

## Müxtəlif Fotosintez Yoluna Aid Buğda Və Qarğıdalı Bitkilərində Fizioloji Göstəricilərin Öyrənilməsi

S.A. Abdulbaqiyeva\*, A.A. Zamanov, S.M. Məmmədova

Azərbaycan Respublikası KTN Əkinçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutu, Pirşağı qəsəbəsi, 2 saylı sovxoz, Bakı AZ1098, Azərbaycan; \*E-mail: sevda\_30@mail.ru

**Məqalədə C<sub>3</sub> fotosintez yoluna aid buğda (*Triticum*) və C<sub>4</sub> yoluna aid qarğıdalı (*Zea Mays* L.) genotiplərində qaz mübadiləsi parametrləri, məhsuldarlıq və onun struktur elementləri müqayisəli analiz edilmişdir.**

**Açar sözlər:** Buğda, qarğıdalı, fotosintez, növmüxtəlifliyi, xlorofill, məhsuldarlıq

### GİRİŞ

Fotosintez - bütün yaşıl bitkilər tərəfindən həyata keçirilən və günəş şüalarının elektromaqnit enerjisini kimyəvi enerjiyə çevirən, üzvi maddələrin ilkin sintezinin əsas mənbəyi və biosferdə biogeokimyəvi tsiklin əsas amillərindən olan unikal fiziki-kimyəvi prosesdir (Алехина и др., 2005). Hər il fotosintez nəticəsində Yer kürəsində təxminən 140-160 milyard ton üzvi maddə əmələ gəlir ki, bu da 250-300 milyard ton CO<sub>2</sub>-nin udulmasına və 180-200 milyard ton O<sub>2</sub>-nin ayrılmasına səbəb olur. Fotosintez məhsullarında hər il  $6 \cdot 10^{17}$  kkal günəş enerjisi (müxtəlif yanacaq formasında) toplanır ki, bu da bəşəriyyət üçün əsas enerji mənbəyidir. (Ничипорович, 1982; Клейтон, 1984). Bitkilərin əksəriyyətində fotosintez zamanı CO<sub>2</sub>-nin assimilyasiyası Kalvin tsikli üzrə gedir və bu zaman fotosintezin ilkin stabil məhsulu üç karbonlu birləşmə olur ki, belə bitkilər C<sub>3</sub> bitkilər adlandırılır. Bu bitkilərə intensiv fototənəffüs xasdır ki, bu proses zamanı onlar fotosintez nəticəsində assimilyasiya olunmuş karbonun yarıya qədərini itirə bilirlər (Balaur, 2006; Foyer et al., 2009). C<sub>4</sub> bitkilərdə (qarğıdalı, şəkər qamışı, sorqo və b.) CO<sub>2</sub> üç karbonlu fosfoenolpiruvata birləşir nəticədə dörd karbonlu oksalasetat əmələ gəlir. Fotosintez prosesində CO<sub>2</sub>-nin daha effektiv udulmasını və çevrilməsini təmin edən bu qrup bitkilər CO<sub>2</sub>-nin xüsusi assimilyasiya mexanizminə malikdirlər. C<sub>4</sub> bitkilər vahid zaman və vahid yarpaq səthi hesabı ilə 80-100 mq CO<sub>2</sub> dm<sup>2</sup>/saat assimilyasiya edə bilirlər. C<sub>3</sub>-bitkilərdə (vələmir, buğda, şəkər çuğunduru) bu 30-50 mq CO<sub>2</sub> dm<sup>2</sup>/saat, yəni C<sub>4</sub> bitkilərin yarpaqları ilə müqayisədə 2-3 dəfə azdır (Балаури др., 2013).

C<sub>4</sub> bitkilər C<sub>3</sub> bitkilərə nisbətən biokütlə toplama sürətinin və sudan istifadə effektivliyinin yüksəkliyi ilə xarakterizə olunurlar (Lopes et al., 2011). Quraqlıq şəraitində, yarpaqlarda ağızçıqların hətta aşağı keçiriciliyində, CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O qaz mübadiləsi zamanı C<sub>4</sub> tsiklinin işi nəticəsində örtük hüceyrələrində CO<sub>2</sub>-nin fotosintetik udulması baş verir

(Николаева и др., 2015). Bu, quraqlıq şəraitində ağızçıqlar bağlı olduğu halda yarpağa CO<sub>2</sub>-nin daxil olması zəiflədikdə karbon assimilyasiyasının yüksək sürətini təmin edir. Bu baxımdan qarğıdalının adaptasiya və quraqlığa davamlılığının öyrənilməsi aktualdır (Sicher and Barnaby, 2012; Still et al., 2003). Su qıtlığı qarğıdalının məhsuldarlığına müxtəlif inkişaf fazalarında müxtəlif cür təsir edir. Məlumdur ki, qarğıdalı süpürgə əmələgəlmə fazasında quraqlığa daha həssasdır (Lopes et al., 2011; Saccardy et al., 1996). Quraqlığa davamlılığına görə fərqlənən qarğıdalı genotiplərində artıq vegetativ inkişaf mərhələsində su stresinə müxtəlif reaksiya aşkar olunur (Martinelli et al., 2007).

C<sub>4</sub> bitkilər fotosintez məhsuldarlığı baxımından əlavə üstünlük əldə edən, əsasən cənub və hətta tropik bitkilərdir. C<sub>3</sub> bitkilərdə fotosintez üçün optimal temperatur 20-25°C olduğu halda, C<sub>4</sub> bitkilərdə 30-45°C-dir (Медведев, 2012). C<sub>4</sub> bitkilərdə C<sub>3</sub> bitkilərə nisbətən fotosintezinişiqdan doyma halı işığın daha yüksək intensivliyində baş verir. Belə ki, C<sub>3</sub> bitkilərdə fotosintezin intensivliyinin tam günəş işıqlanmasının 50%-də artımı dayanır, C<sub>4</sub> formalarda isə bu baş vermir. C<sub>4</sub> bitkilərin belə xüsusiyyətləri yüksək temperatur və işıqlanmada fotosintezin intensivliyinin yüksəkliyini izah edir. C<sub>4</sub> bitkilərin xarakterik əlamətlərindən biri də odur ki, Kalvin tsikli məhsulları ötürücü topaların yanında yerləşmiş xloroplastlarda əmələ gəlir. Bu da assimilyatların axınına müsbət təsir göstərir və nəticədə fotosintezin intensivliyini yüksəldir (Алехина и др., 2005). C<sub>4</sub> bitkilərdə yüksək potensial məhsuldarlıq daha çox tam günəş işıqlanması və yüksək temperaturda realizə olunur. C<sub>4</sub> bitkilərin vacib fizioloji xüsusiyyəti onların quraqlığa və istiyə davamlılıqlarıdır (Алехина и др., 2005).

Fizioloji proses kimi fotosintez CO<sub>2</sub> qatılığından, işığın intensivliyindən və tərkibindən, mineral qidanın səviyyəsindən, temperaturdan və s. asılıdır. Kənd təsərrüfatı bitkilərində fotosintez məhsul əmələgəlmənin əsas amillərindəndir. Bitki məhsu-

lunun fotosintetik məhsuldarlıq nəzəriyyəsinə əkinin fotosintezini ilə məhsul arasındakı asılılıq göstərilmiş və müasir əkinçilikdə FFŞ-dən istifadə əmsalının 0,3-1,0%-dən nəzəri olaraq 4-6%-ə qədər yüksəldilməsi yolları nəzərdə tutulmuşdur. Bitkinin su, mineral qida, CO<sub>2</sub> ilə təmin edilməsi, fotosintez effektivliyi yüksək olan kənd təsərrüfatı bitkilərinin seleksiyası və digər yollar bitkinin fotosintetik məhsuldarlığının potensialından istifadə etməyə xidmət edir (Кузнецов и Дмитриева, 2006)

C<sub>4</sub> bitkilərdə CO<sub>2</sub> assimilyasiyasının belə yüksək effektivliyinin səbəblərindən biri görünən tənəffüsün olmaması, yəni C<sub>3</sub> bitkilər üçün xarakterik olan ilkin işıqlandırmadan sonra CO<sub>2</sub>-nin ayrılması C<sub>4</sub> bitkilərdə qeydə alınmır, ya da çox zəif və çox nadir hallarda qeydə alınır (Martinelli et al., 2007; Эдвардс и Уокер, 1986; Чиков, 1996).

Üzvi birləşmələrin dekarboksilləşməsi nəticəsində alınan 30-50% CO<sub>2</sub> C<sub>4</sub> bitkilərdə iki müxtəlif xloroplastlı iki hüceyrədə lokalizə olunmuş, iki fermentlə - fosfoenolpirüvatkarboksilaza (FEPK-aza) və ribulezobifosfat-karboksilaza/oksigenaza (RBFK/O) reassimilyasiya olunur (Балаур и Копыт, 1989; Генкель, 1969). C<sub>3</sub> bitkilərdə belə mexanizm mövcud deyil. C<sub>3</sub> bitkilərdə (sünbül, sünbülün qılıçları, gövdə) olduğu kimi C<sub>4</sub> bitkilərdə də (gövdə, süpürgə, qıcanın örtük yarpaqları) ümumi məhsuldarlıqda digər orqanların da rolu böyükdür (Эдвардс и Уокер, 1986; Martinez et al., 2003).

## MATERIAL VƏ METODLAR

C<sub>3</sub> tip bitkilərin tarla təcrübələri Əkinçilik Elmi Tədqiqat İnstitutunun Abşeron Yardımcı Təcrübə Təsərrüfatında, C<sub>4</sub> tip bitkilərin tarla təcrübələri isə Zaqatala BTS-nin Pərvizvan təcrübə bazasında 2013-2015-ci illərdə qoyulmuşdur. Fenoloji müşahidələr çıxışdan başlayaraq tam yetişmə fazasına qədər Kupermana görə (Куперман, 1984) aparılmışdır.

Tədqiqat obyektini olaraq C<sub>3</sub> bitkilər - *Triticum aestivum* L. (12 genotip, *Lutescens* növmüxtəlifliyi - Aran, Murov, Marxal, Gönən, *Qraecum* növmüxtəlifliyi - Əzəmətli 95, Qobustan, Tale 38 və *Erytrospermum* növmüxtəlifliyi - Qırmızı gül 1, Günəşli, Əkinçi 84, Fatimə, Mahmud 80), *Triticum durum* Desf. (8 genotip, *Hordeiforme* növmüxtəlifliyi - Bərəkətli 95, Şirvan 5, *Leucurum* növmüxtəlifliyi - Əlincə 84, Mirvari, Kəhrəbə və *Provinciale* növmüxtəlifliyi - Tərtər, Tərtər2, Qarabağ), C<sub>4</sub> - bitkilər: *Zea mays* L. (10 genotip, *Indentata Flavorubra* növmüxtəlifliyi - Zaqatala 68, Zaqatala 420, Zaqatala 380, Mirvari, Qürur, Ümid, Fəxri, Emil, *Indentata Leucodon* növmüxtəlifliyi - Zaqatala 514 və *Indurata vulgata* növmüxtəlifliyi - Zaqatala Yerli Yaxşılaşdırılmış) götürülmüşdür. Fotosintezin sürəti, ağızcıqların keçiriciliyi, hüceyrə-

arası sahədə CO<sub>2</sub> qatılığı və transpirasiyanın sürəti Lİ-6400 XT daşınan fotosintez sistemindən (Lİ-COR Biosciences, ABŞ) istifadə etməklə ölçülmüşdür. Məhsuldarlıq vahid sahədən götürülmüş dərzələrə və qıçadan dən çıxımına görə hesablanmışdır.

## NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Müxtəlif buğda genotipləri yarpaqların arxitektotonikasına, fizioloji göstəricilərinə, fotosintezin intensivliyi, ağızcıqların keçiriciliyi, hüceyrəarası sahədə CO<sub>2</sub> qatılığı və transpirasiyanın intensivliyi görə fərqlənirlər. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəy-yən olunmuşdur ki, fotosintezin intensivliyi yumşaq buğdalardan Marxal, Mahmud 80, Aran, Günəşli və Fatimə, bərk buğdalardan isə Tərtər 2, Tərtər və Şirvan 5 sortlarında tədqiq olunan digər sortlarla müqayisədə daha yüksəkdir (cədvəl 1). Tədqiq olunan digər yumşaq buğda sortlarında bu göstərici 11,2-16,6 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, bərk buğdalarda isə 9,47-13,1 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> intervalında dəyişmişdir. Göründüyü kimi fotosintezin intensivliyi yumşaq buğda genotiplərində bərk buğdalara nisbətən daha yüksəkdir.

Aparılan tədqiqatlarda qarğıdalı sortlarında (Zaqatala 68, Zaqatala 380, Zaqatala 420, Zaqatala 514, Zaqatala Yerli Yaxşılaşdırılmış, Mirvari, Qürur, Ümid, Fəxri, Emil və Populyasiya 2008 H) süpürgə əmələgəlmə fazasında qaz mübadiləsi parametrləri (fotosintezin intensivliyi, ağızcıqların keçiriciliyi, hüceyrəarası sahələrdə CO<sub>2</sub> qatılığı, transpirasiya intensivliyi) ölçülmüş, fotosintezin intensivliyinin (μmol CO<sub>2</sub>·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>) maksimal qiyməti Fəxri və Ümid sortlarında olmuş və uyğun olaraq 27,9 və 26,8 μmol CO<sub>2</sub>·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> təşkil etmişdir (cədvəl 2). Digər tədqiq olunan sortlarda bu göstərici 23,2-26,0 μmol CO<sub>2</sub>·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> intervalında dəyişmiş və Fəxri sortunda digər sortlarla müqayisədə 3,95-16,8% intervalında yüksək olmuşdur.

Məlumdur ki, günün isti vaxtında ağızcıqların bağlanması transpirasiya hesabına su itkisini azaldır. Bununla yanaşı, C<sub>4</sub> bitkilər suyu daha qənaətlə istifadə etmələri ilə fərqlənirlər (Одум, 1986). Əgər C<sub>3</sub> bitkilər bir qram quru maddənin əmələ gəlməsinə 700-1000 q su istifadə edirlərsə, C<sub>4</sub> bitkilərdə bu 300-400 q təşkil edir (Алехина и др., 2005). C<sub>4</sub> bitkilərin az su istifadə etməsinin əsas səbəbi ağızcıqların qazlara yüksək diffuziya müqavimətidir. Yarpaqların susuzlaşması və ağızcıqların bağlanması zamanı bu müqavimət su buxarları üçün dəfələrlə, CO<sub>2</sub> üçün isə cüzi artır. C<sub>4</sub> bitkilərdə CO<sub>2</sub> üçün mezofil hüceyrələrinin diffuziya müqavimətinin aşağı qiyməti H<sub>2</sub>O üçün ağızcıqların daha yüksək müqavimətində aşağı transpirasiyada fotosintezin sürətinin sabit qalmasına təsir edir. Buna görə də, C<sub>4</sub> bitkilərdə C<sub>3</sub> bitkilərlə müqayisədə,

hətta ağızcıqlar bağlı olduqda belə, fotosintez intensivliyi yüksək olur (Алехина и др., 2005).

Bitki həyatında mühüm rol oynayan ağızcıqlar vasitəsi ilə suyun buxarlanması və qaz mübadiləsi

baş verir, atmosferə fotosintez prosesində əmələ gələn O<sub>2</sub> və tənəffüs prosesində əmələ gələn CO<sub>2</sub> ötürülür (Одум, 1986; Медведев, 2012).

**Cədvəl 1.** Buğda sortlarının qaz mübadiləsi parametrlərinin göstəriciləri

Sortun adı	Fotosintezin intensivliyi, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	Ağızcıqların keçiriciliyi, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	Hüceyrələrarası sahələrdə CO <sub>2</sub> qatılığı, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$	Transpirasiyanın intensivliyi, $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Yumşaq buğdalar				
Aran	16,7	0,250	255	4,71
Murov	15,3	0,231	255	4,42
Gönən	11,3	0,167	244	4,54
Marxal	22,5	0,165	304	4,12
Əzəmətli 95	11,2	0,251	298	3,59
Qobustan	13,5	0,141	410	2,36
Tale- 38	11,2	0,198	305	3,69
Qırmızı gül 1	11,2	0,270	365	3,28
Günəşli	16,6	0,364	302	4,93
Əkinçi- 84	13,3	0,218	271	3,99
Fatimə	15,5	0,110	260	2,44
Mahmud- 80	20,0	0,115	403	3,21
Bərk buğdalar				
Şirvan 5	15,8	0,255	275	5,61
Bərəkətli- 95	13,0	0,181	240	4,88
Əlincə- 84	9,47	0,212	290	5,49
Mirvari	13,1	0,164	231	4,84
Kəhrəba	11,0	0,116	318	3,67
Tərtər	16,5	0,262	245	6,19
Tərtər- 2	22,5	0,146	268	4,38
Qarabağ	12,0	0,119	398	3,98

**Cədvəl 2.** Qarğıdalı sortlarında qaz mübadiləsi parametrləri

Sortun adı	Fotosintezin intensivliyi, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	Ağızcıqların keçiriciliyi, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	Hüceyrələrarası sahədə CO <sub>2</sub> qatılığı, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$	Transpirasiyanın intensivliyi, $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Zaqatala 68	24,4	0,198	232	2,278
Zaqatala 380	23,2	0,179	177	2,415
Zaqatala 420	23,6	0,194	222	2,819
Zaqatala 514	25,2	0,219	185	2,613
Zaqatala Yerli Yaxşılaş.	24,3	0,236	194	3,321
Mirvari	26,0	0,235	127	2,339
Qürur	25,7	0,224	180	2,352
Ümid	26,8	0,239	176	2,896
Fəxri	27,9	0,251	183	2,723
Populyasiya 2008 H	25,9	0,228	175	2,349

Ağızcıqların keçiriciliyi tədqiq olunan yumşaq buğdalardan Günəşli, Qırmızı gül 1 və Əzəmətli-95, bərk buğdalardan isə Tərtər, Şirvan 5 və Əlincə 84 sortlarında digər sortlara nisbətən daha yüksək olmuşdur. Fotosintezin sürəti yüksək olan yumşaq buğdalarda (Marxal, Mahmud 80 və Günəşli) ağızcıqların keçiriciliyi uyğun olaraq, 0,116; 0,364 və 0,115 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> olmuşdur. Digər sortlarda bu göstərici 0,110-0,250 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> intervalında dəyişmişdir. Bərk buğda sortlarında bu göstərici fotosintezin intensivliyi yüksək olan Tərtər 2, Tərtər və Şirvan 5 sortlarında uyğun olaraq, 0,146; 0,262 və 0,255 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> olmuş, maksimal

göstərici Tərtər sortunda qeyd olunmuşdur. Fotosintezin sürətinin aşağı 11,2  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  olan Əzəmətli 95, Tale 38 və Qırmızı gül 1 yumşaq buğda sortlarında ağızcıqların keçiriciliyi uyğun olaraq, 0,251, 0,198 və 0,1270 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> olmuşdur.

Yarpaqlarda ağızcıqların çoxluğu (bir bitkidə 100-200 milyon) bitkidə qaz mübadiləsi üçün əlverişli şərait yaradır (Шиндин и др., 2009). Tədqiq olunan qarğıdalı sortlarında ağızcıqların keçiriciliyi Fəxri və Ümid sortlarında (uyğun olaraq, 0,251 və 0,239 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) daha yüksək olmuşdur.

Hüceyrələrarası sahədə CO<sub>2</sub> qatılığı yumşaq buğdalardan Qobustan, Mahmud 80 və Qırmızı gül 1,

bərk buğdalardan isə Qarabağ, Kəhrəba və Əlincə 84 sortlarında tədqiq olunan digər sortlara nisbətən daha yüksəkdir. Tədqiq olunan qarğıdalı sortlarında hüceyrəarası sahələrdə CO<sub>2</sub> qatılığı isə fotosintezin sürəti 24,4 və 23,6 μmol CO<sub>2</sub>·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> olan Zaqatala 68 və Zaqatala 420 sortlarında daha yüksək, uyğun olaraq 232 və 222 μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup> olmuşdur.

Qeyd edildiyi kimi, C<sub>4</sub> bitkilər suyu daha qənaətlə istifadə etdiyindən onlarda transpirasiyanın intensivliyi C<sub>3</sub> bitkilərə nisbətən daha aşağı olur. Belə ki, transpirasiyanın intensivliyi yumşaq buğda genotiplərində 2,36–4,93 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, bərk buğdalarda 3,15–6,19 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> intervalında dəyişdiyi halda, C<sub>4</sub> bitkisi olan qarğıdalı nümunə-

lərində 2,278–3,321 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> intervalında dəyişmişdir. Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi transpirasiyanın intensivliyibərk buğda genotiplərində yumşaq buğdalarla müqayisədə də yüksək olmuşdur.

Transpirasiya intensivliyi Zaqatala Yerli Yaxşılaşdırılmış (3,321 mmol H<sub>2</sub>O mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>), Ümid (2,896 mmol mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>) və Zaqatala 420 (2,819 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>) sortlarında daha yüksək olmuşdur. Dən dolma dövründə yarpaqlarda fotosintezin intensivliyinin artması və bu artımın uzun müddət davam etməsi sünböldə dənin daha yaxşı formalaşmasını və sonda yüksək məhsul alınmasını təmin edir.

**Cədvəl 3.** Buğda sortlarında məhsulun struktur elementləri

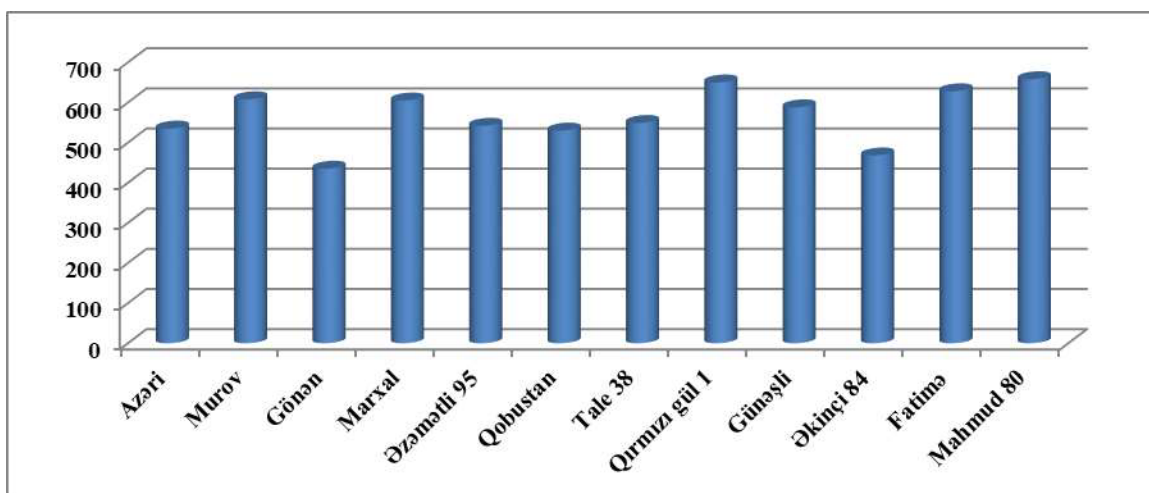
Sortların adı	Bitkinin boyu, sm	1000 dənin kütləsi, q	Sünbül elementləri					
			eni, sm	uzunluğu, sm	sünbülcüklərin sayı, ədəd	kütləsi, q	dənin sayı, ədəd	dənin kütləsi, q
Yumşaq buğdalar								
Aran	100	45,3	1,36	10,5	21,4	3,35	57,8	2,62
Murov	98,6	43,2	0,96	8,86	16,6	1,62	29,2	1,26
Gönən	84,6	27,8	0,96	10,2	19,0	1,79	46,0	1,28
Marxal	99,4	39,7	1,20	11,8	19,4	1,77	44,8	1,38
Əzəmətli 95	95,0	42,0	1,50	11,1	17,8	2,65	46,0	1,93
Qobustan	105	41,2	1,30	8,28	16,6	2,11	34,2	1,41
Tale- 38	90,6	47,6	1,25	8,90	14,2	2,65	37,8	1,80
Qırmızıgül 1	80,2	39,0	1,12	7,56	14,6	1,96	40,0	1,56
Günəşli	94,2	42,8	0,78	11,7	15,2	2,62	41,8	1,79
Əkinçi 84	104	50,0	1,42	10,8	17,8	2,65	40,0	2,00
Fatimə	99,4	38,7	1,42	11,4	19,8	2,29	44,4	1,72
Mahmud 80	107	42,8	1,78	13,2	25,4	4,25	59,2	3,00
Bərk buğdalar								
Şirvan 5	102	51,9	1,60	6,98	19,4	3,64	47,2	2,45
Bərəkətli 95	100	53,1	1,62	8,72	20,5	4,10	57,6	3,06
Əlincə 84	103	39,5	1,46	10,3	23,0	4,24	59,4	3,23
Mirvarı	88,0	46,9	1,30	6,98	17,8	2,33	35,4	1,66
Kəhrəba	132	51,8	1,46	8,04	23,4	4,52	61,2	3,17
Tərtər	87,6	49,0	1,20	9,30	20,8	3,38	50,8	2,49
Tərtər2	118	57,7	1,52	8,62	20,6	4,28	51,8	2,99

Dən dolma dövründə fotosintez aparatının işini stimullaşdıran əsas amillərdən biri sünbülün sorma gücü – fotoassimilyantları özündə toplamaq qabiliyyətidir ki, bu da sünböldə olan dənələrin sayı və onların inkişaf sürəti ilə şərtlənir. Tədqiqatçıların çoxu bu dövrdə müasir, yüksək məhsuldar, daha çox dənə malik iri sünbüllü buğda sortlarında xırda sünbüllü sortlara nisbətən fotosintez intensivliyinin yüksək olmasını məhz daha çox dənə və iri sünbül malik genotiplərdə assimilyatlara olan tələbatının artıq olması ilə izah edirlər (Fischer et al., 1998, Reynolds et al., 2001).

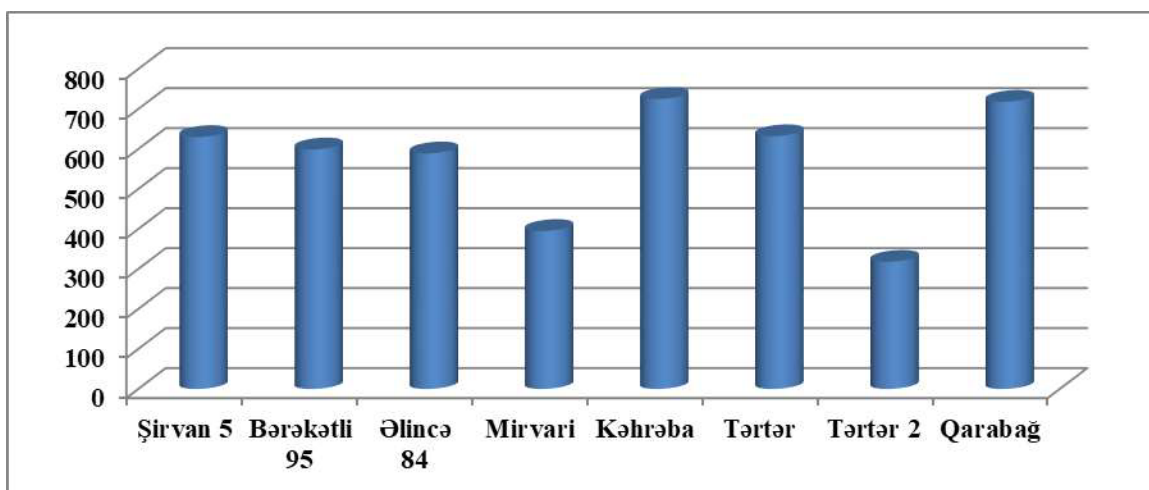
Yumşaq buğda sortlarından fotosintezin intensivliyiyüksək olan Marxal, Mahmud80, Günəşli və Fatimə sortlarında sünbülün uzunluğu uyğun olaraq, 11,8; 13,2; 11,7 və 11,4 sm olmuşdur (Cədvəl 3). Göstərilmişdir ki, çiçəkləmədən sonra fotosintezin sürəti və bitki tərəfindən quru biokütlənin

toplanması sünböldə dənələrin sayının artması ilə birgə artmışdır (Fischer et al., 1998). Sünböldə dənə sayı və kütləsi Mahmud 80, Aran və Zirvə 85 sortlarında yüksək olmuşdur. Bəzi tədqiqatçılar məhsulu təyin edən əsas göstərici kimi sünböldə dənə sayını (Peltonen-Sainio et al., 2007), bəzi tədqiqatçılar isə dənə kütləsini (Garcia Del Moral et al., 2003) qeyd etmişlər. Bərk və yumşaq buğdalarda dənə məhsulu vahid sahədən sünbüllərin sayı, sünböldə dənə sayı və kütləsi ilə qiymətləndirilir (Moayedı, Barakbah, 2010).

Şəkil 3 (a, b)-dən görüldüyü kimi tədqiq edilən göstəricilər məhsuldarlıqda da öz əksini tapmışdır. Belə ki, yumşaq buğdalardan Qırmızı gül 1, Mahmud 80, Fatimə, Marxal və Murov, bərk buğdalardan isə Qarabağ, Kəhrəba, Tərtər, Tərtər 2 və Şirvan 5 sortlarının məhsuldarlığı 600 q/m<sup>2</sup>-dan yüksək olmuşdur.



Şəkil 3 a. Yumşaq buğda sortlarının məhsuldarlığı, q/m<sup>2</sup>



Şəkil 3 b. Bərk buğda sortlarının məhsuldarlığı, q/m<sup>2</sup>

Cədvəl 4. Yumşaq və bərk buğda sortlarının sünbül elementləri arasında xətti asılılıqlar.

Əlamətlər	BB	1000 DK	SK	SE	SU	SS	SDS	SDK
BB	1	-	-	-	-	-	-	-
1000 DK	0.324*	1	-	-	-	-	-	-
SK	0.157	0.526**	1	-	-	-	-	-
SE	-0.156	0.081	0.421**	1	-	-	-	-
SU	0.052	-0.203	0.054	0.150	1	-	-	-
SS	0.439**	0.209	0.602**	0.098	0.303	1	-	-
SDS	-0.072	-0.015	0.622**	0.261	0.280	0.679**	1	-
SDK	0.162	0.434**	0.748**	0.255	0.135	0.699**	0.790**	1

**Qeyd:** İxtisarlər aşağıdakı kimidir: BB- bitkinin boyu, 1000 DK -1000 dənin kütləsi, SK- sünbülün kütləsi, SE-sünbülün eni, SU - sünbülün uzunluğu, SS- sünbülcüklərin sayı, SDS- sünbüldə dənin sayı, SDK- sünbüldə dənin kütləsi.

**Cədvəl 5.** Qarğıdalı sortlarının biomorfoloji, struktur və məhsuldarlıq göstəriciləri.

Sortların adı	Vegetasiya müddəti, gün	Bitkilərin boyu, sm	Qıçanın gövdəyə birləşmə hündürlüyü, sm	Yetişmə fazasında yarpaqların sayı, ədəd	Qıçanın uzunluğu, sm	Qıçada dən cərgələrinin sayı, ədəd	Bir cərgədə dən sayı, ədəd	Dən çıxımı, %	1000 dən kütlesi, q	Dən məhsuldarlığı, s/ha
Zaqatala 68	110	281	113	15,0	23,3	18,0	52,0	82,7	350	53,8
Zaqatala 380	108	290	84,0	16,0	23,8	18,0	53,0	80,5	331	52,9
Zaqatala 420	106	239	82,0	14,0	24,0	18,0	48,0	80,8	322	53,2
Zaqatala 514	110	311	98,0	16,0	22,6	16,0	46,0	82,0	351	51,0
Zaqatala Yerli Yaxşılaşdırılmış	120	294	150	16,0	24,0	17,0	51,0	78,0	358	51,3
Mirvari	96,0	240	75,0	12,0	25,0	18,0	52,0	83,0	330	49,8
Qürur	105	247	93,0	14,0	23,3	16,0	49,0	81,2	348	53,9
Ümid	105	232	92,0	13,0	22,0	16,0	48,0	83,1	339	54,1
Fəxri	105	229	83,0	13,0	22,7	17,0	46,0	83,8	343	56,9
Emil	104	260	96,0	13,0	28,0	16,0	50,0	84,0	368	58,5
Populyasiya 2008 H	106	239	82,0	14,0	24,0	18,0	45,0	80,8	352	53,2

**Cədvəl 6.** Qarğıdalı sortlarının biomorfoloji, struktur və məhsuldarlıq göstəriciləri arasında xətti asılılıqlar

Əlamətlər	VM	BB	QGBH	YS	QU	QDCS	BCDS	DC	1000DK	DM
VM	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BB	0,660*	1	-	-	-	-	-	-	-	-
QGBH	0,861**	0,544	1	-	-	-	-	-	-	-
YS	0,822**	0,866**	0,543	1	-	-	-	-	-	-
QU	-0,236	-0,014	-0,010	0,284	1	-	-	-	-	-
QDCS	-0,089	-0,078	-0,155	0,062	0,021	1	-	-	-	-
BCDS	0,046	0,335	0,268	0,152	0,327	0,306	1	-	-	-
DCH	-0,693*	-0,415	-0,603*	0,678*	0,162	-0,258	-0,149	1	-	-
1000DK	0,413	0,531	0,420	0,326	0,190	-0,600	-0,275	0,049	1	-
DM	-0,076	-0,264	-0,152	-0,294	0,392	-0,164	-0,182	0,535	0,168	1

**Qeyd:** İxtisarlara aşağıdakı kimidir: VM - vegetasiya müddəti, BB - bitkinin boyu, QGBH - qıçanın gövdəyə birləşmə hündürlüyü, YS - yarpaqların sayı, QU - qıçanın uzunluğu, QDCS - qıçada dən cərgələrinin sayı, BCDS - bir cərgədə dən sayı, DCH - dən çıxımı, 1000DK - 1000 dən kütlesi, DM - dən məhsuldarlığı.

Yumşaq və bərk buğda sortlarının sünbül elementləri arasında korrelyasiya SPSS 16.1 proqramı vasitəsi ilə öyrənilmişdir (cədvəl 4). Müəyyən edilmişdir ki, sünbülün kütlesi ilə 1000 dən kütlesi, sünbülün eni ilə kütlesi, sünbüclüklərin sayı ilə bitkinin boyu və sünbülün kütlesi, sünbüldə dən sayı ilə sünbülün kütlesi və sünbüclüklərin sayı, sünbüldə dən kütlesi ilə 1000 dən kütlesi, sünbülün kütlesi və sünbüclüklərin sayı arasında müsbət əhəmiyyətli asılılıq mövcuddur.

Həmçinin, qarğıdalı sortlarının yığım dövründə məhsuldarlığı və qurumadan sonra məhsuldarlıq elementləri təyin edilmiş, struktur analizləri aparılmışdır. Vegetasiya müddətinə görə sortlar, Zaqatala Yerli Yaxşılaşdırılmış istisna olmaqla (120 gün), orta tez və orta yetişəndirlər (96-110gün).

Sortların biomorfoloji, struktur və məhsuldarlıq göstəriciləri cədvəl 5-də verilmişdir. Nümunələrdə qurumadan sonra qıçaların uzunluğu 22,0-28,0 sm, qıçada dən cərgələrinin sayı 16,0-18,0, bir cərgədə dən sayı 45,0-53,0 ədəddir. Nümunələrdə qıçadan dən çıxımı 78,0- 84,0%-dir. 1000 dən kütlesi 322-375 q, məhsuldarlıq isə 49,8 -58,5 s/ha intervalında dəyişmişdir.

Qarğıdalı sortlarında məhsuldarlıq və struktur elementləri arasında korrelyasiya öyrənilmişdir (cədvəl 6). Müəyyən edilmişdir ki, bitkinin boyu ilə vegetasiya müddəti, qıçanın gövdəyə birləşmə hündürlüyü ilə vegetasiya müddəti, yetişmə fazasında yarpaqların sayı ilə vegetasiya müddəti və bitkinin boyu, dən çıxımı ilə yetişmə fazasında yarpaqların sayı arasında müsbət əhəmiyyətli korrelyasiya mövcuddur.

Beləliklə, tədqiq olunan yumşaq buğdalardan *Lütessens* və *Erytrospermum*, bərk buğdalardan isə *Leukurum* və *Provensiale* növmüxtəlifliyinə aid olan sortlar tədqiq olunan morfofizioloji əlamətlərinə görə nisbətən üstünlük təşkil etmişlər.

Fotosintezin intensivliyinin görə nisbətən yüksək göstərici gec sünbülləyən sortlarda müşahidə edilmişdir ki, bu da sünbülləmə fazasından mum yetişkənliyi fazasına qədər olan dövrün qısa olması və bu dövrdə maksimal biokütlə toplanması ilə əlaqədardır. Müəyyən olunmuşdur ki, qarğıdalı bitkisinin transpirasiyanın intensivliyinin zəif olmasına baxmayaraq, fotosintezin intensivliyi yüksək olmuşdur. Bu da sudan istifadə effektivliyinin yüksək olmasına səbəb olmuşdur.

Qarğıdlı bitkisinin fotosintezin intensivliyi 23,2-27,9  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$  olduğu halda, buğdadada bu göstərici 9,47-22,5  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$  olmuşdur. Hər iki bitkidə assimilyasiya olunan  $\text{CO}_2$  miqdarı ilə transpirasiyanın sürəti və ağızcıqların keçiriciliyi arasında düz, hüceyrə arası sahələrdə  $\text{CO}_2$  miqdarı ilə isə tərs mütənəsb əlaqənin olduğu müəyyən edilmişdir.

Yumşaq buğdanın *Erythrosporum* növmüxtəlifliyinə aid olan Qırmızı gül 1, Fatimə və Lütessens növmüxtəlifliyinə aid olan Mahmud 80, bərk buğdanın isə *Leukurum* növmüxtəlifliyinə aid olan Kəhrəbə, *Provensiale* növmüxtəlifliyinə aid olan Qarabağ və Tərtər sortları digər sortlarla müqayisədə daha məhsuldar olmuşlar.

Yeni Qürur, Ümid, Fəxri və Emilqarğıdalı sortlarında (*Indentata Flavorubra* növmüxtəlifliyi) məhsuldarlıq 53,6-58,5 s/ha intervalında dəyişmiş və standart Zaqatala 68 sortundan 0,55-8,04% çox olmuşdur.

Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan buğda sortlarında sünbülün kütləsi ilə sünbülcüklərin sayı, sünbüldə dənin sayı və kütləsi arasında (uyğun olaraq, 0.602\*\*; 0.622\*\* və 0.748\*\*), sünbülcüklərin sayı ilə sünbüldə dənin sayı və kütləsi arasında (uyğun olaraq, 0.679\*\* və 0.699\*\*) və sünbüldə dənin sayı ilə kütləsi arasında (0.790\*\*) müsbət əhəmiyyətli asılılıq mövcuddur. Qarğıdalı sortlarında bitkinin vegetasiya müddəti ilə boyu, qıçanın gövdəyə birləşmə hündürlüyü və yetişmə fazasında yarpaqların sayı arasında (uyğun olaraq, 0.660\*; 0.861\*\* və 0.822\*\*), bitkinin boyu ilə yetişmə fazasında yarpaqların sayı arasında (0.866\*\*) və yetişmə fazasında yarpaqların sayı ilə dən çıxımı arasında (0.679\*) müsbət əhəmiyyətli asılılıq mövcuddur.

Aparılan tədqiqatların nəticəsi olaraq 2016-cı ildə “Qürur”, 2018-ci ildə “Ümid” qarğıdalı sortları rayonlaşmışdır. “Fəxri” (2014), “Emil” (2016) qarğıdalı sortları rayonlaşdırılması üçün Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi yanında Bitki Sortlarının Qeydiyyatı və Toxum Nəzarəti üzrə Dövlət Xidmətinə təqdim edilmişdir.

## ƏDƏBİYYAT

- Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. и др. (2005) Физиология растений. Под ред. И.П.Ермакова. Москва: Academia, 640 с.
- Балаур Н.С., Копыт М.И. (1989) Онтогенетическая адаптация энергообмена растений. Киши-нев: Штиинца, 146 с.
- Балаур Н.С., Воронцов В.А., Меренюк Л.Ф. (2013) Особенности фотодыхания фотосинтетически активных органов у  $\text{C}_3$ -растений. *Физиология растений*, **60(№2)**: 174-183.

- Генкель П.А. (1969) Физиология пшеницы *Физиология сельскохозяйственных растений*. Москва: МГУ, **4**: 555 с.
- Клейтон Р. (1984) Фотосинтез, Физические механизмы и химические модели. Москва: Мир, 350 с.
- Куперман Ф.М. (1984) Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений. Учеб. пособие для студентов биол. спец. ун-тов. 4-е изд. Переаб., и доп. М.: Выс. Школа, 204 с.
- Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. (2006) Физиология растений. М.: Высшая школа, 742 с.
- Медведев С.С. (2012) Физиология растений. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 512 с., ил.
- Одум Ю. (1986) Экология. Пер. с англ. Ю.М.Фролова. М.: Мир, т. **1**: 325 с.
- Ничипоровича А.А. (1982) Физиология фотосинтеза. Москва: Наука. 320 с.
- Николаева М.К., Маевская С.Н., Воронин П.Ю. (2015) Активность антиоксидантной и осмопротекторной систем и фотосинтетический газообмен проростков кукурузы в условиях засухи. *Физиология растений*, **62(№3)**: 340-348.
- Эдвардс Дж., Уокер Д. (1986) Фотосинтез  $\text{C}_3$ - и  $\text{C}_4$ -растений: механизмы и регуляция. Москва: Мир, 590 с.
- Чиков В.Н. (1996) Фотодыхание. *Сорос. Образов. журн.*, **№11**: 2-8.
- Шиндин А.П., Багринцева В.Н., Горбачева А.Г. и др. (2009) Кукуруза. Современная технология возделывания. Под общей редакцией академика РАСХН Сотченко В.С. Москва: 127 с.
- Balaur N. (2006) Expresia Fiorespirației in Condiții Optimale și Stresogene. *Bul. Acad. Științe Mold. Științele vietii*, **№1**: 66-72.
- Foyer C.H., Bloom A.J., Queval G., Noctor G. (2009) Photorespiratory metabolism: Genes mutants, energetics and redox signaling. *Annu. Rev. Plant Biol.*, **60**: 455-484.
- Fischer R.A., Rees D., Sayre K.D. et al. (1998) Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Sci.*, **38**: 1467-1475.
- Garcia Del Moral L.F., Rharrabti Y., Villegas D., Rojo C. (2003) Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogeny approach. *Agronomy Journal*, **95(2)**: 266-274.
- Lopes M.S., Araus J.L., van Heerden P.D.R., Foyer C.H. (2011) Enhancing drought tolerance in  $\text{C}_4$  crops. *J. Exp. Bot.*, **62**: 3135-3153.
- Martinelli T., Whittaker A., Masclaux-Daubresse C., Farrant J.M., Brilli F., Loreto F., Vazzana C. (2007) Evidence for the presence

- of photorespiration in desiccation-sensitive leaves of the C<sub>4</sub> “resurrection” plant *Sporobolus stapfianus* during dehydration stress. *J. Exp. Bot.*, **58**: 3929-3939.
- Martinez D.E., Luquez V.M., Bartoli C.G., Guiamet J.J.** (2003) Persistence of photosynthetic components and photochemical efficiency in ears of water-stressed wheat (*T. aestivum*). *Physiol. Plant.*, **119**: 519-525.
- Moayedi A.A., Boyce A.N., Barakbah S.S.** (2010) The performance of durum and bread wheat genotypes associated with yield and yield component under different water deficit conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, **4(1)**: 106-113.
- Peltonen-Sainio P., Kangas A., Salo Y., Jauhiainen L.** (2007) Grain number dominates grain weight in temperate cereal yield determination: Evidence based on 30 years of multi-location trials. *Field Crops Research*, **100**: 179-188.
- Reynolds M.P., Calderini D.F., Condon A.G., Rajaram S.** (2001) Physiological basis of yield gains in wheat associated with the LR19 translocation from *Agropyron elongatum*. *Euphytica*, **119**: 137-141.
- Saccardy K., Cornic G., Brulfert J., Reyss A.** (1996) Effect of drought stress on net CO<sub>2</sub> uptake by Zea leaves. *Planta*, **199**: 589-595.
- Sicher R.C., Barnaby J.J.** (2012) Impact of carbon dioxide enrichment on the responses of maize leaf transcripts and metabolites to water stress. *Physiol. Plant.*, **144**: 238-253.
- Still C.J., Berry J.A., Collatz G.J., DeFries R.S.** (2003) Global distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> vegetation: carbon cycle implications. *Global Biogeochem. Cycles*, **17(1)**: 6.1-6.14.

### Изучение Физиологических Показателей Растений Пшеницы и Кукурузы, Отличающихся Разными Путиями Фотосинтеза

С.А. Абдулбагиева, А.А. Заманов, С.М. Мамедова

Научно-исследовательский институт земледелия МСХ Азербайджанской Республики

На основе литературных данных и результатов, полученных в отделе Физиологии растений и биотехнологии, проведен сравнительный анализ параметров газообмена, структурных элементов урожая и продуктивности в генотипах растений с C<sub>3</sub> и C<sub>4</sub> (*Triticum* L. и *Zea* L.) путями фотосинтеза. Также изучена взаимосвязь исследуемых показателей с процессами роста.

**Ключевые слова:** Пшеница, *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., разновидность, *Zea mays* L., фотосинтез, продуктивность

### The Study of Physiological Indices Of Wheat And Maize Plants With Different Photosynthesis Pathways

S.A. Abdulbagiyeva, A.A. Zamanov, S.M. Mammadova

Research Institute of Crop Husbandry, Ministry of Agriculture of Azerbaijan Republic

Comparative analysis of gas-exchange parameters, productivity and its structural elements has been performed in genotypes of the C<sub>3</sub> plant wheat (*Triticum*) and C<sub>4</sub> plant maize (*Zea Mays* L.).

**Keywords:** Wheat, *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., variety, *Zea Mays* L., photosynthesis, productivity