

UOT:574.2**ABŞERON ƏRAZİSİNDƏ İNKİŞAF ETMİŞ QUERCUS ILEX L.
VƏ OLEA EUROPEA L. BİTKİLƏRİNİN YARPAQLARINDA
XLOROFİL FLÜORESSENSİYA ŞÜALANMASI VASİTƏSİLƏ
EKOLOJİ MONİTORİNG****B.T.QAFAROVA, A.O.MƏMMƏDOVA, İ.S.ƏHMƏDOV*****Bakı Dövlət Universiteti******m.afet@mail.ru***

Tədqiqat işində Abşeronda real ekoloji çirklənmə şəraitində bitən həmişəyaşıl ağacların yarpaqlarında xlorofil flüoressensiyası spektrlərinin ətraf mühitin ekoloji vəziyyətindən asılı olaraq müqayisəli analizi aparılmışdır. Təcrübələrdə çirklənmə dərəcəsinə görə bir-birindən xeyli fərqlənən müxtəlif ərazilərdə bitən zeytun və daş palıd ağaclarından götürülmüş yarpaq nümunələrindən istifadə edilmişdir. Normal ekoloji şəraitdə bitən ağacların yarpaqlarında xlorofil qırmızı flüoressensiyası spektrlərində xarakterik iki 690 nm və 735 nm pikləri alınmış və F690/F735 nisbəti müəyyən edilmişdir. Bu nisbətinin dəyişməsinə əsasən ağacların fizioloji vəziyyəti, yarpaqlarında xlorofil tərkibi qiymətləndirilmişdir.

Acar sözlər: bioindikator, xlorofil flüoressensiyası spektri, ekoloji qiymətləndirmə

Müasir dövrdə təbii ətraf mühit ilə cəmiyyət arasında balansın pozulması daim artmaqdadır. Bu urbanizə edilmiş ekosistemdə, antropogen çirklənmənin daha çox təsir etdiyi şəhər mühiti şəraitində daha qabarıq nəzərə cəpırır. Müxtəlif dərəcədə və müxtəlif təbiətli çirkləndiricilərlə çirklənmiş mühitdə inkişaf etmiş bitkilər digər canlılara nisbətən həssaslıq göstərirlər. Bitkiləri digər orqanizmlərdən fərqləndirən ən mühüm xüsusiyyətlərdən biri onların fotosintez prosesinə malik olmalarıdır. Fotosintez prosesi üçün normal şəraitdə fotosintetik piqmentlər (xlorofil, karatinoidlər) tərəfindən udulan işıq enerjisinin böyük bir hissəsi karbon qazının fiksasiyasına, ATF molekullarının sintezinə və oksigenin əmələ gəlməsinə sərf olunur, bir hissəsi (15-20%) istilik şəkilində, bir hissəsi isə (1-3%) flüoressensiya şüalanması ilə ayrılır. Udulan işıq enerjisinin paylanmasını dəqiq hesablamaq mümkün olmasa da balansın dəyişməsinə müəyyən stress hallarında müəyyən etmək olur. Bitkilərin vəziyyətinin təyini məlum metodlarla ətraf mühitin dəyişməsinin fotosintez prosesinə təsirinin qiymətləndirilməsi ilə müəyyənləşdirilməsi ədəbiyyat göstəricilərindən məlumdur (16; 17). Fotokimyəvi proseslərə sərf olunan enerji bu və ya digər stress

nəticəsində azalan kimi istilik və flüoressensiya vasitəsilə ayrılan enerjinin miqdarı artır. İstilik enerjisini xüsusi fotoakustik metodla çətinliklə təyin etmək olur (15). Lakin xlorofil flüoressensiyasını müasir metodlarla asanlıqla təyin etmək mümkündür. Son 25 ildə lazerlə induksiya flüoressensiyası bitkilərdə vegetasiya dövründə fizioloji stressin səviyyəsini monitorinq etmək üçün ən çox tətbiq edilən metod olmuşdur.

Məlumdur ki, bitkilər müxtəlif stress vəziyyətlərində olarkən onların yarpaqlarında toplanan artıq enerjinin istilik formasında şüalanması artır. Bu zaman flüoressensiya şüalanması həm stressin əvvəlində, həm də aralıq mərhələlərində azalır. Odur ki, yarpaqlarda üç əsas prosesdə - fotosintez, xlorofil flüoressensiyası və istilik şüalanması proseslərində enerji israfının balansını flüoressensiya şüalanmasının xarakteristikaları ilə müəyyən etmək olur (8; 9). Stasionar flüoressensiya ətraf mühitin amillərinə çox güclü şəkildə reaksiya verdiyindən bu parametrdən istifadə edərək fotosintezi, pigment tərkibini, morfoloji dəyişiklikləri fizioloji gərginlik hallarında yaxşı qiymətləndirmək mümkündür. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, xlorofil flüoressensiyasına bir çox amillər eyni zamanda kompleks təsir etdiyindən müasir tədqiqat metodları əsas stressoru deyil, yalnız fizioloji gərginlik yaradan amilləri qiymətləndirməyə imkan verir. Yəni bitki sistemləri və atmosfer prosesləri o qədər mürəkkəbdir ki, onlar arasında qarşılıqlı təsirin öyrənilməsi xüsusi fiziki modellərin yaradılmasını tələb edir.

Xlorofilin qırmızı flüoressensiya şüalanması obyekt stress halında, həm də qaranlıqda saxladığıda yaxşı müşahidə olunur. Bu şüalanma Kautski effekti kimi tanınır və onun spektri iki maksimumla 680-690 nm və 730-735 nm xarakterizə edilir (11, 12). Məlum olmuşdur ki, flüoressensiya şüalanmanın 690 nm piki xlorofilin miqdarı artdıqca azalır. Uyğun olaraq flüoressensiya şüalanmanın F690/F735 nisbəti xlorofilin miqdarı artdıqca azalır (10).

Qısamüddətli və aşağı stress vəziyyətlərində xlorofil tərkibi dəyişməsə də fotosintez zəifləyir və bu zaman F690/F735 nisbəti 20-30% artır. Uzun müddətli stress vəziyyətlərində isə fotosintezin səviyyəsi müəyyən qədər bərpa oluna bilər (adaptasiyanın və regenerasiyanın hesabına), lakin xlorofilin miqdarı azalaraq daha aşağı səviyyələrdə qərarlaşır. Bu isə flüoressensiyanın F690/F735 nisbətinin 1,5-4 dəfə artmasına səbəb ola bilər. Odur ki, flüoressensiyanın F690/F735 nisbətinin qiyməti bu və ya digər stress amilin qiymətləndirilməsi üçün çox yaxşı yanaşmadır.

Flüoressensiya spektrlərinin forması və intensivliyinin qiyməti xlorofilin tərkibi ilə korrelyasiya edir (14) və yarpaqların işığı udma xüsusiyyətlərindən asılı olur (12). Ədəbiyyat məlumatlarına görə çoxlu sayda təcrübələrin nəticələri göstərir ki, müxtəlif stress hallarında bitkilərin yarpaqlarında baş verən fizioloji dəyişiklikləri, xüsusilə bitkilər üçün ən vacib olan fotosintez prosesində olan dəyişiklikləri xlorofil flüoressensiya şüalanması spektrlərinin analizi ilə müəyyən etmək olar (3; 13, 16, 17).

Aparılmış tədqiqat işlərində əsas məqsəd real ekoloji çirklənmə

şəraitində həmişəyaşıl ağac bitkilərinin yarpaqlarında xlorofil flüoressensiyası spektrlərinin analizinə əsaslanaraq ətraf mühitin ekoloji vəziyyətinin qiymətləndirilməsidir. Bu təcrübələrdə çirklənmə dərəcəsinə görə bir-birindən xeyli fərqlənən müxtəlif ərazilərdə bitən zeytun və daş palıd ağaclarından götürülmüş yarpaq nümunələrində xlorofil şüalanması spektrləri analiz edilmişdir.

Tədqiqat metodu və obyektlər

Yarpaqlarda xlorofil flüoressensiya şüalanmasının spektrləri və eləcə də həyəcanlandırma spektrləri Fransanın istehsalı olan Cary Eclipse spektrofotometrində (Varian Inc., Les Ulis, France) məlum metodla çəkilmişdir (7). Xlorofilin həyəcanlandırılması spektrləri 300-700 nm intervalında skan edilmişdir. Şüalanma spektri isə 650-800 nm intervalında qırmızı və uzaq qırmızı oblastında çəkilmişdir. Şüalanma spektrlərini almaq üçün xlorofil əsasən qırmızı oblastda həyəcanlandırılmışdır. Spektrlər bütün yarpaqlarda onların adaksial tərəfindən çəkilmişdir. Yarpaqların təqribən 6 mm diametrində səthi spektrlərin skan edilməsi üçün kifayət etmişdir. Spektrlər otaq temperaturunda yarpaqların ağaclardan yığılmasından bir gün sonra çəkilmişdir. Bu yarpaqlarda spektrlərin çəkilməsi üçün lazım olan adaptasiya şəraitini təmin etmişdir.

Təcrübələrdə tədqiqat obyektini kimi *Olea europea L.* – zeytun və *Quercus ilex L.* – daş palıd adlanan ağac bitkilərinin yarpaqlarından istifadə edilmişdir.

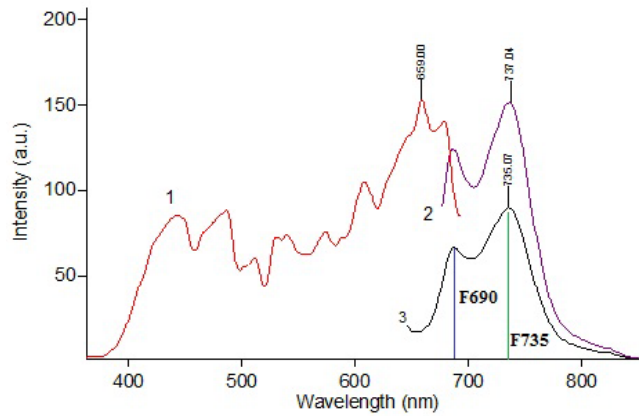
***Olea europea L.* – Zeytun** (2) hündürlüyü 4-6 m və bəzən də daha çox olan zeytun ağacı yığcam çətirli həmişəyaşıl bitkidir. Zeytun ağacının lansetə oxşar yarpaqları boz-yaşıl rəngdə olur. Bu bitki qədim zamanlardan bitki yağı almaq və dekorativ məqsədlər üçün becərilir. Zeytun ağacı kontinental iqlim şəraitində yaxşı böyüyən, quraqlığa, zəif şoranlığa və güclü küləklərə davamlı, quru subtropiklərin xarakter bitkisidir. Bu səbəbdən Azərbaycanın bir sıra regionlarında, xüsusilə də Abşeron yarımadasında zeytun ağacları geniş yayılmışdır. Sənaye və dekorativ bitki kimi dünyanın müxtəlif regionlarında, məsələn, Aralıq dənizi ətrafı ölkələrdə qədimlərdən zeytun bağları salınmışdır. Zeytun ağacının meyvələrindən insan orqanizmi üçün faydalı olan biotexnoloji proseslərə əsaslanan yağ istehsal edilir. Digər tərəfdən zeytun ağaclarından (landşaftların formalaşdırılması və ətraf mühitin yaxşılaşdırılması məqsədilə istifadə edirlər. Zeytun bağları olan ərazilərdə torpağın möhkəmləndirilməsi və eroziyanın qarşısının alınması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Zeytun münbit olmayan, zəif şoran torpaqlarda belə yaxşı inkişaf edir, uzunömürlü bitkidir. Elmə məlumdur ki, zeytun ağacı bağlarda 300-400 il, münbit torpaqlarda və normal şəraitdə isə 1000 ilə qədər mövcud ola bilər. Bu bitkinin uzunömürlülüyü və stress amillərə davamlılığı imkan verir ki, ondan eyni zamanda perspektivli biomonitorinq obyektini kimi istifadə etsinlər. Hal hazırda Abşeron ərazisində zeytunun 20-dən çox növü becərilir. Odur ki, Abşeron yarımadası ərazilərində, şəhər parklarında və yol kənarlarında salınmış zeytun ağaclarından ekoloji vəziyyətin qiymətləndirilməsində və monitorinqində istifadə edilməsi məqsədəuyğundur.

***Quercus ilex L.* – Daş palıd (1)** Azərbaycanca XX əsrin ortalarında introduksiya edilmişdir. Normal şəraitdə becərilən daş palıd ağacının hündürlüyü 20 m qədər ola bilər. Onun yarpaqları ellipsvaridir və ölçüləri 2-7 sm uzunluğunda, 1-3 sm enində olur. Daş palıd ağacları təbii olaraq meşələrdə bitir, lakin bu ağaclardan parkların, həyətyanı sahələrin və yol kənarlarının yaşıllaşdırılmasında da istifadə edilir. Bu bitkinin də həmişəyaşıl növləri var və onlar quraqlıq və güclü küləklərə davamlı bitkilər hesab edilir. Abşeron yarımadasında dekorativ məqsədlər üçün əkilmiş daş palıd ağacları uzun illərdir müxtəlif cəhətdən çirklənmiş ərazilərdə belə bitir. Odur ki, bu ağaclardan ərazilərin nə dərəcədə çirkləndiyini monitorinq edərkən istifadə etmək olar və digər bitkilərlə müqayisədə daha etibarlı nəticələr almaq olar.

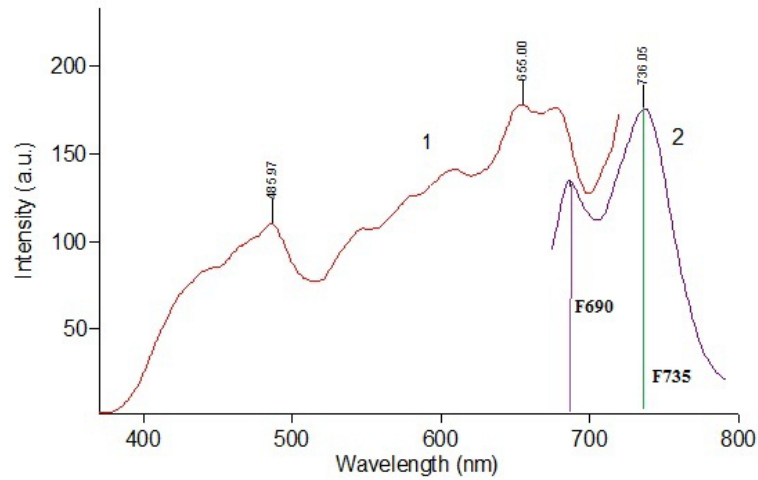
Tədqiqatın nəticələri

Təcrübələrdə qarşıya qoyulan məsələlərin həllinə nail olmaq üçün Abşeron rayonunun ekoloji cəhətdən normal vəziyyətdə və çirklənmiş ərazilərində bitən zeytun və daş palıd ağaclarının yarpaq nümunələrində xlorofil flüorensiyası şüalanmasının spektrləri çəkilərək analiz edilmişdir. Ekoloji cəhətdən normal ərazi kimi Bakı şəhərindən 28 km kənarda, nəqliyyatın intensiv olduğu yollardan uzaq, sənaye müəssisələrindən xeyli aralı, nisbətən ekoloji təmiz ərazilər seçilmişdir. Çirklənmə ərazi kimi isə nəqliyyatın intensiv hərəkəti olan yol kənarları, sənaye müəssisələrindən 200 m aralı ərazilər seçilmişdir. Bu ərazilərdə bitən zeytun və daş palıd ağaclarının yarpaq nümunələrində xlorofil flüorensiyası şüalanması spektrləri çəkilmiş, onların xarakteristikaları müqayisə edilmişdir. İlkin təcrübələrdə ekoloji normal ərazilərdə bitən zeytun və daş palıdın xlorofil flüorensiyası spektrləri alınmış və onların udma spektrindən asılı olan xarakteristikaları müəyyən edilmişdir. Zeytun ağacının yarpağında qırmızı xlorofil flüorensiyası şüalanmasının spektrində xarakterik olan iki 690 nm və 735 nm pikləri alınmışdır. Şəkil 1-də zeytun yarpağında udma spektri (1) və şüalanma spektrləri (2) və (3) verilmişdir. Xlorofilin 631 nm dalğa uzunluğu ilə şüalanması zamanı alınan spektrin (3) 659 nm dalğa uzunluğu ilə həyəcanlandırdıqda alınan spektrdən (2) həm intensivliyinə və həm də piklərin dalğa uzunluğuna görə fərqlənmişdir. Bu onu göstərir ki, xlorofil qırmızı şüalanma spektri həyəcanlandırıcı dalğa uzunluğundan asılıdır. Odur ki, təcrübələrdə eyni bitki üçün həyəcanlandırıcı dalğa uzunluğu eyni seçilmişdir. F690/F735 nisbəti birinci spektr üçün 0,83, ikinci spektr üçün isə 0,69 olmuşdur. Eyni spektr normal şəraitdə bitən daş palıd ağacının yarpaqlarında da çəkilmişdir. Bu təcrübənin nəticələri şəkil 2-də verilmişdir.

Normal şəraitdə bitən daş palıd ağacının yarpaqlarında da xlorofilin qırmızı şüalanma spektrində 689 nm və 736 nm dalğa uzunluqlarına uyğun piklər müşahidə edilmişdir. F690/F735 nisbəti isə 0,94 olmuşdur.

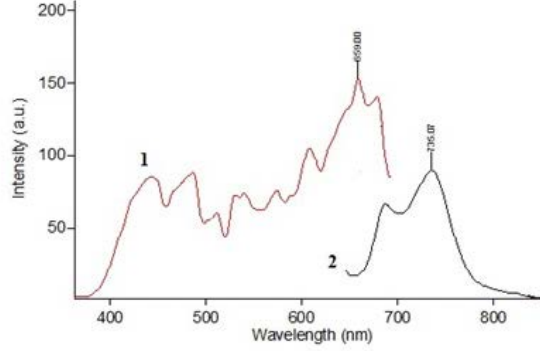


Şək. 1. Normal şəraitdə bitmiş zeytun ağacının yarpağında udma spektri (1) və xlorofil qırmızı flüoressensiya spektrləri (2) və (3).



Şək. 2. Normal şəraitdə bitmiş daş palıd ağacının yarpağında udma spektri (1) və xlorofil qırmızı flüoressensiya spektrləri (2). Həyəcanlandırıcı dalğa uzunluğu 655 nm olmuşdur.

Sonrakı təcrübələrdə Abşeron ərazisində ekoloji vəziyyətin müxtəlifliyinin bu ağacların inkişafında təsirini öyrənmək və gələcəkdə ekoloji monitoring apararaq riskin qiymətləndirilməsi üçün xlorofil qırmızı flüoressensiya şüalanması spektrlərinin xarakteristikaları öyrənilmişdir. Xlorofil qırmızı flüoressensiya şüalanması ətraf aləmin stress təsirlərinə qarşı həssas bir parametrd olduğundan bu üsulun imkanlarından belə məsələlərin tədqiqində geniş istifadə edilir.

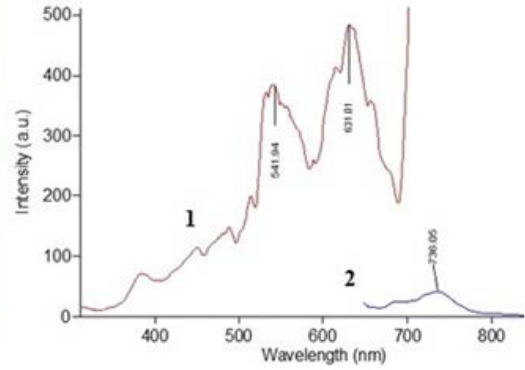


Şəkil 3. Ekoloji təmiz ərazidə bitən zeytun ağacının yarpağında udma spektri (1) və xlorofil qırmızı flüoressensiya şüalanması spektri (2). Spektrlər yarpağın adaksal tərəfindən çəkilmişdir.

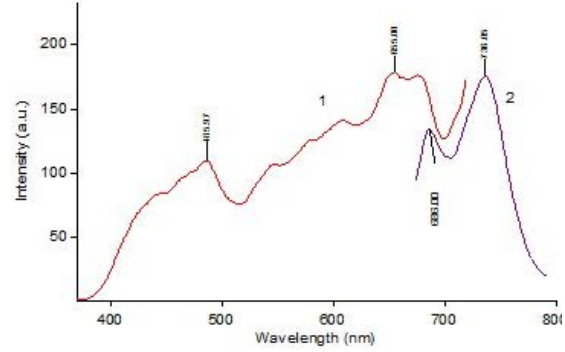
Hal hazırda zeytun və daş palıd ağacları Abşeron ərazisinin müxtəlif dərəcədə çirklənmiş ərazilərində qalmaqdadır. Onların inkişafı bu ərazilərin ekoloji çirklənmə dərəcəsindən, çirklənmənin təbiətindən asılı olaraq müxtəlifdir. Elə ərazilər var ki, neft məhsulları ilə, elə ərazilər də var ki, nəqliyyatın atmosferə, torpağa yaydığı çirkləndiricilərlə çirklənmişdir. Təcrübələrdə Bakı şəhərinin çirklənmiş ərazilərində və nəqliyyatın intensiv olduğu yol kənarlarında bitən zeytun və daş palıd ağaclarının yarpaqları toplanmış və onların xlorofil qırmızı flüoressensiya spektrləri çəkilərək normal şəraitdə bitən ağacların yarpaqları ilə müqayisə edilmişdir. Şəkil 4–də ekoloji cəhətdən çirklənmiş hesab edilən ərazidə bitən zeytun ağacının yarpağında udma spektri (1) və xlorofil qırmızı flüoressensiya şüalanması spektri (2) çəkilmişdir. Spektrlər bütün hallarda yarpağın adaksial tərəfindən çəkilmişdir. Həyəcanlandırıcı şüaların dalğa uzunluğu 631 nm olmuşdur. Şəkil 4–dən görüldüyü kimi çirklənmiş ərazidə bitən zeytun ağacının xlorofil qırmızı flüoressensiya spektri normal şəraitdə bitən zeytun ağacının yarpaqlarından çəkilmiş spektrdən tamamilə fərqlənir. Spektrin həm piklərində və həm də onların intensivliyində xeyli fərq alınmışdır.

Xlorofil flüoressensiyası spektrinin xarakteri dəyişmiş, 690 nm piki demək olar ki, tamamilə itmiş, 790 nm piki isə çox az qalmışdır. F690/F735 nisbəti isə 0,62 olmuşdur. Bu nisbət normal şəraitdə bitən zeytun ağacı üçün 0,69 olmuşdur.

Eyni təcrübələr daş palıd ağacı üçün də aparılmışdır. Əvvəlcə normal şəraitdə bitən palıd ağacının yarpaqlarında xlorofil qırmızı şüalanmanın spektrləri çəkilmişdir və bu təcrübənin nəticələri şəkil 2 və 5–də verilmişdir. Normal şəraitdə bitən palıd ağacının yarpaqlarında flüoressensiya spektrinin hər iki piki müşahidə olunur – 689 nm və 736 nm. F690/F735 nisbəti isə 0,94 olmuşdur. Eyni təcrübə ekoloji cəhətdən çirklənmiş ərazi hesab edilən ərazilərdə bitən palıd ağacının yarpaqlarında da aparılmışdır.

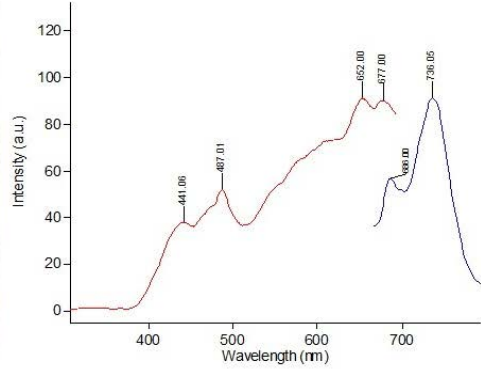


Şəkil 4. Ekoloji çirкли ərazidə bitən zeytun ağacının yarpağında udma spektri (1) və xlorofil qırmızı flüoressensiya şüalanması spektri (2). Spektrlər yarpağın adaksal səthindən çəkilmişdir.



Şəkil 5. Ekoloji təmiz ərazidə bitən daş palıd ağacının yarpağında udma spektri (1) və xlorofil qırmızı flüoressensiya şüalanması spektri (2). Spektrlər yarpağın adaksal tərəfindən çəkilmişdir. Həyəcanlandırıcı şüaların dalğa uzunluğu 655 nm olmuşdur.

Təcrübənin nəticələri şəkil 6-da verilmiş qrafikdə göstərilmişdir. Çirкли hesab edilən ərazilərdə bitən palıd ağacının yarpaqlarında çəkilmiş flüoressensiya spektrləri normal şəraitdə bitən ağaclara nisbətən zeytun ağacında olduğu kimi elə də kəskin fərqlənir. Belə ki, çirкли ərazidə bitən palıd ağacının yarpaqlarında xlorofil qırmızı flüoressensiya spektrində hər iki pik 690 nm və 730 nm müşahidə olunur. Spektrin xarakteri də dəyişir. Lakin F690/F735 nisbəti isə 0,53 olmuşdur. Göründüyü kimi normal şəraitdə bitən palıd ağacında bu nisbət xeyli böyük olmuşdu – 0,94. Beləliklə, onu qeyd etmək lazımdır ki, flüoemetrlə çəkilən flüoressensiya spektrləri ekoloji çirklilərdə bitən ağaclarda normal şəraitdə bitən ağaclara nisbətən xeyli dəyişikliklərə uğrayır.



Şək. 6. Ekoloji çirkləndirici şəraitdə bitən daş palıd ağacının yarpağında udma spektri (1) və xlorofil qırmızı flüoressensiya şüalanması spektri (2). Spektrlər yarpağın adaksal tərəfindən çəkilmişdir. Həyəcanlandırıcı şüaların dalğa uzunluğu 655 nm olmuşdur.

Nəticələrin müzakirəsi

Tilakoid membranlarında, xloroplastlarda, bitki toxumalarında və nəhayət, nativ yarpaqlarda təbii halda qeyd edilən xlorofil flüoressensiyası fotokimyəvi və qeyri-fotokimyəvi prosesləri öyrənmək üçün mühüm bir texnikadır və güclü vasitədir. Xlorofilin qırmızı flüoressensiya şüalanması bitkilərin müxtəlif stress halında, yüksək duzluluq, temperatur anomaliyalarında, atmosfer çirklənmələrində və uzun işığın intensivliyinin aşağı olan (və ya qaranlıqda) hallarında yaxşı müşahidə olunur. Mövcud elmi ədəbiyyatlardan məlum olur ki, xlorofilin qırmızı flüoressensiya şüalanması ətraf aləmin ekoloji vəziyyətində yaranan anomaliyaların monitorinqində mühüm parametr kimi çıxış edə bilər. Yüksək həssaslığa malik olan xlorofilin qırmızı flüoressensiya şüalanması bitkilərdə məhsuldarlığın əsasını təşkil edən, onların böyüməsini və normal mövcud olmasını təmin edən fotosintez prosesi ilə əlaqədardır. Başqa sözlə fotosintez prosesinin əsas iştirakçısı xlorofil və ona köməkçi olan pigmentlərin tərkibindən, miqdarından və strukturlarından asılıdır. Fotosintez prosesində əsas reaksiya mərkəzi PSII-nin struktur və funksiyasının tədqiqində xlorofil flüoressensiyasının əsas parametrlərindən istifadə edirlər. Bu parametrlərə F , F' – flüoressensiya intensivliyi uyğun olaraq qaranlıqda və işıqda adaptasiya edilmiş yarpaqlarda, F_0 , F_0' – minimal flüoressensiya qaranlıqda və işıqda uyğun olaraq, F_v , F_v' – variyasiya flüoressensiyası qaranlıq və işıqda uyğun olaraq, F_m , F_m' – maksimal flüoressensiya qaranlıqda və işıqda uyğun olaraq, $F_q' = F_m' - F'$ flüoressensiya fərqi, F_v/F_m PSII-nin maksimum kvant effektivliyi və s. Bu parametrlərin hər biri fotosintez prosesinin bu və ya digər mərhələsinin funksional göstəricisidir. Bu göstəricilərdən biri də F_{690}/F_{730} nisbətidir ki, onun artması və ya azalması fotosintezin xlorofil kompleksinin mühüm göstəricisidir. Bu nisbətə artması və ya azalması ilə yarpaqlarda xlorofil tərkibinin necə dəyişməsinə izləmək olur. Məsələn, F_{690}/F_{730} nisbəti normal ərazidə bitən zeytun ağac üçün 0,69, çirkləndirici şəraitdə bitən zeytun ağacı

üçün 0,62 olmuşdur. Daş palıd ağacı üçün F690/F730 nisbəti normal ərazidə bitən üçün 0,94, çirkli ərazidə bitən üçün 0,53 olmuşdur. Təcrübələrin nəticələri ilk növbədə onu göstərir ki, çirkli ərazilərdə bitən zeytun ağaclarında flüoressensiya spektri normal ərazilərdə bitənlərlə müqayisədə F690/F730 nisbəti az fərqlənir. Lakin daş palıd ağacında bu nisbət xeyli fərqlənir. Bu isə onu göstərir ki, daş palıd ağacı zeytun ağaclarına nisbətən ətraf mühitin çirklənməsinə daha həssasdır. Zeytun ağacları çirklənmə dərəcəsiindən asılı olmayaraq öz xlorofil tərkibini normal saxlaya bilir, lakin palıd ağacının yarpaqlarında xlorofil tərkibi mühüm dəyişikliyə uğrayır. Nəticə olaraq onu qeyd etmək olar ki, flüoressensiya şüalanmasının parametrləri ətraf mühitin ekoloji monitorinqində bir komponent kimi istifadə oluna bilər və riskin qiymətləndirilməsində faydalı ola bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Флора Азербайджана. Баку: АН Азерб., 1952, т. III, с. 102.
2. Флора Азербайджана. Баку: АН Азерб., 1957, т. VII, с. 75, 78.
3. Artur S. Gouveia-Neto et al. 2010. Abiotic Stress Diagnosis via Laser Induced Chlorophyll Fluorescence Analysis in Plants for Biofuel http://cdn.intechopen.com/pdfs/20054/InTech-Abiotic_stress_diagnosis_via_laser_induced_chlorophyll_fluorescence_analysis_in_plants_for_biofuel.pdf
4. AbouKheira, A. A., Atta, N. M. M. (2009). Response of *Jatropha curcas* L. to water deficits: yield, water use efficiency and oilseed characteristics. *Biomass and Bioenergy*, vol. 33, No. 10, pp. 1343-1350, 0961-9534
5. Agati, G. (1998). Response of the in vivo chlorophyll fluorescence spectrum to environmental factors and laser excitation wavelength. *Pure and Applied Optics*, vol. 7, No. 4, pp. 797-807 0963-9659
6. Allakhverdiev, S.I., Murata, N. (2008). Salt stress inhibits photosystem II and I in cyanobacteria. *Photosynthesis Research*, vol. 98, pp. 529-539, 1573-5079
7. Bidel L., Meyer S. et al. Responses of epidermal phenolic compounds to light acclimation: in vivo qualitative and quantitative assessment using chlorophyll fluorescence excitation spectra in leaves of three woody species. *Journal of Photochemistry and Photobiology. B*, 2007, *Biology*, 88, 163-179
8. Govindjee, A. J Sixty-three years since Kautsky chlorophyll a fluorescence, *Aust. J. Plant Physiol.*, 1995, 22, 131-160
9. Krause G. H. and E. Weis, Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basis, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 1991, 42, 313-349.
10. Kochubey S.M., Shadichina T.M., and Odinoky N.S. 1986. Judgment of the nitrogen deficiency of crop plants by means of spectrofluorescence of leaves // *Physiology and Biochemistry of Crop Plants*, 18, 35-39
11. Lichtenthaler H.K. and Buschmann C, Chlorophyll fluorescence spectra of green bean leaves // *J. Plant Physiol.*, 1987, 129, 137-147
12. Lichtenthaler H.K. and Rinderler U., 1988. The role of chlorophyll fluorescence in the detection of stress conditions in plants. *CRC Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 19, Suppl. I. S. 29-85
13. Lichtenthaler H.K. Applications of chlorophyll fluorescence in stress physiology and remote sensing. In: *Applications of Remote Sensing in Agriculture*, 1990, pp. 287-305.
14. Maurya R and R. Gopal, "Laser-induced fluorescence ratios of *Cajanus cajan* L. under the stress of cadmium and its correlation with pigment content and pigment ratios," *Applied Spectroscopy*, vol. 62, no. 4, pp. 433-438, 2008.
15. Nagel E.M., Buschmann, C. and Lichtenthaler H.K., 1987, Photo acoustic spectra of needles an indicator for the activity of the photosynthetic apparatus of healthy and damaged conifers. *Physiol. Plantarum*, 70, 427-437.

16. Thach L. B., Shapcott A., Schmidt S., Critchley C. The OJIP fast fluorescence rise characterizes Cratophyllum species and their stress responses // Photosynthesis Research, 2007, May, vol. 94, no. 2. P. 423-436.
17. Volgusheva A. A., Yakovleva O. V., Konyukhov I. V. Analysis of the chlorophyll fluorescence parameters in the bark chloroplast of poplar from different areas of Ulan Bator, MCE 2009, v. 2, pp. 180-197

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ХЛОРОФИЛЛА ЛИСТЬЕВ
QUERCUS ILEX L. И OLEA EUROPEA L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ
НА ТЕРРИТОРИИ АБШЕРОНА**

Б.Т.ГАФАРОВА, А.О.МАМЕДОВА, И.С.АХМЕДОВ

РЕЗЮМЕ

В исследованиях был проведен сравнительный анализ флуоресцентного спектра хлорофилла листьев вечнозеленых растений, произрастающих в реальных экологически загрязненных средах Абшерона в зависимости от экологического состояния окружающей среды. В экспериментах использованы образцы листьев *Olea europaea* L. и *Quercus ilex* L., произрастающих на участках территории, значительно отличающихся по степени загрязненности. У листьев растений, произрастающих в нормальных экологических условиях, спектрах хлорофилла красной флуоресценции, были получены два пика 690 нм и 735 нм, и было определено соотношение F690/F735. На основе изменений этих соотношений были оценены физиологическое состояние деревьев и хлорофилльный состав листьев.

Ключевые слова: биоиндикация, спектр флуоресценции хлорофилла, экологическая оценка.

**THE ENVIRONMENTAL MONITORING BY CHLOROPHYLL FLUORESCENCES
RADIATION ON THE LEAVES OF QUERCUS ILEX L. AND OLEA EUROPEA L.
PLANTS IN THE ABSHERON REGION**

B.T.GAFAROVA, A.O.MAMMADOVA, I.S.AHMADOV

SUMMARY

The present work presents a comparative analysis of the dependences of chlorophyll fluorescence quenching on the leaves of evergreen trees growing in real terms of environmental pollution on the ecological conditions of the environment. The experiments used the leaves of olive and stone oak trees from the areas significantly different for their degrees of contamination. The in vivo chlorophyll fluorescence spectra of plant leaves growing in normal physiological conditions show two fluorescence maxima, one in the spectral region near 690 nm and the other in the region near 730 nm and the F690/F735 ratio was calculated. According to the physiological status of the change by the rate of F690/F735, the chlorophyll contents of the leaves of the given trees were appreciated.

Key words: bioindication, chlorophyll fluorescence spectra, environmental assessment

Redaksiyaya daxil oldu: 22.05.2014-cü il.

Çapa imzalandı: 11.06.2014-cü il.