

QURAQLIQ VƏ DUZ STRESİNİN QARĞIDALI YARPAQLARINDA FOTOSİNTEZ PİQMENTLƏRİNİN VƏ BƏZİ OSMOLİTLƏRİN MİQDARINA TƏSİRİ

Aliyeva N.F., Abdiyev V.B., İsmayılova-Abduyeva S.M.
Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Z.Xəlilov, 23

Məqalədə su qıtlığının və NaCl yüksək qatılığının (200 mM) müxtəlif inkişaf mərhələlərində qarğıdalı (Zea mays L.) bitkisinin yarpaqlarında fotosintez pıqmentlərinin (xlorofil a və b) və turqorogen maddələrin (prolin, şəkər kimi osmolitlər) miqdarına təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, yüksək stress mühitində C₄-fotosintez mexanizminə malik bitki kimi qarğıdalı bütün imkanlarını səfərbər edərək əlverişli şərait yarananaqədək özünü qoruyub saxlaya bilər. Bitkilərin bu müqaviməti onlarda fotosintez pıqmentlərinin, müxtəlif növ turqorogen maddələrin miqdarı və s. parametrlərin dəyişdirilməsi hesabına əldə edilir.

Açar sözləri: quraqlıq, şoranlaşma, osmolitlər, pıqmentlər, adaptasiya

Giriş

Bütün canlı orqanizmlər, o cümlədən bitkilər öz həyat fəaliyyəti dövründə daima yaşadıkları ətraf mühit amillərinin təsirinə məruz qalırlar. Orqanizmlərin xarici mühit amillərinə cavab reaksiyaları ümumi xarakter daşıyır. Bu amillər təbii şəraitin dəyişilməsi (quraqlıq, duzluluq, şüalanma, yüksək və aşağı temperatur və s.), infeksiyalar (viruslar, bakteriyalar və s.) və ya müxtəlif antropogen amillər ola bilər.

Stress amillər canlı orqanizmlərin, xüsusilə, bitkilərin həyat fəaliyyətinə mənfi təsir etməklə, onların inkişafını ləngidir və məhsuldarlığını aşağı salır.

Bitkilərin yaşaması və öz həyat fəaliyyətlərini davam etdirmələri üçün onlar dəyişilmiş xarici mühit amillərinə qarşı adaptasiya olunmalıdır. Təkamül prosesində orqanizmlərin xarici mühit amillərinə qarşı müxtəlif adaptasiya yolları yaranmış, lakin bu müdafiə olunma mexanizmləri hələ tam aydınlaşdırılmamışdır [2]. Bu baxımdan stress amillərin bitkilərə təsirinin öyrənilməsi və adaptasiya mexanizmlərinin aşkar edilməsi bitkilərdə stresin tənzimlənməsində mühüm rol oynayır.

Bitkilərdə stressə davamlılıq əlamətlərinin yaranmasında hüceyrələrin vakuollarında toplanan turqorogen maddələrin böyük əhəmiyyəti vardır. Bu maddələrə malat, oksalasetat kimi müxtəlif üzvü turşular, başda prolin olmaqla bir çox amin turşuları, şəkərlər, mineral duzlar və s. aiddir.

Quraqlıq və duz stressi inkişafa və məhsuldarlığa təsir edən ən geniş yayılmış mühit amillərindən biri olmaqla, bitkilərdə bir çox fizioloji, biokimyəvi və molekulyar səviyyədə induksiya olunmuş cavab reaksiyaları yaradır və bitkilər əlverişsiz mühit şəraitinə adaptasiya olunmaq üçün tolerant mexanizmləri formalaşdırırlar [5]. Bu mexanizmlərin öyrənilməsinin əlverişsiz xarici mühit amillərinə qarşı davamlı bitki sort və formalarının yaradılmasında böyük nəzəri və təcrübi əhəmiyyət kəsb edir.

Material və metodlar

Tədqiqat obyektı olaraq taxıllar fəsiləsinə aid olan qarğıdalının (*Zea mays L.*) "Abşeron-3" sortunun 5-; 10-; 15-günlük yarpaqlarından istifadə olunmuşdur.

Qarğıdalı toxumları əkilməzdən əvvəl xəstəlik törədicilərdən azad etmək üçün 15 dəqiqə müddətində 3%-li hidrogen peroksid məhlulunda dezinfeksiya olunmuşdur. Daha sonra hidrogen peroksid qalıqından təmizlənməsi məqsədi ilə toxumlar 2-3 dəfə distillə suyu ilə yuyulmuş və vegetasiya qablarında torpağa əkilmişlər. Sonra vegetasiya qabları temperaturu 25-28°C, fotoperiodu 14 saat, rütubət 60-70% və işığın intensivliyi 420-480 lüks olan süni iqlim kamerasında yerləşdirilmişdir.

Kontrol variantlarda suvarma vegetasiyanın sonunaqədək davam etdirilmiş, təcrübə

variantlarının birində suvarılma dayandırılaraq süni torpaq quraqlığı yaradılmış, ikincisinə 200 mM NaCl, üçüncüsünə isə 200 mM Na₂SO₄ məhlulu əlavə etməklə, süni şoranlaşma yaradılmışdır. Hər bir vegetasiya qabında bərabər sayda (10 ədəd) bitki saxlanılmışdır.

Xlorofillərin (a və b-nin) və karotinoidlərin miqdarı Sims və Gamon [13] metodu ilə yarpağın 80%-li asetonlu ekstraktında (aseton: Tris-HCl bufer, pH 7.8= həcmcə 80:20 nisbətdə) spektrofotometrik üsulla təyin olunmuşdur. Piqmentlərin qatılığının təyini zamanı müxtəlif dalğa uzunluqlarından istifadə olunmuşdur. Hesablamalarda müxtəlif düsturlardan istifadə olunmuşdur.

Yarpaqlarda prolinin miqdarı Bates üsulu ilə təyin olunmuşdur [6]. Şəkərlərin miqdarı Bertran üsulu ilə təyin edilmişdir [2]. Alınan nəticələr statistik işlənmişdir [3]. Cədvəl və qrafiklərdə verilən qiymətlər orta riyazi göstəriciləri özündə əks etdirir. Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən aşağı olmuşdur.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Bitkilərin quraqlıq və duz stresinə davamlılığının diaqnostik üsullarından biri də, stress şəraitində yarpaqlarda xlorofillərin miqdarında baş verən dəyişmələrin öyrənilməsindən ibarətdir.

Quraqlıq və duz streslərinin birlikdə və yaxud ayrılıqda təsirinin nəticəsi olaraq bitkilərin yarpaqlarında ağızıqlar tam və ya qismən bağlanması fotosintezin normal getməsinə mane olur. Bu prosesi öyrənmək məqsədilə biz quraqlıq stresinin təsirindən xlorofilin [a, b, (a+b), a/b] və karotinoidlərin miqdarında baş verən dəyişiklikləri tədqiq etmişik. Qarğıdalı yarpaqların da piqmentlərin miqdarına görə bitkinin quraqlıq və duz streslərinə davamlılığının qiymətləndirilməsi ilə əlaqədar olan nəticələr cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

Qarğıdalının inkişafının ilkin fazalarında yarpaqlarda quraqlıq, NaCl və Na₂SO₄ duz stressi şəraitində fotosintez piqmentlərinin dəyişmə dinamikasının müqayisəli tədqiqi

| Stressin müddəti | Variant | X _{la} | X _{lb} | X _{la/b} | X _{l(a+b)} | Karotinoid |
|------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|------------|
| 5 gün | Kontrol | 8.3 | 1.3 | 6.38 | 9.6 | 2.8 |
| | Quraqlıq | 1.9 | 1.0 | 1.9 | 2.6 | 2.8 |
| | NaCl | 2.8 | 3.4 | 0.82 | 6.2 | 1.2 |
| | Na ₂ SO ₄ | 2.4 | 1.2 | 2.0 | 3.2 | 1.1 |
| 10 gün | Kontrol | 7.2 | 0.8 | 9.0 | 8.0 | 2.0 |
| | Quraqlıq | 5.0 | 1.0 | 5.0 | 6.0 | 2.0 |
| | NaCl | 2.7 | 1.4 | 1.93 | 4.1 | 1.3 |
| | Na ₂ SO ₄ | 2.5 | 0.2 | 12.5 | 2.7 | 0.6 |
| 15 gün | Kontrol | 4.6 | 0.6 | 7.6 | 5.2 | 2.3 |
| | Quraqlıq | 1.4 | 1.4 | 1.0 | 2.8 | 2.7 |
| | NaCl | 0.8 | 1.0 | 0.8 | 1.8 | 1.1 |
| | Na ₂ SO ₄ | 1.0 | 0.3 | 3.33 | 1.3 | 0.4 |

Qeyd: Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən aşağıdır.

Cədvəldən görüldüyü kimi, quraqlığın təsirindən xlorofil a/b nisbəti stresin təsirinin bütün dövrlərində 200 mM NaCl iştirakı zamanı, 200 mM Na₂SO₄ və quraqlıq variantları ilə müqayisədə ən aşağı qiymətə (~0.8) malik olmuşdur. Bu zaman xlorofil (a+b) göstəricisi isə xlorofil a/b-dən fərqli olaraq 200 mM NaCl variantlarında 5 günlük stress zamanı ən yüksək, 10 və 15 günlük stress zamanı isə quraqlıq variantdan sonra ikinci yeri tutmaqla aşağı qiymətə malik olmuşdur.

Əldə olunan faktlar onu deməyə əsas verir ki, stress zamanı fotosintez piqmentlərinin miqdarı zamandan asılı olaraq dəyişir. Bu dəyişmə bitkinin məhvinə səbəb olmasada, tədricən fotosintezinin tensivliyini aşağı salır.

Cədvəldən görüldüyü kimi inkişafın bütün dövrlərində quraqlıq variantlarda karotinoidlərin

miqdarı digər variantlarla müqayisədə təqribən 2-2.5 dəfə yüksək olmuşdur. Bu da qarğıdalı bitkisinin quraqlıq şəraitində müxtəlif növ duzların təsirinə nisbətən stressə qarşı daha çox adaptiv xassə göstərdiyini sübut edən amillərdən biri hesab oluna bilər.

Bitkilər quraqlıq şəraitində su udmaq üçün hüceyrənin osmotik təzyiqini yüksəldirlər. Yüksək osmotik təzyiq hüceyrə şirəsində üzvi turşuların, şəkərlərin və başqa turqorogen maddələrin toplanması nəticəsində əmələ gəlir. Bu maddələr hüceyrənin adi biokimyəvi çevrilmələrinə müdaxilə etmirlər, ancaq osmotik stress zamanı osmotik qoruyucular kimi davranırlar. Bu baxımdan, hüceyrədəki maddələr içərisində prolin aminturşusunun xüsusi rolu vardır. Quraqlıq stresinə uyğunlaşma proseslərində onun toplanmasının böyük əhəmiyyətə malik olması bir çox tədqiqatçılar tərəfindəndən qeyd edilmişdir [11,12].

Su çatışmazlığı şəraitində prolin aminturşusu miqdarının artma səbəbini izah edən müxtəlif fikirlər mövcuddur. Bunlardan biri stress şəraitdə prolin aminturşusunun parçalanmaması və ya onun zülalların tərkibinə daxil olmasının qarşısının alınmasıdır ki, nəticədə prolinin miqdarı artır. Bəzi alimlər belə qənaətə gəlmişlər ki, prolinin miqdarının artması makromolekulların, o cümlədən, zülalların parçalanması hesabına baş verir [11]. Bu mexanizm vasitəsilə hüceyrələrdə osmotik potensial artır və osmotik tənzimlənmə yolu ilə transpirasiyanı azaltmaqla fotosintez prosesini davam etdirə bilirlər [7,11,12].

Qeyd etmək lazımdır ki, digər müəlliflərin tədqiqatlarında bitkilərdə quraqlıqla yanaşı duz stressi zamanı da prolinin miqdarının artması müşahidə olunmuşdur [3,9].

Tədqiq etdiyimiz qarğıdalı bitkisinin yarpaqlarında prolin aminturşusunun miqdarının təhlili göstərdi ki, yarpaqlarda stress və suvarılan şəraitlərdə fərqli miqdarda prolin aminturşusu toplanmışdır (cədvəl 2).

Qarğıdalı bitkisinin kontrol və üç müxtəlif stress şəraitindəki yarpaqlarında toplanan prolin aminturşusunun miqdarının müqayisəli təhlili göstərir ki, fraksiyalar prolin aminturşusunun toplanması baxımından fərqli mühitlərdə fərqli qiymətlərə malik olurlar. Prolin aminturşusunun miqdarı 15 günlük stress zamanı quraqlıq variantında ən yüksək olaraq 3,05 mkmol/q-a bərabər olmuşdur ki, bu da control bitkilərindəki göstəricidən 56.4% çoxdur. Sonrakı yerləri 2.88 və 2,81 mkmol/q olmaqla 200 mM NaCl və 200 mM Na₂SO₄ variantları tutmuşlar. Cədvəl 2-dən göründüyü kimi bu variantlarda prolinin artımı kontrolla müqayisədə uyğun olaraq, 47.7 və 44.1% təşkil etmişdir. Suvarma şəraitində prolin aminturşusunun ən yüksək miqdarı məhz 15 günlük bitkilərdə müşahidə olunmuşdur (Cədvəl 2).

Cədvəl 2

Quraqlıq və duz sresinintəsirindən qarğıdalı yarpaqlarında prolin amin turşusunun miqdarının dəyişmə dinamikası(mkmol/q-la)

| Stresin müddəti | Suvarılan | Quraqlıq | 200 mM NaCl | 200 mM Na ₂ SO ₄ |
|-----------------|-----------|----------|-------------|--|
| 5 günlük | 1.9 | 2.45 | 2.51 | 2,39 |
| 10 günlük | 1.92 | 2.55 | 2.67 | 2,58 |
| 15 günlük | 1.95 | 3.05 | 2.88 | 2.81 |

Qeyd: Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən aşağıdır.

Alınmış nəticələr ədəbiyyat məlumatları ilə uyğunluq təşkil edir [8,9,1,14]. Bu məlumatlara görə, daha çox prolin toplanan bitkilər, adətən, daha yüksək osmotik tənzimlənməyə malik olurlar. Bunun nəticəsində stress şəraitində bitkilərdə hüceyrələrin su saxlama potensialı yüksəlir və ona görə də onlar daha çox məhsuldarlığa malik olurlar.

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, bəzi tədqiqatların nəticələrinə əsasən göstərilmişdir ki, quraqlığa davamlı sortlar həmişə yüksək miqdarda prolin toplanırlar və hətta quraqlığa həssas sortların prolin toplama miqdarı davamlı sortlarla müqayisədə daha yüksək olur. Belə ki, turqorogen maddələrin biosintezi və ya onların makromolekulların parçalanmasından əmələ gəlməsi, enerji sərf olunmasını tələb edir ki, bu da, karbohidratların sərf olunması ilə əlaqədardır. Təbiidir ki,

karbohidratların azalması nəticəsində hüceyrənin turqoru zəiflədiyindən osmotik proseslər də zəifləyir və nəticədə bitkinin məhsuldarlığı daşağı düşür [7,11].

Bütün bunları nəzərə alaraq, tədqiqat işimizdə qarğıdalı bitkisinin yarpaqlarında şəkərlərin miqdarı spektrofotometrik üsulla təyin olunmuş və alınan nəticələr cədvəl 3-də verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi yaş çəkiyə görə 1 qram yarpaqda olan şəkərlərin miqdarı zamandan asılı olaraq, control variantlarda artsa da quraqlıq və 200 mM duz streslərində cüzi miqdarda azalmışdır. Daha çox fərq stresin 10 və 15-ci günlərində qeydə alınmışdır.

Cədvəl 3

Qarğıdalının inkişafının ilkin fazalarında quraqlığın, NaCl və Na₂SO₄ duz stressi şəraitində şəkərlərin miqdarının dəyişmə dinamikası, mg/1qyaş çəkiyə görə

| Variant | Şəkərlərin miqdarı | | | | | |
|--|--------------------|------|--------|------|--------|------|
| | 5 gün | | 10 gün | | 15 gün | |
| Kontrol | 37.65 | 3.65 | 37.7 | 3.77 | 38.1 | 3.81 |
| Quraqlıq | 36.9 | 3.69 | 30.0 | 3.0 | 25.5 | 2.55 |
| 200 mM NaCl | 37.7 | 3.77 | 33.5 | 3.35 | 31.2 | 3.12 |
| 200 mM Na ₂ SO ₄ | 37.1 | 3.71 | 34.2 | 3.42 | 30.0 | 3.0 |

Qeyd: Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən aşağıdır.

Bir çox tədqiqatçılara görə, bitkilərin quraqlığa davamlılığının müəyyən edilməsində prolinin miqdarı ilə müqayisədə həll olan karbohidratların təyini daha yaxşı göstərici hesab oluna bilər. [7,9].

Bu tədqiqatlarda quraqlıq stressi şəraitində qarğıdalı bitkisinin yarpaqlarında, xüsusən də dəndolma dövründə həll olan karbohidratların miqdarında artım müşahidə edilmişdir. Bu da, öz növbəsində, osmotik təzyiğin tənzimlənməsini təmin edir [8]. Su çatışmazlığı şəraitində karbohidratların miqdarca artması dən məhsuldarlığını aşağı salır [1]. Belə güman edilir ki, su çatışmazlığı şəraitində nişastanın parçalanması səbəbindən karbohidratların miqdarında artım baş verir ki, bu da onların ehtiyat formasının (nişastanın) azalmasına və nəticədə dən məhsuldarlığının aşağı düşməsinə səbəb olur [9].

Aldığımız bütün nəticələrin bir yerdə analizi belə bir yekun fikir söyləməyə imkan verir ki, yüksək stress mühitində C₄-fotosintez mexanizminə malik bitki kimi qarğıdalıda çevik adaptasiya mexanizmlərinin olması nəticəsində stresin məhvedici təsiri gec reallaşır. Bitki bütün imkanlarını səfərbər edərək əlverişli şərait yarananaqəd özünü qoruyub saxlaya bilər. Bu müqavimət anatomik quruluş, pigmentlərin, müxtəlif növ turqorogen maddələrin miqdarı və s. parametrlərin dəyişdirilməsi hesabına əldə edilir.

Ədəbiyyat

1. **Şiri M.** Quraqlıq stresinin qarğıdalı (*ZeamaysL.*) xətlərinin kombinasiya qabiliyyətinə və Hybrid bitkilərin genetic xüsusiyyətlərinə təsiri. Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru dissertasiyası. Bakı-2013, 187 s.
2. **Еланская И.В., Карандашова И.В.** Молекулярные механизмы устойчивости к соленому стрессу у динобактерии *nechocystis* sp. Вестник МГУ, сер. Биология. 2006, №4, с.8-12.
3. **Жуков Н.Н.** Исследование физиолого-биохимических механизмов солевого стресса у тритикале на ранних этапах онтогенеза: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Пушкино, Московская обл., 2013, 22с.
4. **Плохонский Н.А.** Биометрия. М.: 1970. 2-изд.368с.
6. **Arora A.S., Sairam R.K., Srivastava C.C.** Oxidative stress and antioxidative systems in plants // Curr. Sci., 2002, v. 82, p. 1227-1238.
5. **Bates L., Waldren R, Teare I.** Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant Soil. 1973. v. 39. p. 205-207.

7. **Christopher R.B.**, Tony J.V. Maize drought tolerance: Potential improvement through arbuscular mycorrhizal symbiosis? // *Field Crops Res.*, 2008, v.108. p.14-31.
8. **Johari-Pireivatlou M.** Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines // *Afr. J. Biotech.* 2010. v. 9. p. 36-40.
9. **Mohammadkhani N.**, Heidari R. Drought-induced accumulation of soluble sugars and proline in two maize varieties // *World Applied Sci. J.*, 2008, v.3, p. 448-453.
10. **Okuma Eiji**, Soeda Kenji, Fukuda Miho, Tado Mikiro, Murata Yoshiyuki. Negative correlation between the ratio of K⁺ to Na⁺ and proline accumulation in tobacco suspension cells // *Soli. Sci and plant Nutr.* 2009, V. 48, №5, p.753-757.
11. **Pessarkli M.** Hand book of plant and crop stress. Marcel Dekker Inc., 1999. 697 p.
12. **Riccardi F.**, Gazeau P., De Vienne D., Ziyv M. Protein changes in response to progressive water deficit in maize // *Plant Physiol.* 2000. v. 11. p. 1253-1263
13. **Sims D.A.**, Gamon J.A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages // *Remote Sensing of Environ.*, 2002, v. 81, p. 337-354
14. **Voetberg G.**, Sharp R.E. Growth of the maize primary root at low water potential // *Plant Physiol.*, 1991, v. 96. p. 1125-1130.

Алыева Н.Ф., Абдыев В.Б., Абдуева-Исмаилова С.М.

ВЛИЯНИЕ ЗАСУХИ И СОЛЕВЫХ СТРЕССОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕЗА И НЕКОТОРЫХ ОСМОЛИТОВ В ЛИСТЬЯХ КУКУРУЗЫ

В статье были исследованы влияния водного дефицита, высокой концентрации NaCl и Na₂SO₄ (200 мМ) на содержание фотосинтетических пигментов (хлорофил а и б, каротиноиды), тургорогенных веществ (осмолиты как пролин и сахара) в листьях кукурузы (*Zea maysL.*) в разных стадиях развития.

Было выявлено, что в высоких стрессовых условиях кукуруза как растение, относящейся механизму C₄-фотосинтеза старается поддержать жизнедеятельность до появления оптимальных условий. Такое сопротивление добывается со стороны растения за счет изменения содержания фотосинтетических пигментов и разных тургорогенных веществ и т.д.

Ключевые слова: засуха, засоление, осмолиты, пигменты, адаптация

Aliyeva N.F., Abdiyev V.B., Abdullayeva-Ismayilova S.M.

EFFECT OF DROUGHT AND SALT STRESSES ON THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND SOME OSMOLITES IN CORN LEAVES.

In article was studied the influence of water deficit, high concentration of NaCl and Na₂SO₄ (200mM) on the content of photosynthetic pigments (chlorophyll a and b, carotenoids), tolerogenic substances (osmolites like proline and sugars) in leafs of corn (*Zea maysL.*) on different stages of development.

It was found that in high stressful conditions corn as a plant, belonging to the mechanism of C₄-photosynthesis tries to support life until the optimal conditions. Such resistance is seeking from the plants due to changes in the content of photosynthetic pigments and different tolerogenic substances and etc.

Keywords: drought, salinization, pigments, osmolites, adaptation

Redaksiyaya daxil olma tarixi: 12.X.2018