

## Quraqlıq Zamanı Yumşaq Buğda Genotiplərinin Yarpaqlarında Qaz Mübadiləsinin Öyrənilməsi

T.İ. Allahverdiyev\*, A.A. Zamanov, C.M. Təlai

Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Əkinçilik İnstitutu, Pırşağı qəs., Bakı AZ 1098, Azərbaycan

Uzun müddətli quraqlıq stresinin təsiri (*Triticum aestivum* L.) buğda genotiplərinin yarpaqlarında qaz mübadiləsi parametrlərinin, nisbi su tutumunun və assimilyasiya səthi sahəsinin azalmasına gətirib çıxarır. Quraqlıq zamanı fotosintezin intensivliyinin daha çox azalması ontogenezin çiçəkləmə və süd yetişmə fazalarında müşahidə olunmuşdur. Bu zaman ağızcıqların keçiriciliyinin dəyişməsi transpirasiya sürətinin dəyişməsinə daha çox təsir edir. Müəyyən olunmuşdur ki, fotosintezin intensivliyinin dəyişməsi ağızcıqların keçiriciliyi ilə sıx asılı deyildir.

*Açar sözlər:* yumşaq buğda, su stressi, genotip, fotosintez, ağızcıqların keçiriciliyi, transpirasiya, assimilyasiya səthi sahəsi

Dünyanın əksər ölkələrində bitkilər öz həyat fəaliyyətləri zamanı torpaq və hava su qıtlığına məruz qalırlar (Chaves et al., 2009). Quraqlıq biokütlənin toplanmasını məhdudlaşdıran əsas stres amili olub, tarla şəraitində mədəni bitkilərin inkişafının ləngiməsinə və məhsuldarlığının azalmasına səbəb olur (Blum et al., 1997, Araus et al., 2002). Məlum olduğu kimi, buğda (*Triticum* L.) qlobal ərzaq istehsalında 40%-dən çox payı olan iki bitkidən biridir (digəri isə düyüdür) (Makino, 2011). BMT-nin Ərzaq və Kənd Təsərrüfatı Təşkilatının (FAO) məlumatına görə, dünyada buğda bitkisi 220-225 mln ha ərazidə becərilir və 685 mln t məhsul əldə edilir (<http://www.fao.org/>). Dünyada becərilən buğdanın 95%-i yumşaq buğdanın payına düşür (Shewry, 2009). Buğda bitkisinin inkişafının əsas mərhələlərində baş verən su stressi məhsulun keyfiyyətinin pisləşməsinə və məhsuldarlığın kəskin azalmasına səbəb olur (Ludlow and Muchow, 1990).

Buğda Azərbaycanda ən geniş becərilən ərzaq bitkisidir və quraqlıq bu bitkinin dən məhsulunu məhdudlaşdıran əsas stres amildir (Aliyev, 2001). Azərbaycanda son illər 650 min hektardan artıq ərazidə becərilən buğdanın əkin sahələrinin 35%-dən çoxu suvarılmayan quraq dəmyə bölgələrində yerləşir.

Fotosintez - quraqlığın təsirinə məruz qalan ilkin proseslərdən biridir. Qaz mübadiləsi parametrləri (fotosintezin sürəti, ağızcıqların keçiriciliyi, hüceyrəarası sahələrdə CO<sub>2</sub>-nin qatılığı və transpirasiya sürəti) fotosintezin öyrənilməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Transpirasiyanın müəyyən orta sürətində fotosintezin sürətinin maksimuma yaxınlaşdığı şəraitdə bitkilərin qaz mübadiləsi optimal hesab olunur. CO<sub>2</sub>-nin assimilyasiya sürətinə müxtəlif amillər, məsələn, işıq, azot, temperatur, CO<sub>2</sub> və su statusu təsir edir (Acevedo et al., 2002). Ağızcıqların keçiriciliyi işıq intensivliyindən, torpaqda və atmosferdə rütubətin

miqdarından asılı olaraq dəyişir. Nəticədə fotosintezin və transpirasiyanın sürəti də, uyğun olaraq, dəyişir. Aşkar edilmişdir ki, quraqlıq bitkinin inkişafının zəifləməsinə, fotosintez prosesinin pozulmasına, yarpaqların vaxtından əvvəl qocalmasına, xloroplast membranı lipidlərinin oksidləşməsinə, pigmentlərin və zülalların quruluşunun dəyişməsinə səbəb olur və bununla da bitkilərin qaz mübadiləsi parametrlərinə güclü təsir edir (Menconi et al., 1995). Yarpaqlarda turqorun azalmasına, köklərdə sintez olunan kimyəvi birləşmələrə (absis turşusu və s.) cavab olaraq ağızcıqlar qapanır (Araus et al., 2008; Anjum et al., 2011 a). Su stressi zamanı bitkilərin su balansını pozulur, nəticədə yarpaqların nisbi su tutumu və su potensialı azalır, temperatur artır (Siddique, 2001). Zəif su stresslərində ağızcıqların keçiriciliyinin nisbətən az azalması stressə qarşı qoruyucu təsirə malik olub, bitkilərin suyu saxlamasını və sudan istifadə effektivliyinin yaxşılaşdırılmasını təmin edir (Cornic, 2000). Quraqlığın təsiri birbaşa - ağızcıqlardan və mezofil hüceyrələrindən diffuziyanın məhdudlaşması hesabına mövcud CO<sub>2</sub>-nin azalması (Flexas et al., 2007), yaxud fotosintetik metabolizmdə dəyişikliklərə səbəb ola bilər (Lawlor and Cornic, 2002). Su stressi zamanı CO<sub>2</sub>-nin hüceyrəarası sahələrdən xloroplastlara diffuziyası azalır və bu zaman bəzi metabolik proseslər məhdudlaşır. Fotosintezin sürətinin azalmasının əsas səbəbi elektron nəqli, fotofosforlaşma deyil, ağızcıqların ölçüsünün və Calvin tsikli fermentlərinin fəallığının azalmasıdır (Martin and Ruiz-Torres, 1992).

Tədqiqat işinin məqsədi - həyat tərzinə və arxitekonikasına görə fərqlənən bəzi yumşaq buğda genotiplərinin quraqlıq stresinə adaptasiyası zamanı yarpaqların qaz mübadiləsi parametrlərinin, nisbi su tutumunun, assimilyasiya səth sahəsinin dəyişməsinə öyrənmək olmuşdur.

## **MATERIAL VƏ METODLAR**

Tədqiqatın materialı kimi seçilmiş yumşaq buğda genotipləri (Qiymətli-2/17, Əzəmətli-95, Qırmızı gül-1, Tale-38, 12<sup>nd</sup>FAWWON №97, 14<sup>th</sup>FEFWSN №50) Az.ET Əkinçilik İnstitutunun Abşerondakı eksperimental bazasında 3 təkrarda 10m<sup>2</sup> sahədə suvarılan (nəzarət) və vegetasiya müddətində suvarılmayan (təcrübə) variantlarda becərilmişdir. Genotiplərin qaz mübadiləsi parametrləri ontogenezin boruyaçıxma fazasından başlayaraq, süd yetişmə fazasına qədər Lİ-6400 XT Daşınan Fotosintez Sistemdən (Lİ-COR Biosciences, USA) istifadə etməklə VII və VIII yarus yarpaqlarda saat 9<sup>00</sup>-11<sup>00</sup> arasında ölçülmüşdür. İşığın intensivliyi (klux) Lİ-250A markalı lüksmetrdən (Lİ-COR Biosciences, USA) istifadə etməklə ölçülmüşdür. Genotiplərin VIII yarus yarpağında nisbi su tutumu və assimilyasiya səth sahəsi dənin süd yetişmə fazasında təyin edilmişdir. Nisbi su tutumu qravimetrik yolla təyin edilmişdir (Barr and Weatherley, 1962). Yarpaqların assimilyasiya səth sahəsi “AAC-400” avtomatik sahə ölçəndən (“Hayashi” Delkon Co LTD, Japan) istifadə etməklə 6 təkrarın orta qiymətinə görə təyin edilmişdir.

## **NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ**

Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi, fotosintezin sürəti Əzəmətli-95, Qırmızı gül-1, Tale-38 genotiplərinin nəzarət olunan variantında (kontrol) ontogenezin boruyaçıxma və sünbülləmə fazalarında VII və VIII yarus yarpaqlarda yüksəkdir. Qiymətli-2/17 genotipinin VIII yarus yarpaqlarında fotosintezin sürəti nəzarət variantının boruyaçıxma, sünbülləmə və çiçəkləmə fazalarında nisbətən stabil qalır. 12<sup>nd</sup>FAWWON №97 və 14<sup>th</sup>FEFWSN №50 genotiplərinin nəzarət variantının VIII yarus yarpaqlarında da fotosintezin sürəti sünbülləmə və çiçəkləmə fazalarında yüksəkdir. Fotosintezin maksimal sürəti 14<sup>th</sup>FEFWSN №50 genotipinin kontrol variantının VIII yarus yarpağında sünbülləmə fazasında aşkar olunmuşdur- 32  $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Kontrol variantlarında ağzıqların keçiriciliyi və transpirasiya sürəti Tale-38 genotipində sünbülləmə fazasında, 14<sup>th</sup>FEFWSN №50 genotipində isə çiçəkləmə fazasında VII və VIII yarus yarpaqlarda daha yüksək olmuşdur.

Məlumdur ki, ağzıqlar su qıtlığı zamanı transpirasiya yolu ilə su itkisinin tənzimlənməsində mühüm rol oynayırlar. Bununla yanaşı, quraqlığın ilkin fizioloji təsiri ağzıqların qapanması yolu ilə CO<sub>2</sub>-nin fotosintetik fiksasiyasının qismən məhdudlaşmasıdır. Su stresi zamanı genotiplərin

ağzıqlarının keçiriciliyinin dəyişməsi daha çox transpirasiya sürətinə təsir etmişdir. Quraqlıq stresinin daha intensiv xarakter aldığı çiçəkləmə və süd yetişmə fazalarında hüceyrəarası sahələrdə CO<sub>2</sub> qatılığının artması, fotosintezin sürətinin azalmasına səbəb olmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, Qiymətli-2/17 genotipində ontogenezin çiçəkləmə fazasında fotosintezin sürəti VII yarus yarpaqda 35%, VIII yarus yarpaqda isə 21% azalmış, ağzıqların keçiriciliyi VII yarus yarpaqda 8% azalmış, VIII yarus yarpaqda isə 6% artmış, transpirasiya sürəti VII yarus yarpaqda 17%, VIII yarus yarpaqda isə 10% azalmışdır. Su qıtlığı şəraitində hüceyrəarası sahələrdə CO<sub>2</sub>-nin qatılığı boruyaçıxma və sünbülləmə fazalarında hər iki yarus yarpaqlarda azalmış, çiçəkləmə fazasında hər iki yarus yarpaqda, süd yetişmə fazasında isə VII yarus yarpaqda artmışdır. Əzəmətli-95 genotipində ontogenezin çiçəkləmə fazasında su stresinin təsirindən VIII yarus yarpaqlarda ağzıqların keçiriciliyi və transpirasiya sürəti 14%, fotosintezin sürəti isə daha çox - 31% azalmışdır. Süd yetişmə fazasında fotosintezin sürəti VII yarus yarpaqda 61%, VIII yarus yarpaqda 33% azalmış, ağzıqların keçiriciliyi, əsasən, VII yarus yarpaqda 14%, transpirasiya sürəti yarpaqda 8% azalmışdır. Çiçəkləmə və süd yetişmə fazalarında hər iki yarus yarpaqlarda hüceyrəarası sahələrdə CO<sub>2</sub>-nin qatılığı artmışdır. Bu onu deməyə əsas verir ki, su stresinin daha da gücləndiyi fazalarda fotosintezin sürətinin tənzimlənməsində ağzıqların keçiriciliyi əsas rol oynamır. Qırmızı gül-1 genotipində ontogenezin çiçəkləmə fazasında su qıtlığından ağzıqların keçiriciliyi VII yarus yarpaqda 65%, VIII yarus yarpaqda 38% azalmış, transpirasiya sürəti uyğun yarpaq yaruslarında 50% və 24%, hüceyrəarası sahələrdə CO<sub>2</sub>-nin qatılığı əsasən VIII yarus yarpaqda, fotosintezin sürəti VII yarus yarpaqda 34%, VIII yarus yarpaqda 5% azalmışdır. Süd yetişmə fazasında fotosintezin sürəti VII yarus yarpaqda 11%, VIII yarus yarpaqda 26% azalmışdır. Görüldüyü kimi, ağzıqların keçiriciliyinin dəyişməsi daha çox transpirasiya sürətinə təsir edir.

Tale-38 genotipində ontogenezin çiçəkləmə fazasında su çatışmazlığından VII və VIII yarus yarpaqlarda ağzıqların keçiriciliyi 36% və 15%, transpirasiya sürəti 26% və 11%, fotosintezin sürəti 39% və 19% azalmış, hüceyrəarası sahələrdə CO<sub>2</sub> qatılığı VII yarus yarpaqda 4% artmışdır. Hər iki yarus yarpaqlarda fotosintezin sürətinin transpirasiya sürəti ilə müqayisədə nisbətən çox azalması quraqlıq stresi zamanı fotosintetik aparatın daha ciddi zədələnməsini göstərir. Müəyyən edilmişdir ki, 12<sup>nd</sup>FAWWON №97 və 14<sup>th</sup>FEFWSN №50 genotipləri digər genotiplərlə müqayisədə eyni inkişaf fazalarına nisbətən ge

**Cədvəl 1.** Su stressinin yumşaq buğda genotiplərinin qaz mübadiləsi parametrlərinə təsiri  
**Genotiplər** **Təcrübə-**  
**nin**  
**variantı** **İnkışaf fazaları**

	Boruyaxıma				Sünbülləmə				Çiçəkləmə				Süd yetişmə			
	A	g <sub>s</sub>	Ci	Tr	A	g <sub>s</sub>	Ci	Tr	A	g <sub>s</sub>	Ci	Tr	A	g <sub>s</sub>	Ci	Tr
Qiyəməli- 2/17	VII S	0,326	316	6,15	12,3	0,38	312	5,35	9,76	0,253	298	5,44	4,19	0,181	337	4,30
	Q	0,288	260	5,32	10,4	0,252	295	4,33	6,32	0,233	311	4,54	3,79	0,194	346	4,78
	VIII S	0,553	297	8,23	15,8	0,558	306	6,84	19,4	0,47	281	8,6	10,0	0,295	322	6,75
Əzəməli-95	Q	0,316	281	5,47	22,6	0,453	260	6,45	15,4	0,499	299	7,74	9,61	0,302	304	7,36
	VII S	0,597	300	8,69	19,5	0,307	245	6,37	8,0	0,264	312	5,33	5,98	0,245	344	5,66
	Q	0,260	283	4,97	16,9	0,480	293	8,22	6,58	0,376	331	6,35	2,31	0,211	350	5,22
Qırmızı gül- 1	VIII S	0,497	283	7,8	21,0	0,33	243	6,77	11,5	0,376	308	6,75	7,73	0,341	324	6,69
	Q	0,499	274	6,99	20,5	0,633	285	9,76	7,95	0,324	309	5,83	5,18	0,338	336	7,33
	VII S	0,489	286	8,35	18,0	0,373	330	7,91	12,0	0,439	312	6,84	3,66	0,108	353	2,86
Tale-38	Q	0,433	285	7,7	15,2	0,186	213	5,38	8,1	0,152	309	3,44	3,26	0,269	349	5,89
	VIII S	0,399	274	7,61	22,3	0,469	308	9,22	13,7	0,566	314	7,81	11,3	0,257	300	6,14
	Q	0,406	289	7,58	16,3	0,309	204	7,21	13,0	0,353	296	5,97	8,32	0,289	320	6,48
12 <sup>nd</sup> FAWWON №97	VII S	0,484	300	7,59	19,5	0,611	293	10,2	11,6	0,412	313	6,94	5,47	0,235	312	5,67
	Q	0,458	295	6,75	12,7	0,405	298	8,94	7,01	0,262	325	5,11	4,74	0,231	317	6,13
	VIII S	0,463	281	7,62	19,1	0,639	296	10,8	13,4	0,437	306	7,19	13,0	0,404	313	8,11
14 <sup>th</sup> FEFWSN №50	Q	0,443	290	6,8	15,8	0,576	300	10,2	10,9	0,371	302	6,37	11,8	0,297	293	7,69
	VII S	0,26	284	4,76	13,5	0,417	313	5,78	8,19	0,378	331	6,17	8,94	0,192	336	5,23
	Q	0,258	303	4,35	12,7	0,297	289	5,11	4,26	0,252	349	4,86	2,41	0,175	331	4,75
VIII S	Q	0,107	247	2,56	24,0	0,617	280	8,06	16,4	0,519	299	8,02	10,6	0,314	301	7,63
	Q	0,217	283	3,94	14,0	0,351	284	5,77	12,5	0,442	303	7,27	9,58	0,308	303	7,0
	VII S	0,287	258	4,98	11,0	0,459	326	6,03	16,5	0,678	308	9,47	7,43	0,300	311	7,71
VIII S	Q	0,323	289	5,32	18,8	0,496	286	7,12	15,3	0,397	290	7,0	5,89	0,215	335	5,32
	VIII S	0,201	272	4,27	32,0	0,657	262	8,47	23,7	0,640	280	9,22	13,0	0,461	309	9,49
	Q	0,243	263	4,85	21,0	0,469	270	7,22	20,3	0,433	267	7,88	11,8	0,432	307	8,80

Qeyd: A-fotosintezin sürəti ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), g<sub>s</sub>-ağzıqların keçiriciliyi ( $\text{mol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), C<sub>4</sub>-hüceyrələrə CO<sub>2</sub> qatılığı ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ), Tr-transpirasiya sürəti ( $\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ); S-suvarılan, Q-quraqlıq; VII, VIII- yarus yarpaqları.

daxil olmaları ilə fərqlənilir. 12<sup>nd</sup>FAWWON № 97 genotipində çiçəkləmə fazasında su qıtlığının təsirindən VII və VIII yarus yarpaqlarda ağızcıqların keçiriciliyi 33% və 15%, transpirasiya sürəti 21% və 10%, fotosintezin sürəti 48% və 24% azaldığı halda hüceyrələrarası sahələrdə CO<sub>2</sub>-nin qatılığı hər iki yarus yarpaqda artmışdır. Süd yetişmə fazasında VII yarus yarpaqda fotosintezin sürətinin azalması 73% təşkil etmişdir.

14<sup>th</sup>FEFWSN №50 genotipinin çiçəkləmə fazasında VII və VIII yarus yarpaqlarda ağızcıqların keçiriciliyi 41% və 32%, transpirasiya sürəti 26% və 15%, hüceyrələrarası sahələrdə CO<sub>2</sub> –nin qatılığı 6% və 5%, fotosintezin sürəti 7% və 14% azalmışdır. Süd yetişmə fazasında su çatışmazlığından fotosintezin sürəti VII yarus yarpaqda 21%, VIII yarus yarpaqda 10%

azalmışdır. Ağızcıqların keçiriciliyinin, fotosintezin və transpirasiya sürətinin daha çox azaldığı VII yarus yarpaqda CO<sub>2</sub> qatılığı 7% artmışdır. Ontogenezin gedişində fotosintezin sürətinin nisbətən az azalması 14<sup>th</sup>FEFWSN №50 və Qiymətli-2/17 genotiplərində müşahidə olunmuşdur.

Qeyd etmək lazımdır ki, quraqlıq stresinin qaz mübadiləsi göstəricilərinə təsirinə aid aldığımız nəticələr digər müəlliflərin (Siddique et al., 1999; Yordanov et al., 2001; Changhai et al., 2010) nəticələrinə uyğun gəlir. Belə ki, quraqlıq stressi qarğıdalı yarpaqlarında fotosintezin sürətinin (33,22%), transpirasiya sürətinin (37,84%), ağızcıqların keçiriciliyinin (25,54%), hüceyrələrarası sahələrdə CO<sub>2</sub>-nin (5,86%) azalmasına səbəb olur (Anjum et al., 2011 b).

**Cədvəl 2.** Quraqlığın sudan istifadə effektivliyinə təsiri

	Təcrübənin variantı	İnkişaf fazaları			
		boruyaçıxma	sünbülləmə	çiçəkləmə	süd yetişmə
Qiymətli-2/17	VII S	1,46	2,29	1,79	0,97
	Q	3,04	2,40	1,34	0,79
	VIII S	1,9	2,31	2,25	1,48
	Q	2,44	3,50	1,98	1,31
Əzəmətli-95	VII S	2,09	3,06	1,50	1,06
	Q	2,43	2,05	1,03	0,44
	VIII S	2,65	3,10	1,70	1,15
	Q	2,77	2,10	1,36	0,71
Qırmızı gül-1	VII S	2,09	2,27	1,75	1,28
	Q	2,13	2,82	2,35	0,55
	VIII S	2,36	2,42	1,75	1,84
	Q	2,07	2,26	2,17	1,28
Tale-38	VII S	2,18	1,91	1,67	0,96
	Q	2,32	1,42	1,37	0,77
	VIII S	2,99	1,77	1,86	1,60
	Q	2,55	1,55	1,71	1,53
12 <sup>nd</sup> FAWWON №97	VII S	2,75	2,34	1,32	1,70
	Q	2,24	2,48	0,87	0,50
	VIII S	3,05	2,97	2,04	1,39
	Q	2,76	2,42	1,71	1,36
14 <sup>th</sup> FEFWSN №50	VII S	4,01	1,82	1,74	0,96
	Q	2,61	2,64	2,18	1,10
	VIII S	2,66	3,77	2,57	1,37
	Q	3,11	2,91	2,57	1,34

Qeyd: S- suvarılan; Q- quraqlıq

Fotosintezin sürətinin transpirasiya sürətinə nisbəti (A/T<sub>r</sub>) genotiplərin sudan nə dərəcədə effektiv istifadəsinin ölçüsü olub, buğda bitkisinin quraqlığa adaptasiyasında mühüm fizioloji göstəricidir (Mohammady-D, 2007; Al-Tabbal, 2011). Zəif su stressi zamanı fotosintezin sürəti transpirasiya sürətinə nisbətən az azaldığı üçün, sudan istifadə effektivliyi artır (Farquhar et al.,

1989 a). Lakin uzun müddətli su stressi zamanı fotosintezin sürətində azalma transpirasiya sürətinə nisbətən böyük olduğu üçün sudan istifadə effektivliyi azalır. Ontogenezin boruyaçıxma fazasında quraqlıq zamanı sudan istifadə effektivliyinin artması 12<sup>nd</sup>FAWWON №97 istisna olmaqla, əksər genotiplərdə müşahidə olunmuşdur (Cədvəl 2). Sudan istifadə effektivliyinin artması

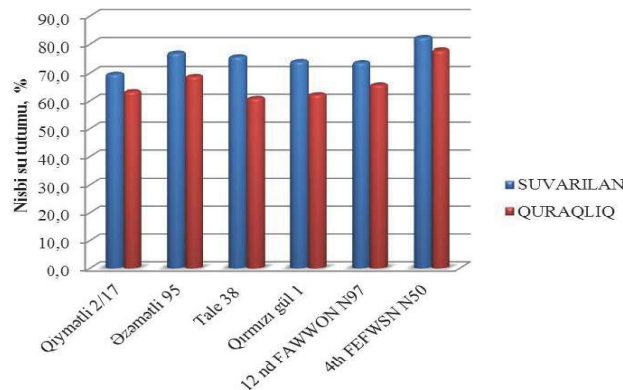
Qiymətli-2/17 genotipində sünbülləmə, Qırmızı gül-1genotipində çiçəkləmə fazasında da müşahidə olunmuşdur. Quraqlıq stresinin daha da gücləndiyi çiçəkləmə və süd yetişmə fazalarında sudan istifadə effektivliyi əksər genotiplərdə azalır. Qiymətli-2/17, Tale-38, 14<sup>th</sup>FEFWSN №50 genotiplərində quraqlıq şəraitində sudan istifadə effektivliyinin zəif azalması bu genotiplərin quraqlığa nisbətən davamlı olmasını göstərir. Bəzi məlumatlara görə, Uzun müddətli quraqlıq zamanı mürəkkəb və dərin kök sisteminin inkişafı hüceyrə və toxumalarda susaxlama qabiliyyətini artıran osmolitlərin sintezini gücləndirir və su statusunu tənzimləyir (Yancey, 1994).

Su stresinin daha da intensivləşdiyi çiçəkləmə və süd yetişmə fazalarında fotosintezin sürətinin azalması, fotosintetik metabolizmin limit həddinə yaxınlaşması (yəni. ATF-in sintezinin azalması hesabına ribulozo-1,5-bisfosfatın regenerasiyasının məhdudlaşması, Rubisconun fəallığının azalması) ilə, hüceyrələrarası sahələrdə CO<sub>2</sub>-nin qatılığının artması isə mezofil hüceyrələrinin diffuziya müqavimətinin artması hesabına CO<sub>2</sub>-nin xloroplastlara daşınmasının azalması ilə izah oluna bilər. Stresin güclənməsi ilə ağızcıqların qapanması hesabına yarpağın daxilində əvvəlcə CO<sub>2</sub>-nin qatılığı azalır, quraqlıq daha da dərinləşdikcə CO<sub>2</sub>-nin qatılığı artır (Lawlor, 1995).

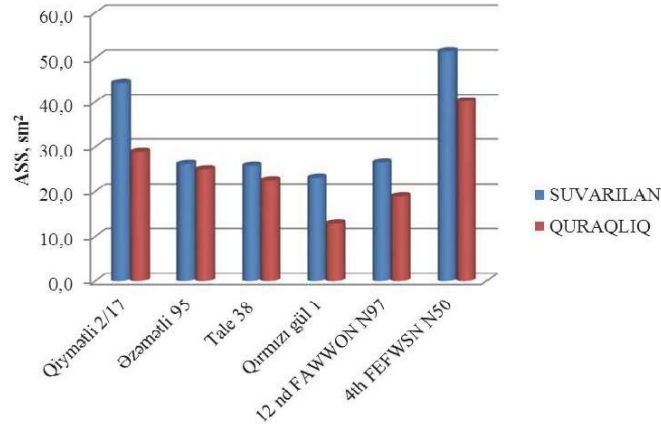
Su stresinin müəyyən mərhələsində hüceyrələrarası sahələrdə CO<sub>2</sub>-nin qatılığı artır ki, bu da metabolik tənzimlənmə yolu ilə fotosintezin limitə olunmasının üstünlük təşkil etdiyini göstərir. Su stresi zamanı hüceyrələrarası sahələrdə CO<sub>2</sub> –nin qatılığının artması Flexas və Medranoya görə (Flexas and Medrano, 2002), ağızcıqların keçiriciliyi 50 mmol·H<sub>2</sub>O·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>-ə qədər azaldıqda, digər müəlliflərə görə isə (Nicolodi et al., 1988; Luo, 1991) ağızcıqların keçiriciliyinin daha yüksək qiymətində baş verir. Bizim aldığımız nəticələrə görə, hüceyrələrarası sahələrdə CO<sub>2</sub> –nin qatılığının artması ağızcıqların keçiriciliyinin nisbətən yüksək qiymətlərində baş verir.

Ağızcıqların H<sub>2</sub>O-ya keçiriciliyi CO<sub>2</sub>-yə keçiriciliyindən 1,56 dəfə yüksək olduğundan (Grant et al., 2005), transpirasiya sürəti ilə ağızcıqların keçiriciliyi arasında əlaqə fotosintezin sürəti ilə ağızcıqların keçiriciliyi arasında olan əlaqədən daha sıxdır. Müəyyən olunmuşdur ki, ağızcıqların keçiriciliyi ilə transpirasiya sürəti arasında xətti asılılıq vardır və transpirasiyanın sürəti, əsasən, ağızcıq amili ilə tənzimlənir (Changhai et al., 2010). Su qıtlığı zamanı fotosintezin sürətinin azalmasının transpirasiya sürəti ilə müqayisəsi göstərmişdir ki, əksər hallarda bu iki parametrlər arasında birbaşa əlaqə yoxdur. Məsələn, Qiymətli-2/17 genotipinin süd yetişmə fazasında transpirasiya sürəti VII yarus yarpaqda 11%, VIII yarus yarpaqda 9% artmış, fotosintezin sürəti VII yarus yarpaqda 10%, VIII yarus yarpaqda 4% azalmışdır. Tale-38 genotipinin sünbülləmə fazasında quraqlıq zamanı transpirasiya sürəti VII yarus yarpaqda 12%, VIII yarus yarpaqda 6% azalmış, fotosintezin sürəti daha çox- VII yarus yarpaqda 35%, VIII yarus yarpaqda 18% azalmışdır.

Məlumdur ki, dənin dolması üçün lazım olan assimilyatların çox hissəsi flaq yarpağın ayasında və qınında əmələ gəlir (Rawson et al., 1983). Su stresinin flaq yarpaqlarının nisbi su tutumuna və assimilyasiya səthi sahəsinə təsirinin öyrənilməsi zamanı genotiplər arasında mühüm fərqlər aşkar olunmuşdur (Şəkil 1, 2). Nisbi su tutumu stressə məruz qalmış bitkilərdə su statusunu münasib səviyyədə saxlamaq qabiliyyətini, toxumalarda metabolik fəallığı göstərir və su qıtlığına toleranlığın mühüm göstəricisi kimi istifadə olunur (Chaves, 1991). Ölçmələrin aparıldığı dənin dolmasının süd yetişmə fazasında yumşaq buğda nümunələrinin suvarılan variantında nisbi su tutumunun ən yüksək qiyməti 14<sup>th</sup>FEFWSN №50 genotipində aşkar olunmuşdur. Nisbi su tutumunun daha çox azalması Tale-38 genotipində (20%), daha az azalması 14<sup>th</sup>FEFWSN №50 genotipində (4%) müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 1. Su stresinin yumşaq buğda genotiplərinin VIII yarus yarpaqlarında nisbi su tutumuna təsiri.



**Şəkil 2.** Su stresinin yumşaq buğda genotiplərinin VIII yarus yarpaqlarının assimilyasiya səthi sahəsinə təsiri.

Bu hal digər genotiplərlə müqayisədə 14<sup>th</sup>FEFWSN №50-nin eyni inkişaf mərhələsinə nisbətən gec daxil olması hesabına yarpaqlarının daha canlı və yaşıl qalması, yaxud, güclü kök sisteminin inkişaf etməsi hesabına baş verir.

Tədqiq olunan genotiplərin suvarılan variantının flaq yarpağının assimilyasiya səthi sahəsi 14<sup>th</sup>FEFWSN №50 və Qiymətli-2/17 genotiplərində digərləri ilə müqayisədə böyükdür. Su stresinə məruz qalmış bitkilərdə flaq yarpağının assimilyasiya səthi sahəsində nisbətən az azalma (4%) Əzəmətli-95 genotipində (26,06 sm<sup>2</sup>-dən 24,95 sm<sup>2</sup>-ə), daha çox azalma (44%) Qırmızıgül-1 genotipində (23,05 sm<sup>2</sup>-dən 12,86sm<sup>2</sup>-ə) müşahidə olunmuşdur. Belə ki, genotiplərin fotosintetik aparatının fizioloji xüsusiyyətləri quraqlıq stresinə adaptasiya prosesində mühüm rol oynayır. Qiymətli-2/17 və Əzəmətli-95 genotiplərinin ontogenezin eyni inkişaf fazalarına digər genotiplərlə müqayisədə tez daxil olması, quraqlıq stresindən qaçmağa imkan verir.

## YEKUN

Aparılan tədqiqatların nəticələrinə görə demək olar ki, quraqlıq stressi yumşaq buğda genotiplərinin qaz mübadiləsi göstəricilərinin, yarpağın nisbi su tutumunun və assimilyasiya səthi sahəsinin azalmasına səbəb olur. Ağızçıqların keçiriciliyinin azalması hesabına transpirasiya sürətinin azalması daha aydın nəzərə çarpır. Hüceyrəarası sahələrdə CO<sub>2</sub>-nin qatılığının artmasını, su stressi zamanı su stresindən mezofil hüceyrələrin keçiriciliyinin və ATF-in sintezinin azalması hesabına CO<sub>2</sub>-nin akseptoru olan ribulozo-1,5-bisfosfatın regenerasiyasının azalması ilə izah etmək olar.

## ƏDƏBİYYAT

- Acevedo E, Silva P, Silva H.** (2002) Wheat growth and physiology. FAO Plant Production and Protection Series No30. Bread Wheat Improvement and Production. FAO, Rome.
- Aliiev J.A.** (2001) Physiological bases of wheat breeding tolerant to water stress. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Wheat Conference, Budapest, Hungary, 2000. In: Wheat in a Global Environment (Bedo Z., Lang L., eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London 9: 693-698.
- Al-Tabbal J.A.** (2011) Effect of water stress on the yield and yield component of durum wheat cultivars (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). International Journal of Academic Research 3(6): 98- 113.
- Anjum S.A., Xie X.Y., Wang L.C., Saleem M.F., Man C., Lei W.** (2011 a) Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research 6(9): 2026-2032.
- Anjum S.A., Wang L.C., Farooq M., Hussain M., Xue L.L., Zou C.M.** (2011 b) Brassinolide application improves the drought tolerance in maize through modulation of enzymatic antioxidants and leaf gas exchange. J.Agron. Crop Sci., doi:10.1111/j.1439-037X.2010.00459.x.
- Araus J.L., Slafer G.A., Reynolds M.P., Royo C.** (2002) Plant breeding and drought in C<sub>3</sub> cereals: what should we breed for? Ann Bot. 89: 925-940.
- Araus J.L., Slafer G.A., Royo C., Serret M.D.** (2008) Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. Critical Reviews in Plant Sci. 27: 377-412.
- Barr H.D., Weatherley P.E.** (1962) A re-examination of the relative turgidity technique for

- estimating water deficit in leaves. *Aust. J. Biol. Sci.* **15**: 413-428.
- Blum A., Sullivan C.Y., Nguyen H.T.** (1997) The effect of plant size on wheat response to agents of drought stress II. Water deficit heat and ABA. *Aust. J. Plant Physiol.* **24**: 43-48.
- Changhai S., Baodi D., Yunzhou Q., Yuxin L., Lei S., Mengyu L., Haipai L.** (2010) Physiological regulation of high transpiration efficiency in winter wheat under drought conditions. *Plant Soil Environ.* **56(7)**: 340-347.
- Chaves M.M.** (1991) Effects of water deficits on carbon assimilation. *J. Exp. Bot.* **42**: 1-16.
- Chaves M.M., Flexas J., Pinheiro C.** (2009) Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Ann. Bot.* **103**: 551-560
- Cornic G.** (2000) Drought stress inhibits photosynthesis by decreased stomatal aperture-not by affecting ATP synthesis. *TIBS* **5**: 187-188.
- Farquhar G.D., Wong S.O., Evans T.R., Hubiok K.T.** (1989) Photosynthesis and gas exchange. In: H.G. Jones, T.J. Flowers, and M.B. Jones (eds.), *Plant Under Stress*. Cambridge Univ. Press. Cambridge: 47-67.
- Flexas J., Medrano H.** (2002) Drought - inhibition of photosynthesis in C<sub>3</sub> plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Ann. Bot.* **89**: 183-189.
- Flexas J., Diaz-Espejo A., Galmes J., Kaldenhoff R., Medrano H., Ribas-Carbo M.** (2007) Rapid variations of mesophyll conductance in response to changes in CO<sub>2</sub> concentration around leaves. *Plant Cell Environ.* **30**: 1284-1298.
- Grant R.F., Arain A., Arora V., Barr A., Black T.A., Chen J., Wang S., Yuan F., Zhang Y.** (2005) Intercomparison of techniques to model high temperature effects on CO<sub>2</sub> and energy exchange in temperate and boreal coniferous forests. *Ecological Modeling.* **188**: 217-252.
- Lawlor D.W.** (1995) The effects of water deficit on photosynthesis. In: (Smirnoff N., ed.) *Environment and Plant Metabolism. Flexibility and Acclimation*. Oxford: BIOS Scientific Publishers.
- Lawlor D.W., Cornic G.** (2002) Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ.* **25**: 275-294.
- Ludlow M.M., Muchow R.C.** (1990) A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. *Adv. Agron.* **43**: 107-153.
- Luo Y.** (1991) Changes of C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub> in association with non-stomatal limitation to photosynthesis in water stressed *Abutilon theophrasti*. *Photosynthetica* **25**: 273-279.
- Makino A.** (2011) Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat. *Plant Physiol.* **155(1)**: 125-129.
- Martin B., Ruiz-Torres N.A.** (1992) Effect of water deficit stress on photosynthesis, its components and component limitations, and on water use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Physiol.* **100**: 733-739.
- Menconi M., Sgherri CLM., Pinzino C., Navari-Izzo F.** (1995) Activated oxygen production and detoxification in wheat plants subjected to a water deficit programme. *J. Exp. Bot.* **46**: 1123-1130.
- Nicolodi C., Massacci A., Di Marco G.** (1988) Water status effects on net photosynthesis in field-grown alfalfa. *Crop Science.* **28**: 944-948.
- Rawson H.M., Hindmarsh J.H., Fischer R.A., Stockman Y.M.** (1983) Changes in leaf photosynthesis with plant ontogeny and relationships with yield per ear in wheat cultivars and 120 progeny. *Aus. J. Plant Physiology.* **10**: 503-514.
- Shewry P.R.** (2009) Review paper wheat. *J. Exp. Bot.* **60**: 1537-1553.
- Siddique M.R.B., Hamid A., Islam M.S.** (1999) Drought stress effects on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. *Bot. Bull. Acad. Sin.* **40**: 141-145.
- Siddique M.R.B., Hamid A., Islam M.S.** (2001) Drought stress effects on water relations of wheat. *Bot. Bull. Acad. Sin.* **41**: 35-39.
- Yancey P.H.** (1994) Compatible and counteracting solutes. In: *Cellular and Molecular Physiology of Cell Volume regulation*. Ed. K. Strange, CRC Press, Boca Raton FL: 81-109.
- Yordanov I., Tsonev T., Velikova V., Georgieva K., Ivanov P., Tsenov N., Petrova T.** (2001) Changes in CO<sub>2</sub> assimilation, transpiration and stomatal resistance of different wheat cultivars experiencing drought under field conditions. *Bulg. J. Plant Physiol.* **27(3-4)**: 20-33.

**T.I. Allahverdiyev, A.A. Zamanov, J.M. Talai**

**Study of gas exchange in bread wheat leaves under drought**

Long-term drought stress decreases flag and penultimate leaves gas exchange parameters, flag leaf relative water content and assimilating surface area from bread wheat genotypes under field conditions. The most reduction in photosynthesis rate was observed in flowering and milky ripeness stages of ontogenesis. Changes of stomatal conductance mainly effects on transpiration rate, not photosynthetic rate.

**Т.И. Аллахвердиев, А.А. Заманов, Дж.М. Талаи**

**Изучение газообмена в листьях генотипов мягкой пшеницы при засухе**

Длительная засуха уменьшает показатели газообмена, относительное содержание воды и ассимиляционную площадь поверхности листьев у генотипов мягкой пшеницы. Установлено, что наиболее сильное уменьшение скорости фотосинтеза наблюдается на стадии цветения и молочной спелости онтогенеза генотипов. Изменение устьичной проводимости больше влияет на скорость транспирации листьев, чем на скорость фотосинтеза.