilən və emal edilən yaşıl çay yarpaqlarının tərkibindəki amin turşuları və onların dinamikası tədqiq edilmiş, çay ekstraktlarının (dəmləmələrinin) tərkibində əvəzolunmaz amin turşuları da daxil olmaqla 16 amin turşusu olduğu müəyyən edilmişdir. Teanın amin turşularının ümumi miqdarının əsasını təşkil edir. Lənkəran-Astara bölgəsində yetişdirilən çay yarpaqlarında L-teaninin ən yüksək miqdarı Azərbaycan-4 çay sortunda ($16,82 \pm 0,43$), ən az isə YP (Lənkəran) yerli populyasiyasında ($9,96 \pm 0,35$), eyni zamanda kofeinin ən yüksək miqdarı da Azərbaycan-4 sortunda ($30,16 \pm 0,56$), ən az miqdarı isə Kolxida sortunda ($22,85 \pm 0,31$ mq/q quru çəki) müşahidə edilmişdir. Təzə çay yarpaqlarının tərkibində kofein və L-teaninin miqdarının nisbəti sortdan asılı olaraq 1,77-2,32 arasında dəyişir.

Açar sözlər: çay yarpağı, emal, proses, ekstraksiya, sağlamlıq, amin turşusu, teanın, kofein

Giriş

Theaceae ailəsinə aid olan *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze (çay) bitkisinin təzə yarpaqlarından əldə edilən çay, sudan sonra dünyada insanlar tərəfindən ən çox istehlak edilən ikinci içkidir. Təbiiq olunan emal üsullarından asılı olaraq çay yarpağından qara, yaşıl, ağ, sarı, ulun (oolong) və puer kimi altı əsas növ çay istehsal olunur. Bu çaylar istehsal prosesi zamanı məruz qaldıqları oksidləşmə səviyyələrinə görə təsnif edilir: yaşıl və ağ çay minimal oksidləşməyə, ulun (oolong) və sarı çay orta oksidləşməyə, qara və puer çaylar isə yüksək oksidləşməyə məruz qalır. Çayın kimyəvi tərkibinə isə həm də onun yetişdirildiyi bölgə, iqlim şəraiti, mövsüm, bitkinin yaşı və növü, emal üsulları təsir göstərir. Bundan əlavə, çay ekstraktı istehsalı və dəmləmə vaxtı digər faktorlar, o cümlədən dəmləmə qabı, suyun temperaturu, ekstraksiya (dəmləmə) vaxtı, çay/su nisbəti (hidromodul) və s. infuziya tərkibinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir [1, s.1-19; 2, s.6-16, 94-106; 3, s.23-27; 4, s.1798-1807].

C. sinensis bitkisindən alınan çayda geniş spektrli fenol birləşmələri və uçucu komponentlər vardır. Mövcud tədqiqatlar göstərir ki, çay və ondan alınan digər məhsullar (cövhərlər, içkilər,

ekstraktlar və s.) iltihab, ürək-damar, mədə-bağırsaq, diabetik və neyrodegenerativ xəstəliklərə, həmçinin bəzi xərcəng növlərinə və nevroloji xəstəliklərə, o cümlədən depressiya və idrak qabiliyyətinin azalmasına qarşı qoruyucu təsir göstərə bilər. L-teanın və kofein bu təsirlərin meydana gəlməsi ilə əlaqəli olan iki vacib bioaktiv komponentlərdir [2, s.16-25; 4, s.1798-1807].

Yalnız çay bitkisinde aşkar edilən qeyri-zülali amin turşusu olan L-teanın, yaşıl çayın ümumi ləzzətini təmin edən əsas birləşmədir. L-teanın katexin və kofeinin səbəb olduğu acılığı tarazlaşdırmaqda rolundan əlavə, sedativ təsir, antitümör fəaliyyəti, ürək-damar xəstəliklərinin qarşısının alınması və neyroprotektiv xüsusiyyətlər də daxil olmaqla müxtəlif sağlamlıq faydalarına malikdir. Diqqəti artıraraq idrak qabiliyyətinə müsbət təsir göstərə bilər [2, s.16-25; 5, s.327-341].

Çayın tərkibindəki bu bioaktiv komponentlərin səviyyələri emal proseslərinin texnoloji parametrlərindən, xüsusilə fermentasiya dərəcəindən asılı olaraq əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Müasir tədqiqatlar L-teanın, kofein və katexin səviyyələrinin müxtəlif çay növlərində əhəmiyyətli dərəcədə fərqləndiyini ortaya qoydu. L-teanın səviyyəsi ümumiyyətlə fermentasiya irəlilədikcə azalmağa meyli olan fermentasiya edilməmiş çaylarda (yaşıl çay) daha yüksəkdir. Buxarlanmanın olmaması L-teanın səviyyəsini artırmağa bəzi yaşıl çay növlərində bu birləşmənin yalnız iz miqdarı müəyyən edilmişdir. Əksinə, bəzi qara çay nümunələrində yüksək L-teanın səviyyələri müşahidə edilmişdir ki, bu da çayın tərkibinə təsir edən digər amillərin mövcudluğunu göstərir [1, s.1-19; 2, s.116-122; 6, s.74-81; 7, s.667-688].

Fermentasiya prosesi çay növləri arasında daha stabil komponent olan kofeinə böyük ölçüdə təsir göstərmir. Bununla belə, ekoloji amillər, o cümlədən onun yetişdirildiyi bölgə, iqlim və məhsul yığımı vaxtı kofein səviyyəsində dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Əksinə, ekstraksiya və dəmləmə vaxtı, temperatur, hidromodul (su nisbəti), yarpaqların parçalanma dərəcəsi, qarışdırma və digər komponentlərin əlavə edilməsi də daxil olmaqla ekstraksiya (dəmləmə) parametrləri infuziyalarda kofein və L-teanın səviyyələrinin müəyyənədiciləridir. Ümumiyyətlə, yüksək temperatur və daha uzun ekstraksiya (dəmləmə) müddətləri bu komponentlərin ekstraksiyasını artırır, lakin bəzi polifenolların deqradasiyasına səbəb ola bilər. Buna görə də, ekstraksiya və dəmləmə şəraitlərinin optimallaşdırılması çayın sağlamlığa təsirini maksimum dərəcədə artırmaqda mühüm rol oynayır [1, s.1-19; 2, s.116-128; 8, s.67-84; 9, s.173-181; 10, s.708-715].

Aparılmış əvvəlki tədqiqatlarda müxtəlif çay növlərində L-teanın və kofeinin miqdarı müəyyən edilmiş, bəzi tədqiqatlarda ekstraksiya və ya dəmləmə şəraitinin bu komponentlərə təsiri qiymətləndirilmişdir [2, s.111-134; 5, s.327-341; 8, s.67-84; 9, s.173-181; 11, s.75-82]. Göstərilmişdir ki, L-teanın səviyyələri çay yarpağının yetişdirildiyi şəraitdən, emal mərhələlərindən və onların texnoloji və hal parametrlərindən asılı olaraq dəyişə bilər. Bununla belə, Azərbaycan Respublikasının istehlak bazarlarında fərqli fermentasiya dərəcələrinə malik çay ekstraktlarında (cövhərlərində) L-teanın və kofeinin səviyyələrini sistemativ olaraq qiymətləndirən tədqiqatlar azdır. Buna görə də, bu tədqiqat HPLC metodundan istifadə edərək müxtəlif ekstraksiya (dəmləmə) şəraitlərində müxtəlif fermentasiya dərəcələrinə malik çay cövhərlərində (dəmləmələrində) kofein və L-teanın səviyyələrini təyin etmək məqsədi daşıyır.

Tədqiqat obyekti

Tədqiqatda istifadə edilən çay nümunələri Lənkəran “MMC çay” çay emalı müəssisəsində 2020-2024-cü illərdə müəssisəyə daxil olan yarpaqdan və istehsal olunan məhsuldan götürülmüşdür.

L-teanın və kofeinin xüsusi bioloji aktivliyini və onların insan orqanizminə təsirini, həmçinin hazır çay məhsulunun keyfiyyətinin formalaşmasındakı rolunu nəzərə alaraq, bizim tərəfimizdən Lənkəran - Astara bölgəsinin təsərrüfatlarında yetişdirilən, rayonlaşdırılmış və introduksiya edilmiş Kolxida, “Fərmançay”, Azərbaycan-1, Azərbaycan-2, Azərbaycan-4, yerli populyasiya (YP-“Lənkəran”) çay sortlarının kimyəvi tərkibi öyrənilmişdir.

Tədqiqat metodları

Çay yarpağının analizi aşağıdakı üsullarla həyata keçirilir. Tədqiqat işi yerinə yetirilərkən bir sıra klassik və müasir tədqiqat üsullarından (fiziki, fiziki-kimyəvi, kimyəvi, biokimyəvi, xromatoqrafiya və s.) istifadə edilmişdir.

Çay yarpağında və çay məhsullarında amin turşularının, o cümlədən L-teaninin, həmçinin kofeinin təyini yüksəksəməralı xromatoqrafiya üsulu ilə həyata keçirilmişdir [12, s.47-55].

Polifenolların miqdarı kolorimetriya üsulu ilə tərəfimizdən təkmilləşdirilmiş metodikaya əsasən təyin olunmuşdur [13, s.62-68]. Bu zaman mövcud üsuldakı 70%-li metanol əvəzinə temperaturu 95-100°C olan 50-65 sm³ distillə edilmiş su, qall turşusu əvəzinə standart tanin reaktivindən istifadə edilmişdir.

Hazır çay məhsulunun, ekstrakt və dəmlənmiş çayın keyfiyyətinin təyini üçün dequstasiya metodundan istifadə edilmişdir [14, s.84-86].

Tədqiqat işi Lənkəran “MMC çay” çay istehsalı müəssisəsində, Lənkəran Dövlət Universitetinin “Texnologiya və texniki elmlər” kafedrasının “Qida məhsullarının texnologiyası” və Azərbaycan Dövlət İqtisad Universitetinin (UNEC) “Mühəndislik və tətbiqi elmlər” kafedrasının “Tədris-metodiki” laboratoriyalarında yerinə yetirilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri-metodoloji aspektləri

Çay istehsalının texnoloji proseslərinin bəzi aspektləri. Dünyada çay istehsalı ilə məşğul olan ölkələr müxtəlif emal üsulları tətbiq etməklə çay yarpağından keyfiyyətə bir-birindən fərqlənən çaylar istehsal edirlər. Kommersiya məqsədilə istehsal olunan çaylar emal üsullarından asılı olaraq, adətən fermentasiya olunmayan yaşıl çaylara, qismən fermentasiya olunan çaylara və tam fermentasiya olunmuş qara çaylara ayrılır [15, s.23-26; 16, s.512]. Bütün bu çaylar həm emalının texnoloji rejiminə, həm də öz xassəsinə, kimyəvi tərkibinə və keyfiyyətinə görə bir-birindən fərqlənir. Məsələn, qara məxməri çay istehsalında çay kollarından toplanmış cavan yarpaqlar, ardıcıl olaraq soluxdurma, burma-xırdalama, fermentasiya, qurutma və növlərə ayrılma kimi texnoloji emal proseslərindən keçdikdən sonra əhali arasında xüsusi populyarlığı ilə seçilən qara məxməri çaya-spesifik zərif aromata, xoş büzüşdürücü və yüngül ağızqamaşdırıcı dadı malik olan məhsula çevrildiyi halda, yaşıl çayın istehsalında soluxdurma və fermentasiya prosesləri çayı su buxarına vermə prosesi ilə əvəzlənir. Buxaravermə fermentlərin aktivliyini dayandırmaqla yanaşı, çay yarpağının tərkibindəki kimyəvi birləşmələrin dəyişməz halda saxlanmasına və ya az dəyişkənliyə məruz qalmasına kömək edir [15, s. 46].

Dəqiq desək, hər çay növünün özünəməxsus və həlledici bir istehsal prosesi müəyyənləşdirilmişdir. Belə ki, ağ çay soluxdurma, ulun çayı sallanma, sarı çay yarpaqların saraldılması, qara məxməri çay fermentasiya və tünd çay üçün qalaqda uzunmüddətli fermentasiya emal prosesi tətbiq edilir.

Ayrı-ayrı çay növləri istehsalının texnoloji sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir. Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, qara məxməri və yaşıl çay istehsalı texnologiyaları bir-birindən kifayət qədər fərqlənir. Belə ki, qara məxməri çay istehsalı zamanı çay bitkisinin təzə yarpaq və zoğları soluxdurma, burma və fermentasiya proseslərindən sonra qurutma əməliyyatlarından keçirilir.

Yaşıl çay istehsalı isə aşağıdakı sxem üzrə aparılır-buxarlandırma, yüngül qurutma, burma, qurutma, sortlara ayırma. Görüldüyü kimi burada soluxdurma və fermentasiya proseslərindən istifadə olunmur. Fermentlərin qismən inaktivasiyası üçün onu istiliklə qısamüddətli emal prosesindən-yəni 2-3 dəq müddətində 100-110°C temperaturda buxardan keçirərək fiksasiya edirlər. Buxarlandırmadan sonra yüngül qurutma aparılır və çay yarpağı burulmaya, daha sonra isə qurutmaya verilir [2, s.94-106; 15, s.23].

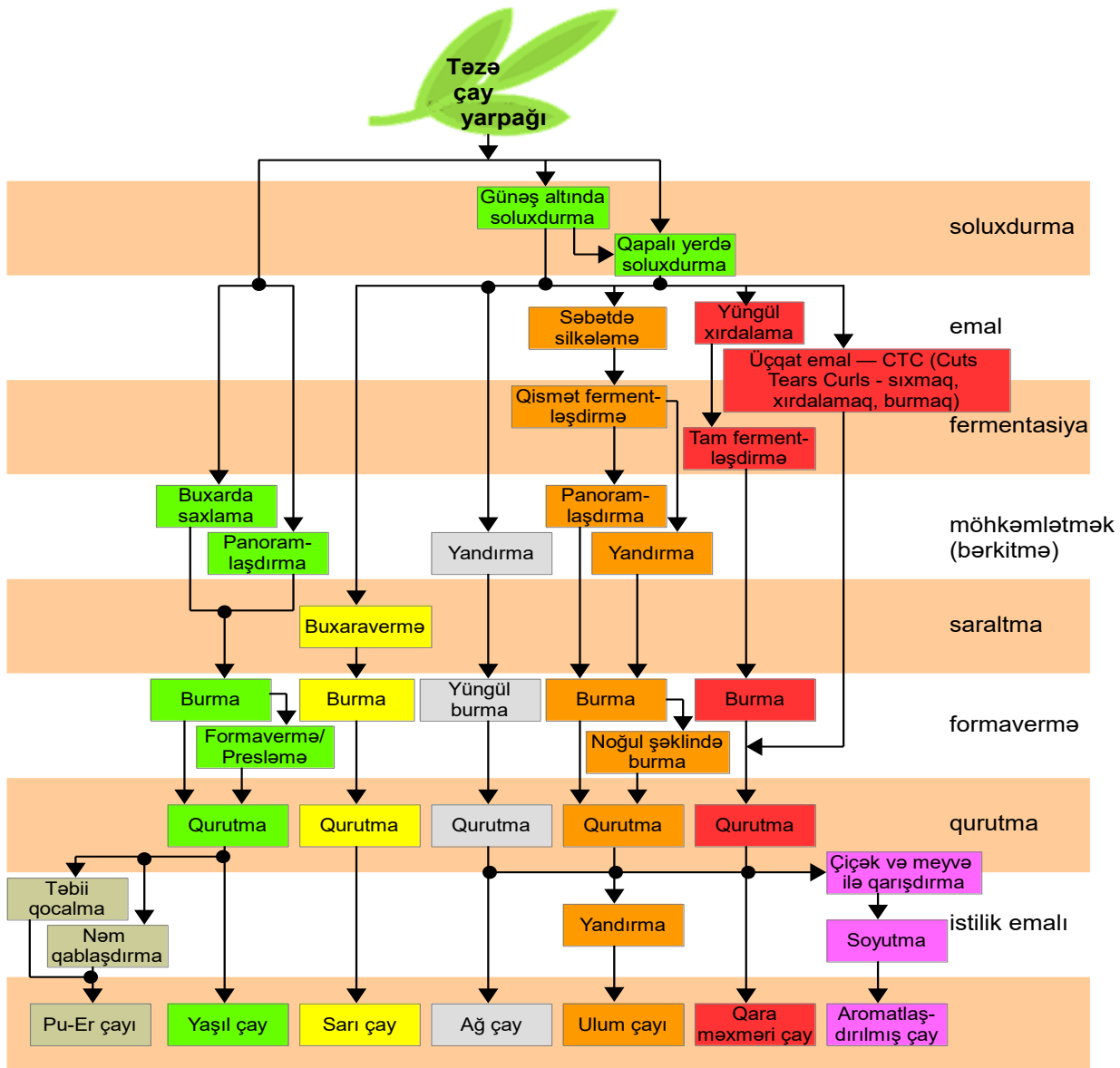
Emal üsullarından və hazır məhsulun təyinatından asılı olmayaraq çay istehsalında yaşıl çay yarpağının dərilməsi, yığılması, daşınması, saxlanması prosesləri, həmçinin bu zaman yarpaqda əmələ gələn fiziki-kimyəvi dəyişikliklər hazır məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin formalaşmasında xüsusi əhəmiyyət daşıyır [2, s.94-106; 15, s.19-22; 16, s.329].

Şəkil 1-də göstəriləndiyi kimi, bu prosesləri soluxdurma, fiksasiya, burma, fermentasiya və qurutma mərhələləri kimi xarakterizə etmək olar və hər çay növünün öz kritik prosesi vardır. Məsələn, fiksasiya-yarpaqda nəmliyin miqdarının azaldılması üçün yüksək temperaturlu istilik prosesi olub, endogen fermentlərin fəallığını ləğv etmək üçün qurutma yolu ilə yaşıl çay alınana qədər qurudulur. Buna görə də fiksasiya yaşıl çay istehsalında ən vacib proseslərdən biridir.

Eynilə, soluxdurma, burma, fermentasiya və fermentasiyadan sonra uzunmüddətli saxlama mərhələləri ağ, ulun, qara məxməri və tünd yəni, fermentasiyadan sonra qaraldılmış çayların keyfiyyətinə müvafiq təsir göstərir. Lakin bəzi proseslər iki və ya daha çox çay növünün istehsalında birlikdə mövcud olur.

Ayrı-ayrı proseslərin çayın tərkibinin kimyəvi birləşmələrinə təsirini nəzərdən keçirək.

Müasir çay texnologiyasının əsas vəzifələrindən biri yaşıl çay yarpaqlarından hazır çay məhsulu emalının elə elmi əsaslandırılmış və səmərəli metodlarından istifadəni nəzərdə tutmalıdır ki, çayın tərkibindəki qiymətli maddələr maksimum qorunub saxlansın və emal prosesləri nəticəsində üstün



Şəkil 1. Ayrı - ayrı çay növləri istehsalının texnoloji sxemi [2, s.95].

keyfiyyət xassələrini inkişaf etdirmək mümkün olsun. Ona görə də həm yaşıl yarpağın, həm də hazır məhsulun kimyəvi tərkibini dəqiq bilmək lazımdır ki, onlarda gedən prosesləri araşdırmaq mümkün olsun. Çünki bütün kimyəvi dəyişikliklər əsas etibarilə xammalın emalı zamanı baş verir [2, s.94-106; 16, s.478].

Hazırda çayın müasir istehsal texnologiyası ilk növbədə yaşıl çay yarpağının yığımından hazır məhsul alınana qədər baş verən bütün biokimyəvi dəyişiklikləri və bunları əmələ gətirən səbəbləri, habelə hazır çayın kimyəvi tərkibi və faydalı xassələri haqqındakı bilikləri özündə cəmləşdirir.

Məlumdur ki, plantasiyalardan yığılmış çay yarpağı dərhal emala göndərməlidir, bu mümkün olmadıqda isə yarpaq yığılan sahələrə yaxın tədarük məntəqələrinə təhvil verilməli və ya saxlama kameralarına yerləşdirilməlidir.

Çay yarpağı yeşiyə sıx doldurulduqda tez qızışaraq xarab olur. İstilik ayrılması ilə müşayiət olunan qızışma çay yarpağının tənəffüsü nəticəsində baş verir. Temperaturun yüksəlməsi aşı maddələrinin oksidləşməsinə və sıxlaşmasına səbəb olur. Bu zaman həmin maddələr həllolan haldan həllolmayan hala keçir. Bunun nəticəsində də hazır məhsulun keyfiyyəti pisləşir [2, s.96; 15, s.18].

Yarpaqda mexaniki zədələnmələr olarsa vaxtından qabaq fermentasiya başlayır və bu hazır çay məhsulunun keyfiyyətini aşağı salır.

Çay yarpağının qısa və uzunmüddətli saxlanması zamanı tərkibində fiziki-mexaniki və biokimyəvi dəyişikliklər baş verir ki, bunlar da arzuolunmaz hal sayılır. Çay yarpaqlarının daşınması və saxlanması zamanı tərkibində olan suyun müəyyən miqdarı buxarlanmağa başlayır. Günəş şüaları düşən yarpaqlarda buxarlanma daha çox olur və xammalda gedən biokimyəvi reaksiyaların sürəti artır [2, s. 94-106].

Soluxdurmanın məqsədi növbəti Burma-xırdalama və fermentasiya proseslərin daha səmərəli aparılması üçün çay xammalının fiziki və biokimyəvi hazırlanmasıdır. Fiziki hazırlanmanın mahiyyəti yarpaqların elastikliyə malik olması, ölçülərinin kiçilməsidir ki, bu da onlarda nəmliyin azalması ilə əlaqədardır. Bu zaman ferment sisteminin aktivliyi yüksəlir, zülal maddələrinin kəmiyyət və keyfiyyət dəyişikliyi, fenol birləşmələrinin qismən oksidləşməsi, xlorofillərin parçalanması və s. baş verir [15, s.32; 17, s.90; 18, s.915-924].

Soluxdurma çay istehsalında ilkin texnoloji əməliyyat hesab edilir. Soluxdurma zamanı yarpağın tərkibində olan nəmlik qismən kənarlaşdırılır, yarpaq növbəti texnoloji proseslər üçün, xüsusilə Burma əməliyyatı üçün hazırlanır. Soluxdurma zamanı həmçinin müxtəlif biokimyəvi proseslər, o cümlədən oksidləşmə-reduksiya reaksiyaları gedir, fermentasiya prosesi sürətlənir. Bu zaman əmələ gələn dad və ətirverici maddələr çayın keyfiyyət göstəricilərinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Soluxdurma nəticəsində yarpağın nəmliyi və turqor vəziyyəti dəyişir, yarpaq yumşalır, elastikləşir və Burma zamanı əyildikdə sınımr [2, s.94-106; 15, s.22].

Soluxdurma prosesi qara məxməri çay istehsalının da ilk mərhələsidir. Bu texnoloji mərhələnin əsas hissəsi qeranoi, linalool və linalool oksidi kimi terpenoidlərdən ibarət olan uçucu aromatik komponentlərin miqdarının çoxalması hesabına çay dəminin dadı yaxşılaşdırıla bilər. Bu mərhələdə, adətən katexolun oksidləşmə fəallığına malik yüksəkmolekullu fenoloksidə meydana gəlir [19, s. 343-349; 20, s.394-397]. Eyni zamanda, TF-lər də soluxdurma zamanı əmələ gəlir.

Beləliklə, epikatexinlərin oksidləşməsi soluxdurma mərhələsində başlayır. Yaşıl çay istehsal etmək üçün yüksək temperaturda soluxdurma sərbəst amin turşuların miqdarını artırır, lakin teaninin miqdarını bir az azaldır. Üstəlik, soluxdurma müddəti və temperaturu artırılarkən qall turşusunun tərkibi də artır ki, bu da qalloilləşmiş katexinlərin və ya aşı maddələrinin hidrolizinin güclənməsi haqqında fikir yürütməyə imkan verir [21, s.98-108].

Soluxdurma qara məxməri çay istehsalında ilk məcburi texnoloji proses kimi praktiki cəhətdən sadə olmaqla yanaşı, nəzəri cəhətdən olduqca mürəkkəb və diqqət tələb edən mühüm bir prosesdir. Soluxdurma eyni zamanda yaşıl çay yarpaqlarının qismən qurudulmasıdır. Qeyd edildiyi kimi soluxdurmanın məqsədi yarpaqlardakı nəmliyin buxarlanaraq azaldılması və yarpaqların fiziki olaraq Burma prosesi üçün uyğun hala gətirilməsidir. Təzə çay yarpaqlarında təxminən 75-83% nəmlik vardır. Nəmliyin miqdarına çay becərilən regionun torpaq-iqlim şəraiti, tətbiq olunan aqrotexniki üsullar və s. təsir göstərir. Soluxdurulmuş yarpaqlarda isə orta hesabla 62-64% nəmlik olur. Lakin bəzi regionlar üçün çayın növündən və hazırlanma üsulundan asılı olaraq bu hədd 58-67% arasında dəyişə bilər [2, s. 94-106; 16, s.478]. Soluxdurmada yarpağın biokimyəvi hazırlanması, tərkibindəki artıq suyun kənar edilməsi baş verir, yarpağa yumşaq, kövrəklik verilir ki, bu da yarpağın sonrakı emalı üçün lazımdır [15, s.28].

Soluxdurma prosesi ənənəvi olaraq yarpaqlarda istənilən nəmlik səviyyəsinə çatana qədər ətraf mühit havasının (təbii soluxdurma) və ya qızdırılmış havanın (süni soluxdurma) yarpaqların arasından

keçirilməsi ilə həyata keçirilir. Bu proses yarpağın tipi, toplanma şəraiti, sərmə qalınlığı, havanın istilik tutumu və soluxdurma müddətindən asılı olaraq 1,5-6 saat çəkir [2, s.98].

Təbii soluxdurma zamanı proses 16-18 saat davam edir, rütubətli hava şəraitində bu proses 36-48 saata qədər davam edə bilər [2, s.98; 15, s.28-30]. Soluxdurma prosesinin sürəti və soluxdurulan yarpağın keyfiyyəti xammalın fiziki-kimyəvi, biokimyəvi və mexaniki xassələrindən, ətraf mühit amillərindən (havanın temperaturu və nisbi nəmliyi) rəflərdə yarpağın yığılma qalınlığından asılıdır. Təbii soluxdurma prosesi zamanı havanın optimal nəmliyi 60-70%, temperaturu isə 24-25°C qəbul edilir. Təbii soluxdurmadan fərqli olaraq süni üsulla soluxdurma prosesi təxminən 6-8 saat çəkir.

Soluxdurulmuş çay yarpağında bir sıra biokimyəvi, kimyəvi və fiziki dəyişikliklər baş verir. Soluxdurulmuş çay yarpaqlarında nəmliyin azalması ilə hüceyrədaxili şirənin sıxlığı artır və şirənin hüceyrədən çıxmasını asanlaşdıran fiziki proseslər baş verir. Bu da həm məhsulun keyfiyyət dəyişikliklərinə, həm də yarpağın sınımadan əyilməsinə və burulmasına şərait yaradır [15, s.32].

Soluxdurma zamanı baş verən biokimyəvi dəyişikliklər nəticəsində yarpaqda gedən maddələr mübadiləsinin xarakteri dəyişir, sadə şəkərlər, amin turşuları və kofeynin miqdarı artır, karatinoidlər, xlorofil, lipid birləşmələri və katexinin miqdarı azalır, polifenoloksidazanın fəallığı aşağı düşür [2, s.94-106; 15, s.32].

Eyni zamanda soluxdurma zamanı tənəffüs hesabına çay yarpağının tərkibində quru maddənin, xlorofilin, alma və askorbin turşusunun, həmçinin nişastanın miqdarı azalır, kəhrəba turşusunun, şəkərin miqdarı isə artır, propektinin pektinə çevrilməsi nəticəsində isə yarpaqların yumşalması və elastikliyin artması baş verir ki, bu da burulma prosesini asanlaşdırır [15, s.32-33; 17, s.166]. Tədqiqatlar göstərir ki, soluxdurma zamanı əmələ gələn meyvə iyi yaranmaqda olan fenol və amin turşularının birləşmələrinin bir-biri ilə əlaqəli şəkildə oksidləşməsindən əmələ gəlir.

Müəyyən edilmişdir ki, qızılgül ətri əmələ gələn reaksiyalar nəticəsində alınan fenilalanin amin birləşməsinin, alma iyi asparagin turşusunun, gül buketi ətri isə alanin və valinin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır [2, s.99].

Burma. Çay istehsalında ikinci mühüm proses soluxdurulmuş çay yarpağının burulmasıdır [15, s.33]. Burma qıvrılmış çay yarpaqlarının formalaşması üçün tipik bir prosesdir, yüngül burma təzə çay yarpaqlarının səthlərinin qıvrılması və dağılmasına səbəb olsa da, dərin burma hüceyrə şirəsinin və endogen fermentlərin ayrılmasına səbəb olur. Bu zaman qara məxməri çay istehsalı zamanı çay polifenolları polifenoloksidaza (PFO) ilə qarışır. Buna görə də, burma prosesi qara məxməri çay istehsalı üçün vacib bir mərhələdir, çünki TF-lərin əksəriyyəti bu prosesin gedişində əmələ gəlir [22, s. 1523–1527].

Qara məxməri çay istehsalı mərhələlərində soluxdurulmuş yarpağı xüsusi cihaz və qurğularla əzmə, aşındırma, cırma, kəsmə (doğrama), burma və əymə kimi mürəkkəb bir prosesə məruz qalır. Bu proseslərin hamısı texnologiyada bir sözlə “burma” (əymə) ilə ifadə olunur [2, s.99].

Yaşıl çay yarpağının burulmasında məqsəd hüceyrədaxili nəmliyi (şirəni) hüceyrədən xaricə çıxarmaq, yarpağın hüceyrə və toxumalarını dağıdıb əzmək və yarpağı qırılmadan burma üçün hazırlamaqdır [15, s.33].

Çay yarpaqlarının burulması zamanı onun tərkibindəki kimyəvi birləşmələrdə dərin biokimyəvi çevrilmələr baş verir, çay yarpaqları fiziki deformasiyaya uğrayır. Fiziki deformasiya nəticəsində yarpaqlardakı fermentlər koagulyasiyaya uğrayır və yarpaq xarakterik burulmuş forma alır. Bu zaman hüceyrə membranları və qılafları əzilərək dağılır ki, bu da çay şirəsinin ayrılmasına və hissəciklərin səthində adsorbsiyasına səbəb olur. Burada şirə havanın oksigeninin təsirinə məruz qalır. Hüceyrə strukturunun dağılması zamanı oksidləşdirici proseslər reduksiyaedici proseslər üzərində üstünlük təşkil etməyə başlayır, bitkilərin normal həyat fəaliyyəti zamanı isə onların arasında tarazlığa riayət olunur [2, s. 99-100; 17, s.99].

Əzilmiş hüceyrələrin miqdarının artması onun tərkibinin daha səmərəli çevrilməsi və yarpağın keyfiyyət potensialından istifadənin yüksəlməsinə səbəb olur. Ona görə də qara məxməri çay istehsalı zamanı burulmanın məqsədi oksidləşdirici proseslərin intensivliyini təmin etmək üçün yarpağın toxumasının maksimum əzilməsini təmin etməkdir [2, s.100].

Burma prosesi oksidləşmə əməliyyatlarının sürətlə reallaşması üçün lazımı şəraitin yaradılması baxımından da əhəmiyyətlidir. Burulmanın ilk mərhələsində fermentlər hesabına baş tutan oksidləşmə çay yarpağının tərkibində mühüm kimyəvi dəyişikliklərə səbəb olur. Kimyəvi dəyişikliklər nəticəsində çay yarpağının rəngi tünd yaşıl, misəoxşar qırmızı və ya qəhvəyi rəngə çevrilərkən çaya məxsus xoş bir qoxu yaranır. Burma qurğuları və sistemlərinin təsiri altında çay yarpağının hüceyrələri əzilib parçalanarkən xırdalanan yarpaq lifləri çay dəminin xüsusi bir dad və ətir qazanmasını təmin edir.

Qara məxməri çay istehsalında burulma anında temperaturun yüksəlməsi fermentasiya prosesini vaxtından əvvəl sürətləndirir ki, bu da çayın keyfiyyətini aşağı salır. Məhz bu səbəbə görə temperaturun həddən çox yüksəlməsinin qarşısı alınmalıdır. Burulma zamanı temperaturla bağlı fikirlər nə qədər fərqli olsa da, optimal temperatur 27-32°C hesab edilir [2, s.100].

Qara məxməri çay istehsalının əsasını çay yarpağının dağılmış hüceyrələrində baş verən oksidləşmə prosesləri təşkil edir ki, nəticədə məhsulun spesifikliyinə səbəb olan maddələr əmələ gəlir. Ona görə də qara məxməri çay istehsalının intensivləşdirilməsinin əsas vəzifəsi yarpaq hüceyrələrinin anatomik quruluşunun maksimum və eyni vaxtda dağılmasıdır ki, bu da yarpağın potensial imkanlarından maksimum istifadə etməyi və oksidləşmə proseslərinin eyni bərabərlikdə getməsinə təmin edir [23, s.1474-1495].

Hüceyrənin dezintegrasiyası müxtəlif zədələyici faktorların-fiziki, mexaniki, kimyəvi, bioloji, həmçinin onların müxtəlif kombinasiyasının təsiri altında baş verə bilər [17, s.173]. Bu təsirlər nəticəsində təzə çay yarpaqlarında baş verən biokimyəvi proseslərin istiqaməti dəyişir ki, bu da oksidləşdirici proseslərin inkişafı üçün şərait yaradır. Hazır məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin formalaşması məhz bu proseslərin gedişindən asılıdır.

Klassik texnologiyaya görə yarpaqların hüceyrələrinin əzilməsi onların rollərdə burulması zamanı baş verir. Bu zaman hüceyrələrin 20-25%-i əzilməmiş qalır ki, onlar da məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin formalaşmasında iştirak etmir. Əzilmiş hüceyrələrin payını artırmaq məqsədilə burulma müddətinin artırılması istehsalatın texniki-iqtisadi göstəricilərinə və hazır çayın keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir. Davamlı burulmanın müxtəlif dövrlərində əzilmiş çay yarpaqlarının toxumalarında fermentasiya prosesi eyni vaxtda inkişaf etmir, burulmanın sonunda isə emal edilmiş xammal bircinsli fermentləşmiş olmur. Üstəlik, onların əksəriyyəti həddən artıq fermentasiya edilir, nəticədə məhsulun tərkibində əhəmiyyətli dərəcədə az bioloji aktiv maddələr qalır [24, s.160].

Yarpağın hüceyrə toxuması dağıldıqda oksigenin udulması prosesi 2-3 dəfə sürətlənir. Udulan ümumi oksigenin 70-75%-i burulma prosesinin, qalan 25-30%-i isə soluxdurma və fermentasiya prosesinin payına düşür [2, s.101]. Yarpaq hüceyrəsinin tam parçalanması və dağıdılması məqsədilə xüsusi əzici və doğrayıcı aparat və qurğulardan da istifadə edilə bilər.

Burulma zamanı baş verən aktiv fermentasiya prosesi yarpaqda oksidləşdirici biokimyəvi dəyişikliklər əmələ gətirir, bu zaman fermentlər, xüsusilə tanin- katexin qarışığına təsir göstərir. Çayın ilkin emalı müəssisələrində burulma prosesinin müxtəlif texnoloji sxemlərindən, müxtəlif tipli burma avadanlıq və qurğularından və onların kombinasiyasından istifadə edilir. Məsələn, Lənkəran-Astara zonasında adətən çay yarpağının üçlü burulma (3:2:2) sxemi optimal variant hesab edilir. Yəni, birinci burulma üçün 3 ədəd, ikinci və üçüncü burulma üçün müvafiq olaraq hərəsində 2 ədəd burucu maşından istifadə edilir [15, s.36].

Yarpağın mexaniki tərkibindən, soluxma dərəcəsindən, istifadə olunan texnoloji sxemdən asılı olaraq burulma müddəti 15-45 dəq. təşkil edir. Burulma prosesinin intensivliyi yarpağın əzilmiş hüceyrələrinin miqdarı ilə xarakterizə olunur. Birinci burulmada çay yarpağının hüceyrələrinin 30-35%-i, ikinci burulmada 40-70%-i, üçüncü burulmada isə 78-80%-i əzilməlidir [2, s.101].

Eyni zamanda burulma prosesində taninin və ekstraktiv maddələrin itirilməsi baş verə bilər ki, bu da hazır məhsulun keyfiyyətini müəyyən dərəcədə aşağı salır. Burulma prosesinin düzgün aparılması çayın ətirini və rəngini yaxşılaşdırma bilər [15, s.34].

Məlumdur ki, Azərbaycan Respublikasının, eləcə də bir çox dünya ölkələrinin çay emalı zavodlarında yaşıl çay yarpağının əzilməsi və burulması prosesinin həyata keçirilməsi üçün roller tipli maşınlardan istifadə edilir. Çay yarpaqları rollərdə əzilən və burulan zaman parçalanır. Məlumdur ki, emal olunan yarpaq kütləsi zoğun eyni bərabərdə olmayan müxtəlif hissələrindən təşkil olunmuşdur [15,

s.34]. Buna görə də, ilkin olaraq zoğların daha zərif yarpaqlı hissələri burulur. Buna görə də hər burulma əməliyyatından sonra burulmuş xırda çayları kobud və iri çaylardan ayırmaq zərurəti yaranır. Buna görə də sortlaşdırıcı maşınlardan istifadə olunur.

Mövcud ədəbiyyat mənbələrinin təhlili göstərir ki, hazırda çay yarpaqlarının toxumalarının dağıdılmasını və emalını intensivləşdirmək, xırda çay çıxımını qismən artırmaq üçün başlıca olaraq, mexaniki üsullardan, burulmanı intensivləşdirən – doqrama üsulundan istifadə edilir [2, s.102; 15, s.31; 16, s.496; 25, s.6-7 və s.].

Çay yarpağının xırdalanması üçün nəzərdə tutulmuş bütün maşınlar yarpağın hissəciklərinin praktik olaraq 4,0-4,5 mm ölçüdən az olmayaraq xırdalanmasını təmin edir və kütləni kiçik dispersiyalı vəziyyətə qədər xırdalamaq imkanına malik deyildir. Belə ki, daha çox xırdalanmış çay bulanlıq dəm (cövhr) verir [2, s.102].

Lakin çox incə xırdalama zamanı hüceyrə quruluşunun tam dağılması baş verir. Xarici ölkələrdə narın dispers vəziyyətə qədər xırdalanmış çay kütləsi dənəvərləşdirilir ki, bu da çay yarpağının potensial imkanlarından maksimum istifadə edərək keyfiyyətli məhsul almağa imkan verir [25, s.6-7].

Fermentasiya. Çay bitkisinin həyat fəaliyyətində oksidləşmə-reduksiya prosesləri həlledici əhəmiyyət daşıyır. Çay istehsalı da elə bu proseslərə əsaslanır. Müəyyən edilmişdir ki, çay yarpağının əsas oksidləşdirici fermentləri polifenoloksidaza və peroksidazdır [2, s.103-94].

Qara çay istehsalının ən başlıca prosesi çay yarpağının hüceyrə quruluşunun dağılması zamanı başlayan fermentasiyadır. Qara məxməri çay istehsalı zamanı baş verən biokimyəvi proseslərdən ən başlıcası fenollu birləşmələrin fermentativ oksidləşdirici çevrilmələridir. Çünki bu çevrilmələr nəticəsində çayın ən əsas xassələri-rəngi, dadı və ətri formalaşır. Çay istehsalı zamanı fermentasiya prosesi xüsusi əhəmiyyət daşıyır, qara çay istehsalında isə əsas proses hesab olunur [2, s.102-105; 15, s. 46]. Fermentasiya çay yarpağının müxtəlif tipli maşın və qurğularda burularkən əzilməsi, hüceyrə və toxumaların dağılması və şirənin yarpaq səthinə çıxması anından başlayır.

Fermentasiya prosesi adətən 2 mərhələdə gedir, birinci mərhələ burulma prosesi zamanı baş verir, bu zaman yarpaqda mexaniki dəyişikliklərlə yanaşı, biokimyəvi proseslər də gedir.

Fermentasiyanın ikinci mərhələsi burulma qurtardıqdan sonra 2-3 saat davam edir. Bu mərhələdə yalnız biokimyəvi proseslər baş verir. Fermentasiyanın ikinci mərhələsi öz-özünə baş verdiyinə görə ona əlverişli şərait yaradılmalıdır, yəni xüsusilə temperatur və nəmlik rejimlərinə ciddi nəzarət olunmalıdır. Çünki bu rejimlərin pozulması fermentasiya prosesinin düzgün getməməsinə və çayın keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olur [15, s.47-48].

Fermentasiya qara məxməri çay istehsalı üçün kritik bir mərhələ kimi qəbul edilir. Ancaq son araşdırmalar TF-lərin çoxunun fermentasiya mərhələsindən əvvəl meydana gəldiyini təsdiqləyir [22, s. 1523–1527]. Belə fikir yürüdülmür ki, bəzi tearubiginlər fermentasiya zamanı əmələ gəlir.

Qara çay başlıca xüsusiyyətlərini əsasən fermentasiya zamanı qazanır. Soluxdurmadan sonra burulmuş yarpaqlar təxminən 5,0-7,5 sm qalınlığa malik olub, temperaturu və nəmliyi tənzimlənmiş otaqlarda 40 dəqiqədən 3,0 saata qədər müddətdə fermentasiyaya uğradılır. Məhsulun quruluşu və xüsusiyyətlərindən asılı olaraq fermentasiya prosesinə təsir edən əsas amillər-fermentasiya müddəti, temperatur, pH, nisbi rütubət və oksigenin miqdarıdır [23, s.1474-1495].

Soluxdurmadan sonra burulma prosesi anında yarpaq hüceyrələrinin və toxumalarının əzilib parçalanması zamanı yarpaqların səthinə çıxan hüceyrə şirəsindəki polifenol maddələri oksigenlə oksidləşərək fermentasiyanın reallaşmasına səbəb olur. Prosesdə fenoloksidazlar və qismən də peroksidazlar fəallıq göstərilir. Gedən proseslər zamanı çay yarpağının tərkibində olan maddələr kəmiyyət və keyfiyyətcə çevrilmələrə məruz qalır ki, nəticədə məhsulda yeni dad və ətirli maddələr əmələ gəlir, fermentlərin köməyi ilə bir sıra oksidləşmə reaksiyaları baş verir, uyğun temperatur və nəmlik şəraitində fermentlərlə çay polifenolları oksidləşərək bir sıra dəyişikliklərə uğrayır [2, s.102-105].

Fermentasiya, ümumiyyətlə yüksək temperatur və yüksək nisbi rütubət şəraitində aparılır, lakin aşağı temperatur TF miqdarının artması üçün faydalıdır. 30°C-də normal fermentasiya zamanı TF-lərin azalması tearubiginlərin miqdarının artması ilə korrelyasiya edir. Bununla birlikdə, 20°C-də

fermentləşdirilmiş qara məxməri çay 30°C-də eyni müddətdə fermentasiya olunan çaya nisbətən daha “canlı” və ya büzüşdürücü xüsusiyyətə malik olur [23, s.1474-1495].

Müxtəlif fermentasiya prosesləri arasındakı müqayisədə ulun və qara məxməri çayların tərkibində çox miqdarda asetilləşdirilmiş qlikozilləşmiş flavonolların olduğu göstərilmişdir. Lakin bu birləşmələrin qara məxməri çayın fermentasiyası zamanı əmələ gəlib-gəlmədiyi hələ də məlum deyildir.

Ümumiyyətlə, fermentasiya zamanı kofeinin miqdarı davamlı olaraq azalır. Həqiqətən, kofein qara məxməri çaylarda son dövrlər identifikasiya olunmuş birləşmələrə-imidazol metabolitlərinə parçalana bilər [2, s.104].

Fermentasiya qara çayın keyfiyyətinin müəyyənləşdirilməsində və formalaşmasında mühüm rol oynayan həlledici mərhələdir. Bu proses zamanı çay yarpaqlarının rəngi yaşılдан mis-qırmızı, tünd qəhvəyi və ya qara rəngə çevrilir.

Qara məxməri çayın istehsalı və istifadəsi zamanı uçucu birləşmələr xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Uçucu ətirli birləşmələr iki qrupa bölünür. Linalooldan əvvəl gələn maddələr birinci qrupa, sonra gələn maddələr isə ikinci qrup uçucu ətirli birləşmələrdir. Birinci qrup maddələr çaya çəmənin ətri, ikinci qrup maddələr isə çiçək ətri verir. İkinci qrup birləşmələrin birinci qrup birləşmələrə nisbəti çaylarda ətir göstəricisi kimi qiymətləndirilir. Fermentasiya zamanı mürəkkəb biokimyəvi reaksiyalar zənciri nəticəsində yaranan çoxsaylı uçucu ətirli birləşmələrə görə çay yarpaqlarının çəmənin ətri çiçək ətrinə çevrilir [2, s.104].

Çay yarpağının fermentasiyası prosesində C vitamininin miqdarı kəskin sürətdə azalır, prosesin əvvəlində polifenoloksidaza kükürd efirində həll olan katexinlərə təsir edir, sonra çay tanininin oksidləşməsi baş verir ki, bununla da çay yarpağının fermentasiyası başa çatır [15, s.51]. Deməli, çay yarpağının fermentasiyası I mərhələdə fermentativ, II mərhələdə isə öz-özünə gedən prosesdir, yəni bu zaman əsas rol katexinləri ortoxinonlara oksidləşdirən polifenoloksidazaya məxsusdur, sonralar isə ortoxinonlar tünd rənglə boyanmış məhsulları öz-özünü əmələ gətirir.

Tam fermentləşməmiş yarımfabrikatın termiki emalı metoduna əsaslanan və qara çay istehsalının yeni texnoloji sxemi işlənmişdir. Bu sxemə görə soluxdurulmuş yarpaqların burulma müddəti qısaldılır, nəmliyin miqdarı 6-8%-ə qədər qurudularaq termiki emal edilir. Bu üsul fenollu birləşmələr itkisini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağa və bununla da məhsulun P-aktivliyini yüksəltməyə imkan verir [25, s. 6]. Göstərilən üsul qara çay, o cümlədən xırda qara çay istehsalında tətbiq edilmişdir.

Son onilliklərdə tünd (qaralmış) çayların istehsalı çay araşdırması və ticarətinin “qaynar” mövzusunə çevrilmişdir. Tünd çayların istehsalı unikal bir prosesə malik olub, yalnız tünd çay istehsalına xas olan postfermentasiya mərhələsinə əhatə edir. Tünd çay istehsalında, fermentasiyadan sonra uzunmüddətli nəzarətsiz saxlama nəticəsində məhsulun təbii “köhnəlməsi” baş verir.

Əslində, saxlama müddətini postfermentasiya əməliyyatının bir hissəsi hesab etmək olar. Postfermentasiyanın iki əsas məqsədi var, birincisi böyük yarpaqlı materiallarda büzücü (aşı) maddələrinin miqdarını azaltmaq, digəri isə inkubasiya və xüsusi göbələk növlərinin böyüməsini stimullaşdırmaqdır [23, s.1474-1495].

Qurutma. Qara çay istehsalında texnoloji proseslərin son əməliyyatı qurutmadır. Qurutmanın məqsədi fermentasiya olunmuş çay yarpaqlarında fermentlərin fəaliyyətini dayandırmaq və hazır çayın qablaşdırılması və saxlanması üçün vacib olan son nəmlik həddinə (təqribən 3%) çatdırılması üçün qalıq nəmliyin kənarlaşdırılmasıdır [15, s.51-53].

Fermentlərin həddən artıq fəallığı çayın keyfiyyətinə mənfi təsir göstərdiyinə görə çay yarpağından qara məxməri çay istehsalı zamanı qurutma prosesi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Yüksək temperaturada həyata keçirilən qurutma prosesi fermentlərin inaktivasiyasına və artıq nəmliyin kənarlaşdırılmasına səbəb olur ki, bu da çayın saxlanmağa davamlılığını təmin edir [2, s.105]. Qurutma zamanı, həmçinin çay xammalında olan kimyəvi birləşmələr müxtəlif dəyişikliklərə məruz qalır ki, bunlardan xüsusilə ən vacibi xlorofillərin deqradasiyası (dağılması), aromatik komplekslərin əmələ gəlməsi və s.

Qurutmadan sonra çayda termokimyəvi çevrilmələr davam edir ki, bu da məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşmasına səbəb olur.

Qurutma prosesi adətən eyni prinsipə-çayda olan qalıq nəmliyin kənarlaşdırılması prinsipinə əsaslanan, lakin müxtəlif tipli və rejimli qurutma qurğularında həyata keçirilir [15, s.51-53].

Qurutma prosesi zamanı baş verən dərin fiziki-kimyəvi dəyişikliklər çayın əsas keyfiyyət göstəricilərinin yaranmasına, spesifik dad və ətirin əmələ gəlməsinə səbəb olur, yarpaqlar qırmızı-mis rəngini itirərək tünd qəhvəyi və ya qara rəngə çevrilir ki, bu da xlorofilin feofitinə və feoforbite çevrilməsi nəticəsində baş verir. Polifenoloksidaza və digər fermentlər inaktivləşir, polifenolların zülallarla birləşməsi nəticəsində büzüsdürücü dad azalır və xoş dad yaranır. Qurutma nəticəsində ətirli maddələrin miqdar və səviyyələrindəki dəyişmələr qara çayın ətrinə mühüm təsir göstərir [2, s.105-106].

Qeyd olunanlarla yanaşı qurutma prosesində kifayət qədər efir yağları və ətirli maddələr itkisi baş verir, çayın tərkibində həll olan azotlu maddələrin və kofeinin miqdarı azalır. Çay qurudularkən tərkibində olan qlükozanın, saxarozanın, nişastanın, pektin maddələrinin miqdarı dəyişir, C vitamininin və xlorofilin miqdarı azalır.

Bundan başqa qurutma zamanı şəkərlərlə amin turşuları arasında baş verən reaksiyalar nəticəsində qara çayda fermentləşdirilmiş çayın ətrindən tamamilə fərqli olan bir ətir yaranır [15, s.51-53].

Sortlaşdırma. Məlumdur ki, yaşıl çay yarpağının hər burulma prosesindən sonra sortlaşdırılma aparılır. Burada məqsəd zərif yarpaqları kobud yarpaqlardan ayırmaqdır.

Xırda və ya qırılmış çaylar dəmləndikdə yarpaq çaya nisbətən daha tünd rəngli və ağızbüzüsdürücü dada malik olur. Yarpaq çay isə ətirliliyi və xoş tama malik olması ilə fərqlənir.

Qurutma prosesindən sonra çay məhsulu çay emalı müəssisələrində standart vəziyyətə çatana qədər müxtəlif tipli sortlaşdırıcılardan, çaykəsən və parçalayan maşınlardan, qarışdırma (kupaj) barabanından, çaysilkəleyici və s. maşınlardan keçirilir ki, burada məqsəd normativ sənədlərin tələblərinə cavab verən müxtəlif ölçülü, növlü və sortlu çay istehsalıdır [15, s.61].

Teaninin sintezi və çayın keyfiyyət göstəricilərində rolu

Aparılmış araşdırmalardan belə nəticəyə gəlmək olar ki, çay bitkisinin köklərində mövcud olan etilamin və qliyutamin (piroqliyutamin) turşusu qliyutamat-etilamin-liqaz (ATR) fermentinin biosintezi vasitəsilə teanin əmələ gətirir [2, s.111-116; 8, s.67-84; 11, s.75-82 və s.]. Biosintez yolu ilə köklərdə əldə olunmuş teanin çay bitkisinin gövdəsi vasitəsilə yarpaqlarda toplanır. Yaranan teanin daha sonra, böyüyən çay zoğlarının uclarına toplanır və karbon skeleti komponentləri üçün həlledici azotun əsas mənbəyi rolunu oynayır. Teanin, həmçinin çay yarpaqlarında flavanolların biosintezi üçün mühüm başlanğıc maddə olmaqla yanaşı, fotosintez prosesi zamanı işıq şüasının və fermentlərin təsiri altında polifenolları əmələ gətirir [8, s.67-84].

Qeyd edildiyi kimi, teaninin L- və D-teanin kimi iki izomeri vardır. Çəşidindən asılı olaraq L-teaninin miqdarı çaylarda 0,6-2,38 q/100 q arasında dəyişir. Ümumi teaninin təxminən 1,85%-ni D-teanin təşkil edir və D-teaninin miqdarı çayın keyfiyyəti ilə tərs mütənəsibdir. D-teaninin miqdarı ən aşağı olan qara çaylar, məsələn, Ceylon Pekoe (0,21%) və DarjeelingFOP (0,45%) məlum olan qara çaylardan ən yüksək keyfiyyətliləri hesab olunur [2, s.111-113; 8, s.67-84].

Məlumdur ki, çayların toplanmasında əsas iki amil-temperatur və havanın nisbi nəmliyi həlledici rola malikdir [15, s.12-13; 16, s.182-184]. Yüksək temperatur və rütubət şəraitində lipidlərin oksidləşməsi və otooksidativ reaksiyalar nəticəsində amin turşuları, xüsusilə teanin, şəkərlər və digər flavonlar komponentləri azalaraq, çayın acılıq və büzüsdürücülüüyündə itkiyə səbəb olurlar. D-teaninin L-teaninə nisbətinin artması çayın yüksək temperaturda toplandığını göstərir. Bu səbəbə görə teanin izomerlərinin nisbəti, uzun saxlanma müddəti üçün bir indikator və ya çayın dərəcələrinin müəyyənləşdirilməsində bir vasitə kimi istifadə edilə bilər [2, s.111-113].

Yaşıl çayın xarakterik acı, buruq və ümumi dad və ətiri vardır. Ümumi dadı amin turşuları, xüsusən də teanin yaradır. Yaşıl çay istehsalında soluxdurma və fermentasiya prosesləri tətbiq olunmadığından teaninin miqdarı daha çoxdur [26, s.709-719; 27, s.567-577].

Qara çay istehsalında amin turşuları katexinlərin oksidləşmə forması olan O-xinonlarla birləşir və bunlar, daha sonra Strecker parçalanmasına məruz qalır və nəticədə yeni ətir komponenti yaranır. Bunlar çay ətirinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edirlər. Qara çaylarda teaninin ətirə təsiri olduqca azdır, çünki teanin soluxdurma və fermentasiya mərhələlərində qlütamin turşusu və etilaminə parçalanır. Digər amin turşuları çay yarpaqlarının soluxdurulması mərhələsində artır, çünki bunlar çay zülallarının

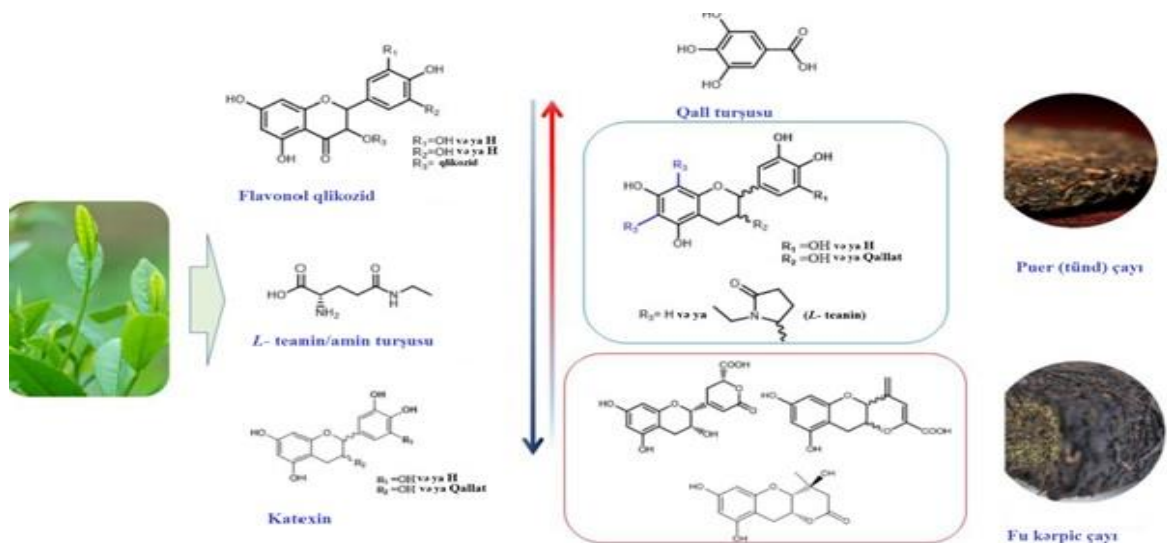
hidroliz məhsullarıdır. Qara-yaşıl və ya oolong çayları üçün səciyyəvi bir ətirli birləşmə yoxdur. Əksinə, ətir və flavonollar bir çox uçucu birləşmədən və amin turşulardan yaranır. Sərbəst L-teanin və qlutamin turşusu yaşıl çayın ümumi dadını əmələ gətirirlər. Teaninin D- və L- izomerləri və bunun rasemik (eyni bərabərdə entomer qarışığı) qarışığı şirin dadlıdır və möhkəm bir acı dad yaratmırlar [2, s.114].

L-teanın təbii birləşmədir, amma onu qovrulmuş yaşıl çayda aşkar edilmiş D-teaninə çevirmək olar [28, s.115-122].

Tünd çayların postfermentasiya mərhələsində yeni birləşmələrin əmələ gəldiyi təsdiq edilmişdir. Belə ki, yetişmiş puer çayından ayrılmış 8-C N-etil-2-pirolidinonla əvəz edilmiş flavan-3-ollar, fermentasiya olunmamış (xam) çay yarpaqlarının bərkfazada fermentasiyası zamanı əmələ gəlir [29, s. 539-545]. Bundan əlavə, karboksimetil- və karboksil-katexinlər, A və B purinləri, teadenol A və B- də yetişmiş tünd (puer) çaylarda aşkar edilmişdir, lakin bu birləşmələrin postfermentasiya dövründə əmələ gəlməsi dəqiq şəkildə aşkar edilməmişdir.

Postfermentasiya zamanı tünd çayların əsas kimyəvi dəyişiklikləri şəkil 2- də göstərilir.

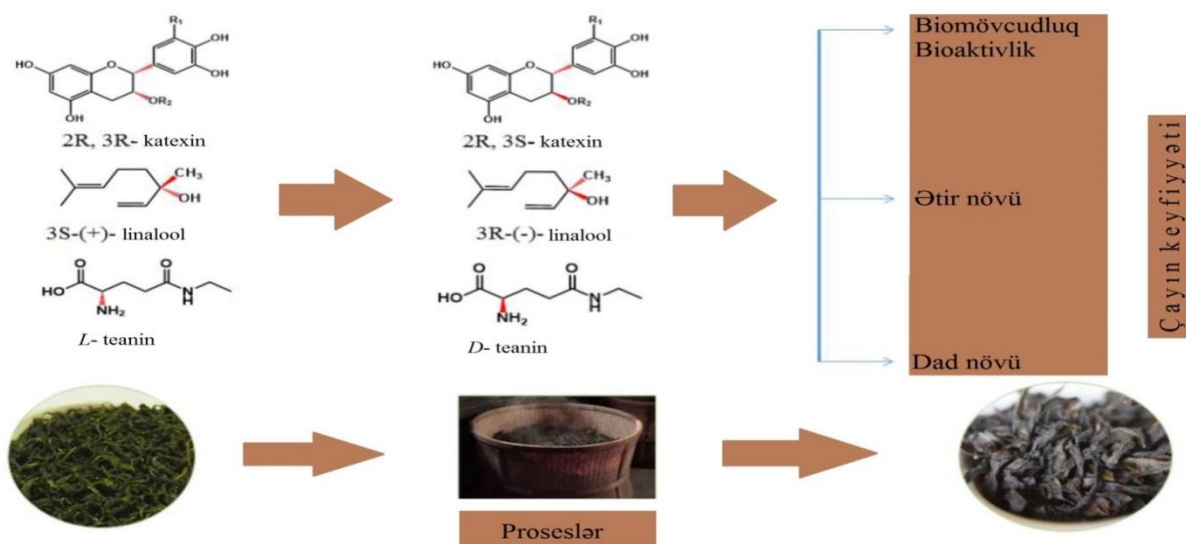
Çay yarpaqlarının, çayın polifenollarının və ya ayrı-ayrı katexinlərin *Aspergillus sp.* ilə inkubasiyasının modelləşdirilməsi yolu ilə bir çox flavan-3-ols törəmələri əmələ gələ bilər. *Aspergillus sp.* tərəfindən EGCG fermentasiyası teadenol A və B meydana gətirə bilər [30, s.91-100]. Yetişmiş tünd çaydan ayrılmış göbələklə katexin və teaninlərin birləşməsi nəticəsində 8-*C-N*-etil-2-pirolidinonla əvəzlənmiş flavan-3-ollar əmələ gətirir. Bu tədqiqatlar katexinlərin, teanin, gall turşusu və kofeinin modelləşdirilmiş inkubasiyasının tünd (qaraldılmış) çayların posfermentasiyası zamanı çay birləşmələrinin kimyəvi çevrilmələrini (transformasiyasını) araşdırmağa kömək edir [29, s.539–545].



Şəkil 2. Postfermentasiya zamanı tünd çayların əsas kimyəvi dəyişiklikləri.

Bu günə qədər D-enantiomer teaninin və amin turşularının termoliz yolu ilə alınmış-alınmadığı məlum deyil, lakin qovrulma mərhələsi teanın tərkibini azalda bilər və 2,5-dimetilpirazinin meydana gəlməsinə kömək edə bilər [32, s.18-28; 31, s.2586-2594]. Xiral birləşmələrinin konfigurasiyası fərqli aktivlik, ləzzət və dad göstərə bilər (Şəkil 3).

Bundan əlavə, EGCG-nin qızdırılması qovurulmuş çayın keyfiyyətinə təsir göstərə bilən *theasinensins* kimi bir çox EGCG dimerlərinin əmələ gəlməsinə səbəb ola bilər. Katexinlərin nukleofilik xüsusiyyətləri bir çox katexin-karbonil və katexin -teanın birləşmələrini yarada bilər [27, s. 567-577].



Şəkil 3. Enantimerlərin ehtimal olunan dəyişikliyi və onların çayın keyfiyyətinə təsiri.

Mövcud ədəbiyyatın araşdırılması göstərir ki, son dövrlərə qədər dünyada teaninlə bağlı aparılmış çoxsaylı tədqiqatların böyük əksəriyyəti teaninin insanların sağlamlığına təsirinə və müxtəlif çay növlərində teaninin miqdarının öyrənilməsinə həsr edilmişdir [2, s.115; 11, s.75-82; 33, s.25].

Tədqiqatın nəticələri və müzakirəsi

Aparığımız araşdırmalar nəticəsində Azərbaycan ərazisində, xüsusilə Lənkəran-Astara iqtisadi rayonunda yetişdirilən yaşıl çay yarpağında və hazır məhsulda teaninin miqdarı və istehsal prosesləri zamanı müxtəlif texnoloji parametrlərin L-teaninin və kofeinin miqdarının dəyişməsinə təsirinin öyrənilməsi məqsəduyğun hesab edilmişdir.

Bu məqsədlə apardığımız araşdırmalar göstərir ki, çay yarpağının emalının bütün mərhələlərində teaninin miqdarının azalması və qlutamin turşusunun miqdarının artması baş verir, özü də L-teaninin əhəmiyyətli itkisi soluxdurma (ümumi itkilərin 50% - ə qədər) və qurutma (ümumi itkilərin 34% - ə qədər) mərhələlərində baş verir. Bu nəticələr digər müəlliflərin tədqiqatları ilə də uyğunluq təşkil edir. Görünür ki, teaninin parçalanması nəticəsində onun tərkib hissəsi – glutamin turşusu əmələ gəlir [21, s. 98-108; 23, s.1474-1495; 32, p. 18-28].

Emal zamanı çay yarpaqlarında L-teaninin miqdarındakı dəyişikliklərin nəticələri cədvəl 1-də göstərilir.

Cədvəl 1. Emal zamanı çay yarpaqlarında L- teaninin dəyişməsinin orta göstəriciləri

Çayın sortu	L-teaninin ilkin miqdarı, mq/100 ml	L- teaninin miqdarının dəyişməsi, mq/100ml				L-teaninin ümumi itkisi, ilkin xammala görə, %- lə
		Soluxdurma	Burma	Fermenta-siya	qurutma	
Kolxida	12.31± 0.31	10.95± 0.39	10.84± 0.29	10.61± 0.25	9.74±0.19	20.88± 0.24
Azərbaycan-1	15.48±0.38	14.06±0.48	13.78±0.18	13.49±0.29	12.45±0.23	19.58±0.21
Fərmançay	13.25±0.27	11.87±0.34	11.61±0.20	11.43±0.24	10.60±0.39	20.05±0.49
Azərbaycan-2	12.52±0.15	11.45±0.28	11.06±0.44	10.85±0.15	10.32±0.35	17.57±0.18
Azərbaycan-4	16.82±0.43	14.90±0.16	14.62±0.33	14.31±0.17	13.10±0.18	22.12±0.36
YP(Lənkəran)	10.98±0.20	9.85±0.27	9.53±0.27	9.27±0.09	8.38±0.26	23.68±0.14

Cədvəl 1- dən göründüyü kimi, emal olunan çay yarpağının sortundan asılı olaraq L-teaninin ümumi itkiləri $17,57 \pm 0,18$ %-dən $23,68 \pm 0,14$ %-ə qədər təşkil edir. Ən böyük itkilər YP (Lənkəran) sortunda ($23,68 \pm 0,14\%$), ən az itkilər isə – Azərbaycan-2 sortunda ($17,57 \pm 0,18\%$) müşahidə olunur.

Bu zaman Kolxida sortu üzrə ilkin xammala görə itkilər soluxdurma prosesindən sonra $11,05\%$, burma prosesindən sonra $11,95\%$, fermentasiya prosesindən sonra $13,81\%$, qurutmadan sonra isə $20,88\%$ təşkil edir.

Azərbaycan - 4 sortu emal edilərkən soluxdurma zamanı L-teaninin itkisi ilkin xammala nisbətən ümumi itkilərin $11,29\%$ -ni, burulma zamanı $1,57\%$ -ni, fermentasiya zamanı $2,05\%$ -ni, qurutma zamanı isə $7,21\%$ -ni təşkil edir.

Məlumdur ki, çay yarpaqlarındakı amin turşularının ümumi miqdarının əsasını teanın təşkil edir. Azərbaycan-1 sortunda teanın miqdarı amin turşularının ümumi miqdarının $41,3\%$ -ni, Kolxida sortunda isə $38,8\%$ - ni təşkil edir. Hər iki növ yaşıl çay yarpağının soluxdurulması zamanı serin, treonin və glutamin istisna olmaqla, bütün amin turşularının miqdarı (orta hesabla $25,0 \pm 1,40\%$) artır. Bu artım zülal maddələrinin hidrolizi və nəmliyin, o cümlədən kimyəvi cəhətdən əlaqəli suyun qismən ayrılması hesabına baş verir. Lakin, burma, fermentasiya və qurutma zamanı amin turşularının miqdarı tədricən azalır və bu qurutma zamanı daha da intensivləşir. Çay yarpağının emalının bütün mərhələlərində teanın azalması baş verir və glutamin turşusunun miqdarı artır, özü də teanın əhəmiyyətli itkiləri soluxdurma (ümumi itkilərin təxminən $50,0$ - $53,0\%$ - ə qədər) və qurutma (ümumi itkilərin $31,0$ - $34,0\%$ - ə qədər) mərhələsində baş verir. Aydın ki, teanın parçalanması nəticəsində onun tərkib hissəsi - glutamin turşusu meydana gəlir.

Müəyyən edilmişdir ki, çay yarpağının burulması zamanı L-teaninin itkiləri orta hesabla 6 – 8% , doğrama (xırdalama) zamanı isə 18 - 21% təşkil edir, yəni burmadan əvvəl xırdalama zamanı itkilər təxminən 3 dəfə artır.

Eyni zamanda, çay yarpaqlarının teanın tərkibinin təhlili ilə yanaşı, texnoloji proseslərin L-teanın tərkibinə təsiri məsələləri tərəfimizdən araşdırılmışdır.

Aparılan təcrübələr çay yarpağının tərkibində teanın miqdarının sortlara görə əhəmiyyətli dəyişdiyini göstərmişdir. Teanın miqdarının cavan yarpaqlarda daha çox olduğunu nəzərə alaraq keyfiyyətli çay istehsalı üçün daha çox təzə və cavan zoğlardan istifadə məqsədəuyğun hesab olunur. Digər müəlliflərin tədqiqatlarında müxtəlif çay yarpaqlarında teanın miqdarının $0,21$ - $1,43\%$, bir tədqiqat işində isə $1,307$ - $3,029$ mq/q olduğu müəyyən edilmişdir [2, s.116-121; 34, s.5099-5102].

Eyni zamanda yarpaqların tərkibindəki digər kimyəvi birləşmələrin təhlili ilə yanaşı, yarpaqlarda olan kofeinin miqdarının, teanın və kofeinin tərkibinə texnoloji proseslərin təsirinə, hazır çayın tərkibindəki kofeinin miqdarı ilə yarpaqlardakı kofeinin miqdarı arasında asılılığın olub-olmamasını araşdırdıq. Təzə çay yarpaqlarında (tumurcuqlarda) teanın və kofeinin miqdarı, kofein/teanın nisbəti **Cədvəl 2-** də verilmişdir.

Cədvəl 2. Təzə çay yarpaqlarında (tumurcuqlarda) L-teaninin və kofeinin miqdarı, kofein/ teanın nisbəti

Çayın sortu	L-teaninin miqdarı, mq/ 100 ml	Kofeinin miqdarı, mq/100 ml	Kofein/L-teanın nisbəti
Kolxida	$12,31 \pm 0,31$	$22,85 \pm 0,31$	1,86
Azərbaycan-1	$15,48 \pm 0,38$	$29,08 \pm 0,42$	1,88
Fərmançay	$13,25 \pm 0,27$	$23,52 \pm 0,64$	1,77
Azərbaycan-2	$12,52 \pm 0,15$	$24,34 \pm 0,27$	1,94
Azərbaycan-4	$16,82 \pm 0,43$	$30,16 \pm 0,56$	1,79
YP (Lənkəran)	$10,98 \pm 0,20$	$25,47 \pm 0,18$	2,32

Cədvəl 2- dən göründüyü kimi, L-teanın miqdarı ən çox Azərbaycan-4 çay sortlarında ($16,82 \pm 0,43$), ən az isə YP (Lənkəran) yerli populyasiyasında ($9,96 \pm 0,35$) müşahidə edilmişdir. Aparılan təcrübələr göstərmişdir ki, çay yarpaqlarının tərkibindəki L-teanın miqdarı çayın sortundan asılı olaraq

xeyli dəyişir. Cavan yarpaqlarda yüksək miqdarda teaninin olduğunu nəzərə alaraq, yüksək keyfiyyətli çay istehsalı üçün təzə və cavan yarpaqlardan istifadə etmək tövsiyə olunur. Respublikanın Lənkəran-Astara bölgəsində yetişdirilən çay yarpaqlarında ən çox kofein Azərbaycan - 4 sortunun komponentində ($30,16 \pm 0,56$ mq/q (mq/l)), ən az isə Kolxida sortunda ($22,85 \pm 0,31$ mq/q quru çəki) təşkil edir.

Aparığımız araşdırmalar göstərdi ki, müxtəlif sort çay yarpaqlarındakı kofeinin miqdarında ciddi fərq vardır. Eyni zamanda, çay yarpaqlarının tərkibindəki L-teanin və kofein arasında korrelyasiya olduğu görünür ki, bu da emal proseslərinin texnoloji parametrlərinin çayın tərkibindəki kofeinin miqdarına təsiri tədqiq edildikdən sonra əldə edilən nəticələrin riyazi işlənməsindən sonra daha ətraflı izah ediləcəkdir.

Nəticə

Aparılmış araşdırmalar göstərir ki:

- təsnifatda göstərilən əsas çay məhsulları həm emalının texnoloji rejiminə, həm də öz xassəsinə, kimyəvi tərkibinə və keyfiyyətinə görə bir-birindən fərqlənir. Məsələn, qara məxməri çay istehsalında çay kollarından toplanmış cavan yarpaqlar, ardıcıl olaraq soluxdurma, burma-xırdalama, fermentasiya, qurutma və növlərə ayrılma kimi texnoloji emal proseslərindən keçdikdən sonra əhali arasında xüsusi populyarlığı ilə seçilən qara məxməri çaya- spesifik zərif aromata, xoş büzüşdürücü və yüngül ağızqamaşdırıcı dadla malik olan məhsula çevrildiyi halda, yaşıl çayın istehsalında soluxdurma və fermentasiya prosesləri çayı su buxarına vermə prosesi ilə əvəzlənir. Buxaravermə fermentlərin aktivliyini dayandırmaqla yanaşı çay yarpağının tərkibindəki kimyəvi birləşmələrin dəyişməz halda saxlanmasına və ya az dəyişkənliyə məruz qalmasına kömək edir;

- hər çay növünün özünəməxsus və həlledici bir istehsal prosesi müəyyənləşdirilmişdir, belə ki, ağ çay soluxdurma, ulun çayı sallanma, sarı çay yarpaqların saraldılması, qara məxməri çay fermentasiya və tünd çay üçün qalaqda uzunmüddətli fermentasiya emal prosesi tətbiq edilir;

- çay yarpağının emalının bütün mərhələlərində teaninin miqdarının azalması və glutamin turşusunun miqdarının artması baş verir, özü də L-teaninin əhəmiyyətli itkisi soluxdurma (ümumi itkilərin 50% - ə qədəri) və qurutma (ümumi itkilərin 34% - ə qədəri) mərhələlərində baş verir;

- L- teanin miqdarı ən çox Azərbaycan-4 çay sortlarında ($16,82 \pm 0,43$), ən az isə YP (Lənkəran) yerli populyasiyasında ($9,96 \pm 0,35$) müşahidə edilmişdir. Aparılan təcrübələr göstərmişdir ki, çay yarpaqlarının tərkibindəki L-teaninin miqdarı çayın sortundan asılı olaraq xeyli dəyişir;

- Lənkəran-Astara bölgəsində yetişdirilən çay yarpaqlarında ən çox kofein Azərbaycan-4 sortunun komponentində ($30,16 \pm 0,56$), ən az isə Kolxida sortunda ($22,85 \pm 0,31$ mq/q quru çəki) təşkil edir.

- cavan yarpaqlarda yüksək miqdarda teaninin olduğunu nəzərə alaraq, yüksək keyfiyyətli çay istehsalı üçün təzə və cavan yarpaqlardan istifadə etmək tövsiyə olunur;

- ayrı-ayrı emal proseslərinin texnoloji parametrlərinin çay yarpağının tərkibindəki kofeinin miqdarının dəyişməsinə təsirinin və kofein/L-teanin nisbətinin araşdırılması və əldə edilən nəticələrin riyazi işlənməsi məqsəduyğun hesab edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Ayakdaş G, Ağagündüz D. Determination of L-Theanine and Caffeine Contents in Tea Infusions with Different Fermentation Degrees and Brewing Conditions Using the Chromatographic Method. *Foods*. 2025; 14(13):2313. <https://doi.org/10.3390/foods14132313>.
2. Məhərrəmov M.Ə., Şahbazov B.X., Babayev B.X. və başqaları (2022) // Çayçılıq və sitrus meyvəçiliyi (Dərs vəsaiti). Lənkəran, LDU. 219 s.
3. Ульянова Е.В., Михайлова И.Ю. (2024). Современные технологии в производстве напитков на основе чая// Пиво и напитки №1, с. 23-27. DOI: 10.52653/PIN.2024.01.09
4. Faller A.C., Ragupathy S., Shanmughanandhan D., Zhang Y., Lu Z., Chang P., [et al.]. (2019). DNA quality and quantity analysis of camellia sinensis through processing from fresh leaves to a green tea extract // Journal of Aoac international. Vol. 102. Iss. 6. P. 1798–1807. <https://doi.org/10.1093/jaoac/102.6.1798>

5. Lin, S.; Chen, Z.; Chen, T.; Deng, W.; Wan, X.; Zhang, Z. (2022), Theanine Metabolism and Transport in Tea Plants (*Camellia sinensis* L.): Advances and Perspectives. *Crit. Rev. Biotechnol.* 43, 327–341.
6. Maharramova S., Maharramov M. (2022). Production of tonusgenerating non-alcoholic beverage (tai) from tea leaf // *Agricultural & Veterinary Sciences* Vol.6, No.2, pp.74-81.
7. Zhao, J.; Li, P.; Xia, T.; Wan, X. Exploring Plant Metabolic Genomics: Chemical Diversity, Metabolic Complexity in the Biosynthesis and Transport of Specialized Metabolites with the Tea Plant as a Model. *Crit. Rev. Biotechnol.* 40, 667–688.
8. Maharramov, M. A. (2020). Azerbaijan Tea (*Camellia sinensis* L.): Chemical Components, Pharmacology and the Dynamics of the Amino Acids. *Tea- Chemistry and Pharmacology* / M. A. Maharramov, M. M. Jahangirov, S. I. Maharramova // London, UK, Intecopen. - 2020, N129.-p. 67-84
9. Məhərrəmov S.İ., Məhərrəmov M.Ə. (2022). Çay yarpağından tonusəmələgətirici alkoqolsuz içki (TAİ) istehsalı // *INTERNATIONAL TEA CONGRESS "industrial, cultural and economic dimensions"* May 13-15, 2022 / Lankaran, Azerbaijan. s. 173-181.
10. Araslanova, K.; Nastos, J.M.; Sommerfeld, J.; Megill, W.; Struck, A.; Shirtcliffe, N.J. (2022). On the Relative Extraction Rates of Colour Compounds and Caffeine During Brewing, an Investigation of Tea over Time and Temperature. *Open Chem.* 20, 708–715.
11. Джахангиров, М. М., Магерамов М. А. (2018). Содержание аминокислотного состава и изменение теанина. в чайных листьях, выращенных в условиях Азербайджанской Республики // *Химия растительного сырья*, -. №3, - С.75–82. DOI:10.14258/jcprm. 2018033415.
12. Cahangirov M. M., Məhərrəmov M. Ə. (2022). Çay bitkisində teaninin sintezi və qurutma prosesinin teanin tərkibinə təsirinin tədqiqi// *Technical and Agrarian Sciences. International Scientific and Practical journal.* №2. S. 47-55.
13. Cahangirov, M.M. (2019). Çayda polifenolların miqdarının təyini metodlarının təkmilləşdirilməsi // *Xəbərlər məcmuəsi. AMEA Gəncə Bölməsi*, №3, - s. 62-68.
14. Əhmədov, Ə-C.İ. (2010). Azərbaycan çayı / Ə-C.İ. Əhmədov – Bakı: ADİU-nun Nəşriyyatı, - 170 s.
15. Bağirov, A.Y. (1993).Azərbaycan çayı / A.Y. Bağirov.- Bakı: Azərbaycan Dövlət nəşriyyatı,-110 s.
16. Quliyev, F., Çayçılıq / F. Quliyev, R. Quliyev. (2014). Bakı, - 559 s.
17. Məhərrəmov, M. (2017). Qida məhsulları texnologiyasının nəzəri əsasları./ M. Məhərrəmov- Bakı: İqtisad Universiteti Nəşriyyatı, 384 s.
18. Chen, Q. (2019). Aroma formation and dynamic changes during white tea processing. / Q. Chen, Y. Dai, W. Zhu, H. Lv, B. Mu, P. Li, Z. Lin // *Food Chemistry*, N274, - p.915–924. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.072>.
19. Zhao, F. Hydrophilic interaction liquid chromatography coupled with quadrupole-orbitrap ultra high resolution mass spectrometry to quantitate nucleobases, nucleosides, and nucleotides during white tea withering process. / F. Zhao, X. Qiu, N. Ye, J. Qian, D. Wang, P. Zhou, M. Chen (2018). // *Food Chemistry*, - N 266, -p.343–349. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.030>.
20. Omiadze, N. T. (2014). Biochemical processes at the stage of withering during black tea production. / N. T. Omiadze, N. I. Mchedlishvili, J. N. Rodriguez-Lopez, M.O. Abutidze, T.A. Sadunishvili, & N.G. Pruidze // *Applied Biochemistry and Microbiology*, N50(4), -p.394–397. <https://doi.org/10.1134/S0003683814040103>.
21. Ye, Y. Dynamic changes in amino acids, catechins, caffeine and gallic acid in green tea during withering. / Y. Ye, J. Yan, J. Cui, S. Mao, M. Li, Liao, X. Tong // *Journal of Food Composition and Analysis*, (2018). N66, - p.98–108. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.008>
22. Lee, L.S. Changes in major polyphenolic compounds of tea (*Camellia sinensis*) leaves during the production of black tea / L. S. Lee, Y. C. Kim, J. D. Park, Y. B. Kim, & S. H. Kim // *Food Science and Biotechnology*, (2016). N25(6), -p. 1523–1527.<https://doi.org/10.1007/s10068-016-0236-y>.
23. Zhang L. (2019). Chemistry and Biological Activities of Processed *Camellia sinensis* Teas: A Comprehensive Review / L. Zhang, C.-T. Ho, J. Zhou, J. S. Santos, L. Armstrong and D. Granato // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Volume 18, Issue 5,- P. 1474-1495. doi: 10.1111/1541-4337.12479.

24. Хоперия, Р.М. (1988). Технология производства чая. / Р.М.Хоперия М.:ВО Агропромиздат, - 160с.
25. Майсурадзе, З. А. (2010). Основы технологии черного гранулированного чая // Озургети-75 с.
26. Lorenzo, J. M., Munekata P. E. (2016). Phenolic compounds of green tea: Health benefits and technological application in food. //Asian Pac J Trop Biomed. N 6(8), -p. 709–719. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.06.010>.
27. Xu, J. Yellow tea (*Camellia sinensis* L.), a promising Chinese tea: Processing, chemical constituents and health benefits. / J. Xu, M. Wang, J. Zhao, Y. H. Wang, Q. Tang, I. A. Khan // Food Research International, - 2018.N 107, -p.567–577. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.063>.
28. Fiori, J. Chiral analysis of theanine and catechins in characterization of green tea by cyclodextrin-modified micellar electrokinetic chromatography and high performance liquid chromatography / J. Fiori, B. Pasquini, C. Caprini, S. Orlandini, S. Furlanetto, & R. Gotti // Journal of Chromatography A, - 2018. N1562, - p. 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2018.05.063>.
29. Wang, W. 8-C N-ethyl-2-pyrrolidinone substituted flavan-3-ols as the marker compounds of Chinese dark teas formed in the post-fermentation process provide significant antioxidative activity / W. Wang, L. Zhang, S. Wang, S. Shi, Y. Jiang, N. Li, P. Tu // Food Chemistry, -2014. N152, - p.539–545. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.117>.
30. Song, J. H. Simple method for the preparation of theadenols A and B by a combined process of submerged culture with *Aspergillus* sp. and chromatographic separation. / J.H. Song, H. Miyazaki, S. Yoshida // Food Science &Technology Research, - 2017, N23(1), - p. 91–100. <https://doi.org/10.3136/fstr.23.91>.
31. Mao, A. (2018). Effects of roasting treatment on non-volatile compounds and taste of green tea. / A. Mao, H. Su, S. M. Fang, X. Chen, J. M. Ning, C. T. Ho & X. C. Wan // International Journal of Food Science & Technology, N53(11), -p.2586–2594. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13853>.
32. Guo, X. Y., Song, C. K., Ho, C. T., & Wan, X. C. Contribution of L-theanine to the formation of 2,5-imethylpyrazine, a key roasted peanutty flavor in oolong tea during manufacturing processes / X. Y. Guo, C. K. Song, C. T. Ho & X. C. Wan // Food Chemistry, 2018. N263, - p. 18–28. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.117>.
33. Платонова Н. Б. (2022). Закономерности формирования компонентов антиоксидантной системы чая, произрастающего в условиях влажных субтропиков России. Автореф. дисс...канд. наук. Краснодар, 25 с.
34. Kusano, R. (2015). Oxidation mechanism of black tea pigment theaflavin by peroxidase. / R. Kusano, Y. Matsuo, Y. Saito, & T. Tanaka // Tetrahedron Letters, N56(36), p.5099–5102. <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2015.07.037>.

SOME ASPECTS OF THE ANALYSIS OF THE MODERN STATE OF THE MAIN TECHNOLOGICAL PROCESSES OF TEA PRODUCTION AND THEIR INFLUENCE ON THE CONTENT OF L-THEANINE AND COFFEE IN THE PRODUCT

Muhandis Jahangirov
Sevinj Maharramova
Mikayil Maharramov
Lankaran State University
Azerbaijan State University of Economics

Summary

Conducted studies show that the main types of tea production differ both in terms of technological processing mode and properties, chemical composition and quality. At the same time, each type of tea has its own unique and decisive production process. Tea (*Camellia sinensis* L.) is a plant with a unique and complex chemical composition. The substances that make up tea have physiological activity and

can be used in the treatment and prevention of a number of diseases. Taking into account the unusual biological activity of amino acids contained in tea and their influence on the human body, the composition and dynamics of amino acids in the composition of green tea leaves grown and processed in the Lankaran-Astara region was studied, and it was established that tea extracts (infusions) contain 16 amino acids, including essential ones. The basis of the total number of amino acids is theanine. In tea leaves, the highest content of L-theanine was observed in the tea variety "Azerbaijan-4" (16.82 ± 0.43), and the lowest - in the local population YP (Lyankyaran) (9.96 ± 0.35). The highest caffeine content was also observed in the variety "Azerbaijan-4" (30.16 ± 0.56), and the lowest - in the variety "Colchida" (22.85 ± 0.31 mg/g of dry weight). The ratio of caffeine and L-theanine in fresh tea leaves varies from 1.77 to 2.32 depending on the variety.

Keywords: tea leaf, processing, process, extraction, health, amino acid, theanine, caffeine

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧАЯ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ L-ТЕАНИНА И КОФЕ В ПРОДУКТЕ

Мухандис Джахангиров
Севиндж Магеррамова
Микаил Магеррамов

Лянкяранский государственный университет
Азербайджанский государственный экономический университет

Аннотация

Проведенные исследования показывают, что основные виды чайной продукции различаются как по технологическому режиму обработки, так и по свойствам, химическому составу и качеству. При этом для каждого вида чая определен свой уникальный и решающий технологический процесс производства. Чай (*Camellia sinensis* L.) – уникальное и сложное по химическому составу растение. Вещества, входящие в состав чая, обладают физиологической активностью и могут быть использованы при лечении и профилактике ряда заболеваний. Учитывая необычную биологическую активность аминокислот, содержащихся в чае, и их влияние на организм человека, был изучен состав и динамика аминокислот в составе листьев зеленого чая, выращенного и переработанного в Ленкоранско-Астаринском регионе, и установлено, что в экстрактах (настоях) чая содержится 16 аминокислот, в том числе незаменимых. Основу общего количества аминокислот составляет теанин. В чайных листьях наибольшее содержание L-теанина наблюдалось в сорте чая «Азербайджан-4» ($16,82 \pm 0,43$), а наименьшее – в местной популяции YP (Лянкяран) ($9,96 \pm 0,35$). Наибольшее содержание кофеина наблюдалось также в сорте «Азербайджан-4» ($30,16 \pm 0,56$), а наименьшее – в сорте «Колхида» ($22,85 \pm 0,31$ мг/г сухого веса). Соотношение кофеина и L-теанина в свежих чайных листьях варьируется от 1,77 до 2,32 в зависимости от сорта.

Ключевые слова: чайный лист, переработка, процесс, экстракция, здоровье, аминокислота, теанин, кофеин

Мəqalə daxil olub:
10 iyul 2025-ci il

Təkrar işlənməyə göndərilib:
04 sentyabr 2025-ci il

Çapa qəbul olunub:
30 sentyabr 2025-ci il