

## ПРОМЕНИ ВЪВ ФОТОСИНТЕТИЧНАТА ДЕЙНОСТ НА ПРОЛЕТНИЯ ЕЧЕМИК ПРИ ЗАСУШАВАНЕ

Драгомир Вълчев, Маргарита Гочева, Дарина Вълчева

Институт по земеделие – Карнобат

E-mail: vulchevd@abv.bg

### Резюме

Целта на настоящото проучване е да се определи влиянието на засушаването върху някои физиологични показатели свързани с фотосинтетичната дейност при сортове и линии пролетен ечемик. Определена бе динамиката на листната повърхност, съдържанието на хлорофил и промяната на албедото. Установено бе, че линията РС 14 при условията на този тип стрес съхранява в по-добра степен спрямо останалите материали нивото на проучените физиологични показатели свързани с фотосинтетичната дейност на растенията.

**Ключови думи:** пролетен ечемик, листна повърхност, хлорофил, алbedo

### Abstract

*Valchev D., Gocheva M., Valcheva D. Changes in photosynthetic activity of spring barley under drought.*

The aim of this study was to determine the impact of drought on some physiological parameters associated with photosynthetic activity of varieties and lines spring barley. It was definitely the dynamics of leaf surface, chlorophyll content and change in albedo. It was found that the line PC 14 under the conditions of this type of stress store in a better level to all materials research level of research physiological indicators related to photosynthetic activity of plants.

**Key words:** spring barley, leaf surface, chlorophyll, albedo

### УВОД

Сушата е един от стресовите абиотични фактори, който понижава продукцията от пролетния ечемик в България. Тя влияе негативно върху растежа и развитието на растенията и затруднява всички физиологични процеси, основен от които е фотосинтезата.

Обикновено фотосинтетичната активност се определя като функция от развитието на листната площ, нивото на светлинната и тъмнинна фаза на фотосинтезата и реакцията на въглеродния метаболизъм по време на воден стрес (Legg, 1979; Krieg, 1983). От друга страна, липсата на достатъчно количество вода влияе върху структурата и работоспособността на фотосинтетичния апарат. Фазите на развитие на хлоропластите са свързани с развитието на листата. При стареенето на листата хлорофилът се разрушава в хлоропластите. Установено е, че сушата има известно косвено неблагоприятно влияние върху фотосинтезата главно чрез нарушение на тургесцентността на клетките и от там листата имат по-малки размери, което намалява общата фотосинтезираща повърхност на растението. Освен това долните, по-стари листа поради засилване на стареенето пожълтяват

и по този начин техния принос за фотосинтетичната дейност на растението намалява (Тарчевский, 1977; Richards, 2000).

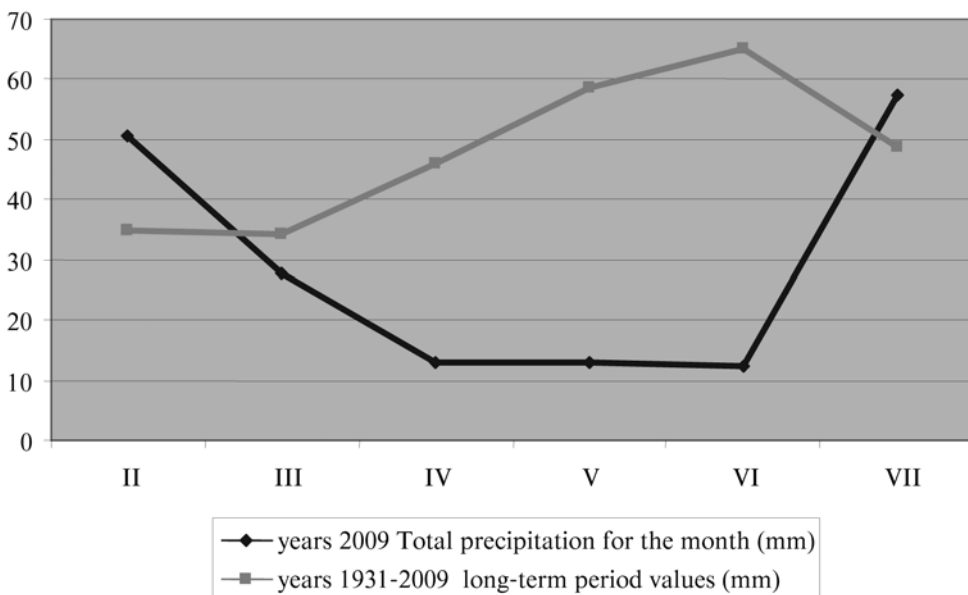
Установено е, че влиянието на светлината върху фотосинтезата има лимитиращ характер, тъй като движещата сила за този процес се явява погълнатата от листата светлинна енергия (Кименов, 1994). Това налага да се извършват проучвания относно албедото на посевите от житните култури (Serban et al., 2011)

Целта на настоящото проучване е да се определи влиянието на засушаването върху някои физиологични показатели свързани с фотосинтетичната дейност при сортове и линии пролетен ечемик.

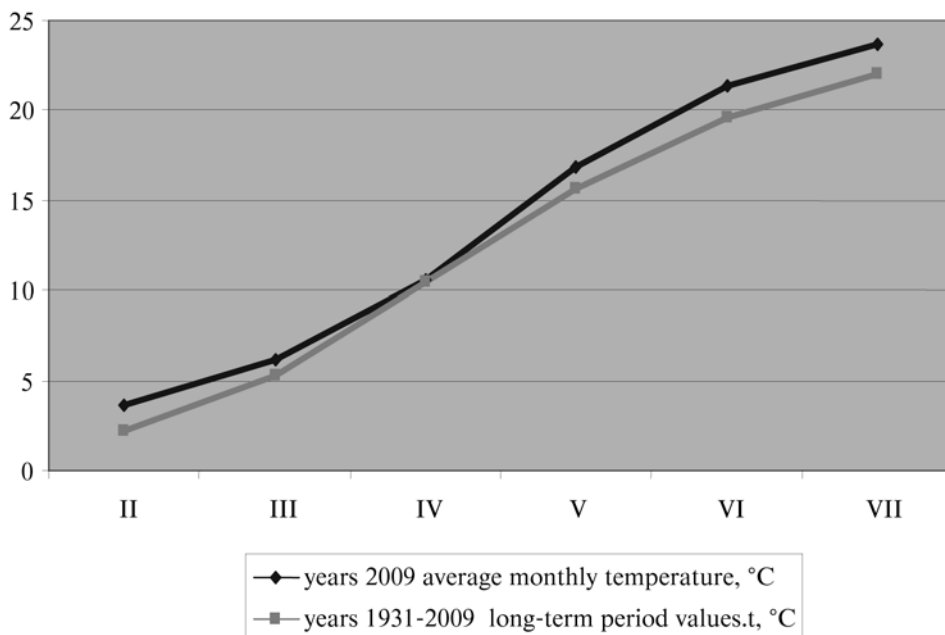
## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В Института по земеделие – Карнобат през 2009 г. е проведен полски опит със 7 сорта и 3 линии пролетен ечемик българска и чужда селекция. Опитът е засят в парцели от по 10 m<sup>2</sup> в 4 повторения по метода на латинския правоъгълник. Данни за метеорологичната характеристика са посочени в фигури 1 и 2. Като цяло периода се характеризира със 113.7 mm малко валежи и с по-висока среднодневна температурна сума, което оказва своя негативен ефект върху растежа, развитието и най-вече върху продуктивността на пролетния ечемик. Февруари е характерен с +15.9 mm повече валежи и 1.4°C по-високи температури от средните многогодишни стойности. През март са отчетени 27.8 mm валежи, от които само този от 11 март в размер от 12.6 mm е със стопанско значение. Последвалят сух период (с малки изключения на частични превалявания до 5-7 mm, които са без

Фигура 1. Валежи (mm) – 2009 г.  
Figure 1. Precipitation (mm) - 2009



Фигура 2. Температура на въздуха (°C) – 2009 г.  
Figure 2. Air temperature (°C) – 2009



стопанско значение валежи) от 12 март до 11 юли постави пролетния ечемик в условия на рисков абнотичен стрес. Във фазите братене, вретене и изкласяване са отчетени някои физиологични показатели характеризиращи фотосинтетичната дейност на растенията от ечемик. Листната повърхност е определена с помощта на цифров площомер ИЕО – 2. Съдържанието на хлорофил (а и в) в листата на ечемика е определено по метода на Арнон (mg/g сухо вещество). Албедото на посева е определено с помощта на светломер Extech Instruments 407026.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Размерът на асимилационната повърхност, който се определя от листната площ на функциониращите листа, е важен показател, характеризиращ ефективността на действие на фотосинтетичния апарат при засушаване (Кушниренко, 1981; Richards, 2000). От данните в Таблица 1 се вижда, че размерът на листната повърхност във фаза братене варира в широки граници – от 34.13 cm<sup>2</sup> за Varke до 108.29 cm<sup>2</sup> за Scarlet. Средно за изпитваните сортове в тази фаза тя е 73.14 cm<sup>2</sup>.

Във фаза вретене листната повърхност чувствително нараства. Средно за изпитваните сортове тя е 147.00 cm<sup>2</sup>. С най-голяма листна повърхност е сорт Vodega – 216.10 cm<sup>2</sup>, следван от РС 14 – 171.99 cm<sup>2</sup>. Започналото почвено и въздушно засушаване дава отражение върху размера на асимилиращата повърхност. Отчетено е в различна степен отмиране на листата. Средно за проучваните материали е 31.87 cm<sup>2</sup> (21.68 %). Наблюдавани са

Таблица 1. Влияние на засушаването върху листната повърхност на пролетни сортове и линии ечемик  
 Table 1. Influence of drought on the leaf surface of spring varieties and barley lines

№	Сортове и линии Varieties, lines	Листна повърхност, Leaf surface														
		Фаза братене, Tillering stage			Фаза вретене, Stalk shooting stage				Фаза изкласяване, Heading stage							
		Зелени листа, Green leaves			Зелени листа, Green leaves		Полузелени листа, Yellow green leaves		Зелени листа, Green leaves		Полузелени листа, Yellow green leaves					
		cm <sup>2</sup>	група Group	ранг range	cm <sup>2</sup>	ранг range	cm <sup>2</sup>	ранг range	cm <sup>2</sup>	ранг range	cm <sup>2</sup>	ранг range	cm <sup>2</sup>	ранг range		
1.	PC 14	71.55	de	5	153.96	b	2	18.03	f	9	72.72	a	1	56.90	b	2
2.	Scarlet	108.29	a	1	85.72	f	7	17.87	f	10	14.59	f	9	47.51	c	3
3.	Зерноградский 73	75.97	d	4	131.57	d	5	46.78	a	1	40.61	d	6	36.96	d	8
4.	Bodega	99.03	b	2	180.82	a	1	35.28	cd	5	56.99	c	4	62.12	a	1
5.	Fink	86.99	c	3	135.31	d	4	22.58	e	7	38.45	d	6	31.49	e	9
6.	3717C-60	70.91	de	6	80.35	f	8	21.68	ef	8	61.31	b	2	45.13	c	6
7.	3719C-65	59.69	f	9	62.97	h	10	32.95	d	6	60.91	b	3	45.78	c	5
8.	Barke	34.13	g	10	106.55	e	6	45.33	a	2	26.84	e	8	47.33	c	4
9.	Bitrana	63.26	ef	7	143.69	c	3	40.51	b	3	41.67	d	5	40.30	d	7
10	Firibesks III	61.67	f	8	70.35	g	9	37.74	bc	4	8.57	g	10	23.49	f	10
	Mean	73.14			115.13			31.87			42.25			43.70		
	LSD	8.48			6.06			4.51			5.29			3.43		
	CV%	9.08			4.12			11.05			9.80			6.16		

чувствителни различия по сортове. Най-слабо е влиянието на сушата върху отмирането на листата при РС 14, характерен с висока сухоустойчивост (Вълчев, 2009) – само 10.48 %. В най-голяма степен е понижена листната маса при Firlbecks III – 34.90 %.

Интересни резултати са отчетени и през фаза изкласяване при продължаваща суша. Средно за всички сортове и линии листната повърхност е по-малка сравнена с фаза вретенене. Най-голяма е при РС 14 – 129.62 cm<sup>2</sup>, като при тази линия е и най-ниско понижението на отмиращи листа – 43.89 %. При сорт Vitrana е отчетено най-високо отмиране на листната повърхност – 96.71 %.

Получените резултати за този показател дават основание да се твърди, че изпитваните материали притежават различна сухоустойчивост и поставени под влиянието на този тип стрес реагират по различен начин. Според някои изследователи отмирането на част от листната маса при засушаване се счита като проява на механизма за избягване на стреса (Федулов, 1981). Очевидно е, че за изследваните сортове и линии пролетен ечемик може да се счита, че проявяват този механизъм на реакция срещу водния стрес. От анализа на данните трябва да се отбележи, че РС 14 се отличава с по-добре изразена устойчивост срещу засушаването съгласно данните на този показател.

В проучването е проследена динамиката на съдържание на хлорофил в листата (Таблицы 2, 3 и 4). Във фаза братене общото съдържание на хлорофил а и в е средно за всички сортове 11.14 mg/g сухо вещество. Най-високи стойности на този показател са отчетени при 3719C-65 (14.46 mg/g сухо вещество) и Vitrana (14.36 mg/g сухо вещество), а най-ниско при Scarlett и Зерноградский 73 (съответно 8.59 и 8.72 mg/g сухо вещество).

Таблица 2. Съдържание на хлорофил в листата на сортове и линии пролетен ечемик през фаза братене (mg/g сухо вещество)

Table 2. Chlorophyll content in leaves of varieties and barley lines in the tillering stage (mg/g dry matter)

Сорт, линия, Variety, line	Хлорофил а Chlorophyll a	Хлорофил в Chlorophyll b	Хлорофил а+в Chlorophyll a+b	Съотношение а:в Ratio a:b
РС 14	8.69	1.72	10.41	5.05
Scarlett	7.00	1.59	8.59	4.40
Зерноградский 73	7.23	1.49	8.72	4.85
Bodega	7.54	1.86	9.40	4.05
Финк	9.99	2.18	12.17	4.58
3717C-60	9.01	1.80	10.81	5.00
3719C-65	10.30	2.16	14.46	4.77
Barke	9.59	2.05	11.64	4.68
Bitrana	11.90	2.46	14.36	4.83
Firlbecks III	10.56	2.32	12.88	4.55
Средно/Mean	9.18	1.96	11.14	4.68

Таблица 3. Съдържание на хлорофил в листата на сортове и линии пролетен ечемик през фаза вретенене (mg/g сухо вещество)  
 Table 3. Chlorophyll content in leaves of varieties and barley lines in the stalk shooting stage (mg/g dry matter)

Сорт, линия Variety, line	Хлорофил а Chlorophyll a	Хлорофил в Chlorophyll b	Хлорофил а+в Chlorophyll a+b	Съотношение а:в Ratio a:b
PC 14	12.07	5.81	17.88	2.07
Scarlett	11.20	6.63	17.83	1.69
Зерноградский 73	11.58	8.77	20.35	1.32
Bodega	12.25	12.09	24.34	1.01
Финк	12.82	9.41	22.23	1.36
3717C-60	13.21	12.50	25.71	1.06
3719C-65	15.05	12.67	27.72	1.19
Barke	15.55	8.48	24.03	1.83
Bitrana	14.76	14.39	29.15	1.03
Firlbecks III	13.21	18.14	31.35	0.72
Средно, Mean	13.17	10.89	24.06	1.21

Таблица 4. Съдържание на хлорофил в листата на сортове и линии пролетен ечемик през фаза изкласяване (mg/g сухо вещество)  
 Table 4. Chlorophyll content in leaves of varieties and barley lines in the heading stage (mg/g dry matter)

Сорт, линия Variety, line	Хлорофил а Chlorophyll a	Хлорофил в Chlorophyll b	Хлорофил а+в Chlorophyll a+b	Съотношение а:в Ratio a:b
PC 14	2.69	1.36	4.05	1.98
Scarlett	1.61	0.83	2.44	1.93
Зерноградский 73	2.72	1.34	4.06	2.03
Bodega	2.30	1.16	3.46	1.98
Финк	3.11	1.61	4.72	1.93
3717C-60	2.02	1.06	3.08	1.91
3719C-65	2.04	1.09	3.13	1.87
Barke	2.80	1.42	4.22	1.97
Bitrana	2.05	1.40	3.45	1.46
Firlbecks III	1.97	0.92	2.89	2.14
Средно, Mean	2.33	1.22	3.55	1.91

Във фаза вретенене хлорофилът се увеличава чувствително и е средно за изпитваните материали 24.06 mg/g сухо вещество. Най-високи стойности достига при Firlbecks III – 31.35 mg/g сухо вещество.

Данните за активността на фотосинтетичния апарат при засушаване през фаза изкласяване показват, че се понижава общото хлорофилно съдържание при всички изпитвани сортове и линии пролетен ечемик средно с 85.25 %. Наблюдавани са различия по този показател при отделните материали. Намалението на общото съдържание на хлорофил е в диапазона от 90.79 % при Firlbecks III до 77.35 % при РС 14.

Очевидно по-устойчивата линия РС 14 показва способност успешно да се съпротивлява на отрицателното действие на сушата чрез по-малко редуциране на листната площ и по-високо относително съдържание на хлорофил а и в при стресови условия. Той притежава значителни адаптационни възможности, които се реализират чрез промяна в метаболизма на растенията с оглед активно противодействие срещу засушаване.

От много измервания е установено, че при производствени условия посевите оползотворяват средно 0.5-1.0 % от падащата върху тях светлинна енергия. Това означава, че съвременните сортове притежават многократно по-големи възможности за увеличаване на добива (Ничипорович, 1978).

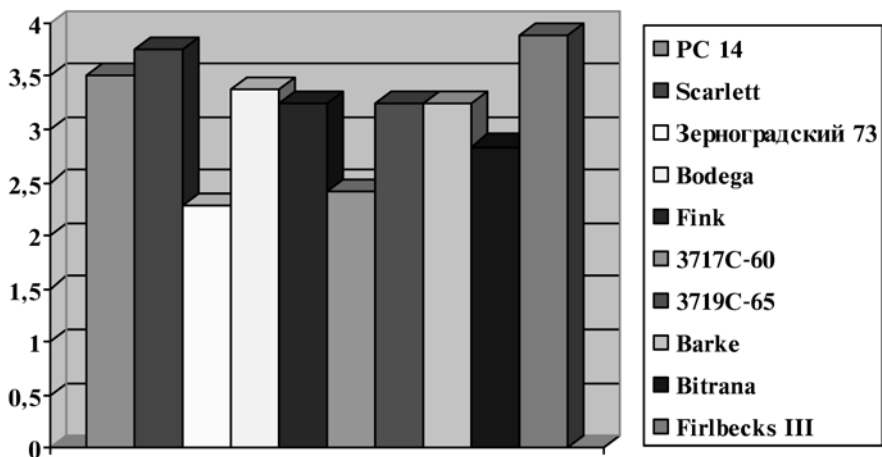
В изследването е определено албедото на посевите от изпитваните сортове и линии пролетен ечемик. Този показател дава представа за поглъщателната способност на посева по отношение на падналата слънчева радиация. В подобни проучвания при условия на суша ежедневните стойности на този показател за посев от ечемик се движат в границите на 14.0 до 36 % (Piggin, 1973) и между 1.0 и 8 % (Febrero et al., 1998).

В проучването тези стойности са под 4.0 % за фаза братене и постепенно достигат почти 5.0 % през фаза изкласяване (Фигури 3, 4 и 5). Намаляването на поглъщателната способност с напредване на фазите на развитие вероятно се дължи на намаляване съдържанието на хлорофил в листата и промяната на разположението им спрямо слънцето, с цел избягване прякото им огряване и ограничаване интензивността на транспирация, целящо съхранение на водата в растенията.

Получените резултати за влиянието на сушата през 2009 г. върху фотосинтетичната дейност на изпитваните сортове и линии пролетен ечемик ни дават основание да считаме, че тяхната реакция е еднопосочна по отношение на този тип стрес. Във фаза вретенене, критична за двуредния ечемик по отношение на засушаване, беше отчетена корелация между листната повърхност на зелените листа и съдържанието на хлорофил ( $r = -0.34$ ) и между общата листна повърхност и албедото ( $r = -0.56$ ). Вероятно това са част от механизмите, които растенията от пролетния ечемик използват за преодоляване на вредното въздействие на сушата.

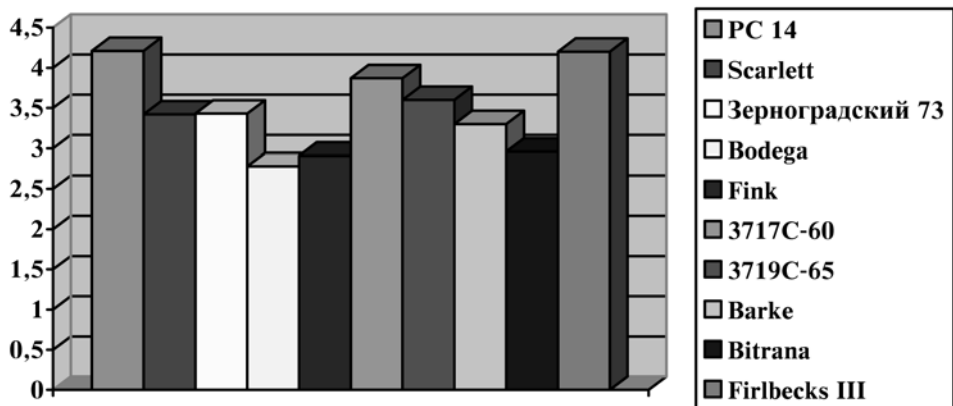
Фигура 3. Алbedo на посев от пролетни сортове и линии ечемик през фаза братене (%)

Figure 3. Albedo of the seeding from spring varieties and barley lines in the tillering stage (%)



Фигура 4. Алbedo на посев от пролетни сортове и линии ечемик през фаза вретенене (%)

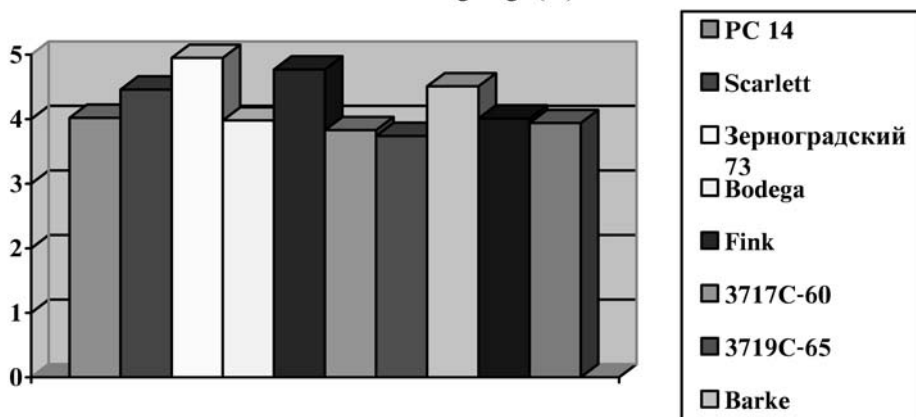
Figure 4. Albedo of the seeding from spring varieties and barley lines in the stalk shooting stage (%)





Фигура 5. Алbedo на посев от пролетни сортове и линии ечемик през фаза изкласяване (%)

Figure 5. Albedo of the seeding from spring varieties and barley in the heading stage (%)



## ИЗВОДИ

Установено бе, че по-устойчивите сортове и линии пролетен ечемик в условията на почвено засушаване развиват по-добра асимилационна листна повърхност, съдържат повече хлорофил и при тях са отчетени по-ниски стойности на албедото.

Сухоустойчивата линия PC 14 при условията на този тип стрес съхранява в по-добра степен спрямо останалите материали нивото на проучените физиологични показатели свързани с фотосинтетичната дейност на растенията.

## ЛИТЕРАТУРА

- Вълчев, Д., Д. Вълчева, 2009.** Проучване на сортимент от сухоустойчиви форми пролетен ечемик с произход от Етиопия, Растениевъдни науки, бр.5, 432-437.
- Кименов, Г., 1994.** Физиология на растенията, София.
- Кушниренко, М.Д., Г.П. Кургатова, Л.И. Мищенко, 1981.** Експресс-диагностика засухоустойчивости и сроков полива пшеницы по показателям электрического сопротивления (ЕС) листьев, вопрос физиология пшеницы, Кишинев, Щиинца.
- Ничипорович, А.А., 1978.** Физиология растений, 25, №5.
- Тарчевский, И.А., 1977.** Основы фотосинтеза, Высшая школа, Москва.
- Федулов, Ю.П., А.Д. Чуваева, 1981.** Влияние света на устойчивость листьев озимой пшеницы и действию высокой температуры и обезвоживание, Физиология растений, т.28, вып. 1, Москва.
- Febrero, A., Santiago, Fernandez, S., Molina-Cano, J.L. and Araus, J.L., 1998.** Yield, carbon isotope discrimination, canopy reflectance and cultivar conductance of barley isolines of differing glaucousness, Journal of experimental botany, 49 (326):1575-1581.

- Krieg, D.R., 1983.** Photosynthetic activity during stress, Agricultural Water Management, 7, Amstredam.
- Legg, B.J., W.Day, D.W.Lawlor and K.J.Parkinson, 1979.** The effect of drought on barley growth: models and measurements showing the relative importance of leaf area and photosynthetic rate, The journal of agricultural Science, V.92, Issue 3, pp 703-716.
- Piggin, I. and P.Schwerdtfeger, 1973.** Variations in the albedo of wheat and barley crops, Arch. Met. Geoph. Biokl., ser. B,21, 365-391.
- Richards, R.A., 2000.** Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops, Journal of experimental botany, 51, (suppl. 1), 447-458.
- Serban, G., D. T. Coftas, P.A. Coftas, 2011.** Significant differences in crop albedo among Romanian winter wheat cultivars, Romanian agricultural research, № 28.