

**EFFECTUL SECETEI ASUPRA UNOR CARACTERE FIZIOLOGICE
IMPLICATE ÎN REALIZAREA PRODUCȚIEI
LA ORZUL DE TOAMNĂ**

**THE EFFECT OF DROUGHT ON SOME PHYSIOLOGICAL TRAITS
INVOLVED IN ACHIEVING YIELD OF WINTER BARLEY**

ELENA PETCU¹, LILIANA VASILESCU¹,
EUGEN PETCU¹, MARGA GRĂDILĂ²

Abstract

An experiment under controlled conditions was conducted to study the effect of drought stress on height of plants, length of main root, leaf area and chlorophyll fluorescence of 18 barley genotypes in order to establish the genetic variability for these traits and its relationships with the yield.

Plants were exposed to hydric stress induced with 15% PEG solutions. Drought-stressed plants had lower height, length of root respectively leaf area than well-watered plants. Drought stress treatments reduced photosynthesis by increase of chlorophyll fluorescence emission.

Our results showed the existence of significant genetic variability for physiological traits studied and excepting of the height of plants were also responsive and correlated with the yield obtained under Fundulea conditions during 2014-2019. Thus, we can recommend length of main root, leaf area and index of performances as the physiological parameters for the rapid evaluation of the growth and photosynthetic performance for barley and as indicators for early assessment of the drought resistance level.

Cuvinte cheie: orz, toleranță la secetă, plănute, înălțimea plantelor, lungimea rădăcinii, suprafața foliară, fluorescența clorofilei, producție, corelații.

Keywords: barley, drought tolerance, seedling, height of plants, length of root, leaf area, chlorophyll fluorescence, yield, correlations.

INTRODUCERE

Orzul este una dintre cele mai importante culturi de cereale furajere în multe țări, inclusiv în România. În multe zone aride, iar în ultimii ani (datorită schimbărilor climatice) și în România, stresul hidric este o problemă serioasă pentru producția de orz,

¹ I.N.C.D.A. Fundulea. E-mail: petcuc@ricic.ro

² I.C.D.P.P. București

deoarece afectează simultan multe însușiri morfo-fiziologice și metabolice, ducând în final la scăderea producțiilor (R o n g și colab., 2006).

Studiile efectuate de G u p t a și colab., (2001) și M u z a m m i l (2003) au evidențiat o reducere a înălțimii plantelor de orz expuse stresului hidric în faza de burduf, iar genotipurile tolerante au avut o talie mai mare comparativ cu cele sensibile.

S t r e d a și colab. (2012) au evidențiat faptul că o creștere de 9% a dimensiunii sistemului radicular la orz a determinat o creștere de producție de 350 kg/ha.

Fotosinteza este un proces esențial pentru susținerea creșterii și dezvoltării culturilor și este bine cunoscut că este sensibil la stresul hidric și termic. Estimarea influenței stresului abiotic asupra creșterii și producției plantelor se poate face și prin măsurarea unor caractere fiziologice, precum fluorescența clorofilei, datorită corelării cu rata schimbului de carbon (S a n c h e z - B r a g a d o și colab., 2020) sau cu gradul de rezistență la factorul abiotic studiat (P e t c u și colab., 2018).

În această lucrare am evaluat efectul stresului hidric asupra unor caractere fiziologice și relațiile cu producția, ceea ce va contribui la identificarea variabilității genetice și stabilirea însușirilor care influențează pozitiv performanțele orzului în condiții de stres hidric.

MATERIAL ȘI METODE

Au fost luate în studiu zece genotipuri de orz și opt de orzoaică de toamnă. Semințele au fost sterilizate cu soluție de 1% hipoclorit de sodiu, timp de 10 minute, spălate intens cu apă distilată și puse la germinat pe rulouri hârtie de filtru, în pahare Berzelius, în apă de robinet. Acestea au fost ținute în camera de creștere timp de cinci zile, la temperatura de 24°C și 16 ore iluminare. După cinci zile, jumătate din rulouri au fost menținute în continuare în apă de robinet (martor), iar restul au fost transferate în soluție de 15% polietilen glicool (PEG 10000) (tratament). Ambele variante au fost menținute în camera de creștere la aceiași parametri, timp de două săptămâni.

S-au efectuat măsurători biometrice (lungime tulpină și rădăcină) și fluorescența clorofilei, însușire ce măsoară eficiența luminii la nivelul fotosistemului II.

Pentru determinarea fluorescenței clorofilei s-a folosit aparatul Handy pea, produs de Hansatech și sunt prezentate măsurători ale indicelui de performanță.

Indicele de performanță, PI, este un indicator pentru trei componente principale ale fluorescenței clorofilei și anume: activitatea fotosintetică, densitatea centrilor de reacție fotosintetică, probabilitatea ca un foton absorbit să fie folosit pentru transferul de electroni.

Pentru stabilirea relațiilor dintre parametri fiziologici analizați și producție s-au folosit rezultatele de producție obținute la I.N.C.D.A. Fundulea în condiții de neirigat și fertilizat cu 100 kg N s.a./ha, în perioada 2014-2019. În această perioadă, trei ani au fost cu precipitații sub media multianuală în perioada umplerii boabelor (2015, 2018 și 2019), doi ani cu precipitații peste media multianuală (2014 și 2016) și un an normal (2017) din punct de vedere al precipitațiilor pentru zona Fundulea.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analiza varianței a evidențiat efectul foarte semnificativ al secetei asupra taliei genotipurilor de orz studiate și semnificativ al interacțiunii tratament x genotip (tabelul 1).

Tabelul 1

Analiza varianței pentru talia genotipurilor de orz studiate
 (Analysis of variance for the height of barley genotypes studied)

Sursa variației	GL	Media pătratelor	Factor F și semnificația
Factorul A (Tratamente)	1	298936,3	163,56***
Eroare	2	1827,5	-
Factorul B (Genotip)	17	7258,5	1,9
Interacțiuni (AxB)	17	9582,9	2,51*
Eroare B	68	38,05	-

Înălțimea plantelor crescute în condiții optime de umiditate a fost în medie de 238 mm, cu cele mai mari valori înregistrate de genotipurile Smarald și Gabriela. În condiții de stres hidric, s-au înregistrat valori medii de 133 mm, cel mai afectat a fost genotipul Smarald, iar genotipul DH 267-66 s-a caracterizat prin talie redusă în ambele condiții. Dintre genotipurile studiate, Lucian, Simbol, Andreea și DH 375-4 au avut înălțimea cea mai mare în condiții de stres hidric (figura 1).

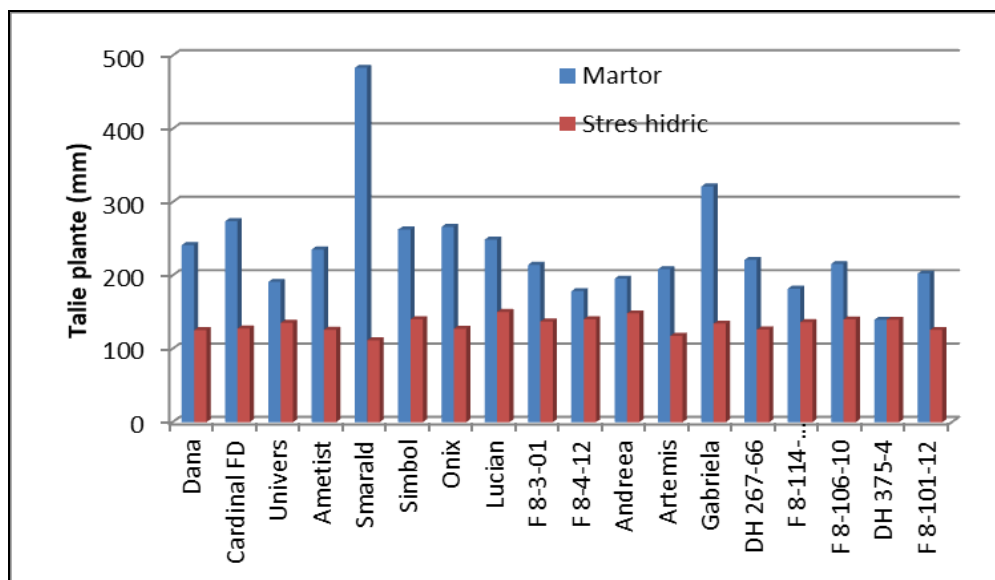


Figura 1 – Efectul stresului hidric asupra înălțimii genotipurilor de orz studiate
 (The effect of water stress on the height of the studied barley genotypes)

Reducerea înălțimii plantelor poate fi datorată scurtării internodiilor sau reducerii suprafeței foliare (J a f a r z a d e h și colab., 2004). Rezultatele prezentate fiind efectuate la plantulă pot explica de ce, între producție și înălțime, nu există o corelație asigurată statistic (tabelul 4), deși multe studii au demonstrat existența unor asemenea corelații (K u c z y ŋ s k a , 2013).

Pentru lungimea rădăcinii principale și suprafața foliară, analiza varianței a evidențiat că varianța cea mai mare este datorată factorului A (tratamente), iar pentru indicele de performanță, varianța cea mai mare este datorată genotipului (tabelul 2).

Tabelul 2

Analiza varianței pentru lungime rădăcinii, suprafeței foliare și indicelui de performanță
(Analysis of variance for the length of root, leaf area and index of performances)

Sursa variației	GL	Lungime rădăcină		Suprafața foliară		Indice de performanță	
		Media pătratelor	Factor F	Media pătratelor	Factor F	Media pătratelor	Factor F
Factorul A	1	100467	385,8***	762351	1889,5***	1,289	141,92***
Eroare	2	260,3	-	4034,6	-	0,009	-
Factorul B	17	7535,9	20,97***	127166,4	31,19***	0,505	155,35***
Interacțiuni (AxB)	17	1545,2	4,3**	66146	16,22***	0,114	35,11***
Eroare B	68	359,2	-	4076	-	0,003	

Sistemul radicular a fost, în medie, mai puțin afectat de stresul hidric indus (32%) comparativ cu partea aeriană (71%) (tabelul 3). Acest fapt poate fi explicat prin creșterea potențialului osmotic al soluției solului (fenomen constatat în cazul secetei), care poate stimula creșterea rădăcinii spre noi rezerve de apă. Dealtfel, sunt o serie de studii care au relatat o creștere a sistemului radicular în condiții de stres hidric în sol (S e f a t g o l și G a n j a l i , 2017).

Tabelul 3

Efectul stresului hidric asupra lungimii rădăcinii principale și suprafeței foliare
(The effect of hydric stress on the length of the main root and leaf area)

Nr. crt.	Genotip	Lungime rădăcină		Suprafață foliară	
		Martor	Stres hidric	Martor	Stres hidric
1	Dana	206	152	883	133
2	Cardinal FD	230	164	1200	170
3	Univers	140	125	588	112
4	Ametist	234	172	883	178
5	Smarald	157	155	972	155
6	Simbol	161	137	671	331
7	Onix	183	97	967	277

Nr. crt.	Genotip	Lungime rădăcină		Suprafață foliară	
		Martor	Stres hidric	Martor	Stres hidric
8	Lucian	241	174	990	599
9	F 8-4-12	95	57	725	217
10	F 8-3-01	136	90	590	363
11	Andreea	243	152	997	354
12	Artemis	200	119	483	184
13	Gabriela	220	133	621	232
14	F 8-20-18	212	113	661	167
15	F 8-22-18	221	139	493	103
16	F 8-5-18	160	153	697	149
17	F 8-6-18	148	65	382	85
18	F 8-24-18	216	112	678	108
<i>Medie</i>		<i>189</i>	<i>128</i>	<i>749</i>	<i>218</i>
Reducere (%)		-	32	-	71

Dintre genotipurile care au prezentat un sistem radicular profund în ambele condiții sunt: Cardinal FD, Ametist, Lucian, Andreea și Gabriela.

Stresul hidric inhibă creșterea suprafeței foliare prin perturbarea fotosintezei și proceselor metabolice datorită închiderii stomatelor, respectiv, deshidratării țesuturilor. Creșterea suprafeței foliare este direct legată de productivitatea plantelor de cultură. Acest lucru este valabil pentru orz, inclusiv în fazele timpurii de dezvoltare. Stresul hidric a redus semnificativ suprafața foliară la toate cele 18 genotipuri studiate. Genotipurile Lucian, Simbol, F 8-3-01 și Andreea s-au caracterizat prin suprafață foliară mai mare în condiții de stres comparativ cu celelalte genotipuri studiate (tabelul 3).

Între lungimea rădăcinii principale, suprafața foliară și producția genotipurilor de orz studiate s-au pus în evidență corelații pozitive asigurate statistic ($r = 0,46^*$, $0,51^{**}$, $0,59^{**}$, $0,48^*$) (tabelul 4).

Cercetările au relevat schimbări la parametrii fluorescenței clorofiliene, în general s-a evidențiat o creștere a emisiei de fluorescență în condiții de stres hidric, ceea ce sugerează o afectare a fotosintezei. Dar, au fost și genotipuri (Ametist și Cardinal FD) la care stresul hidric nu a avut un efect dăunător asupra funcționării normale a aparatului fotosintetic (ceea ce sugerează rezistența la stresul hidric) (figura 2).

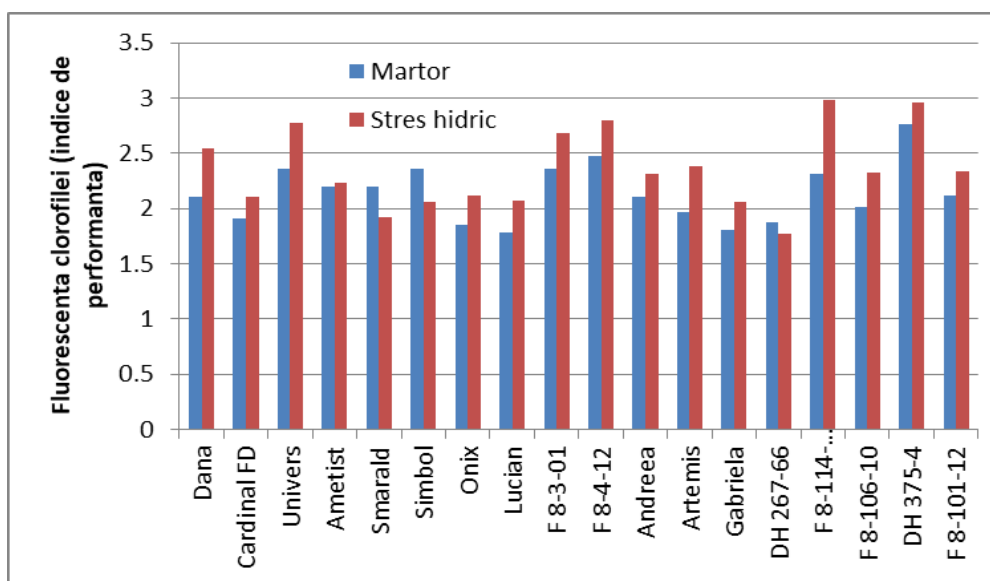


Figura 2 – Efectul stresului hidric asupra fluorescenței clorofilei la genotipurile de orz studiate
(The effect of water stress on chlorophyll fluorescence in barley genotypes studied)

Acest lucru poate fi benefic pentru plante, deoarece dacă eficiența energetică a reacțiilor fotochimice nu este redusă, producția de energie din fotosinteză poate să compenseze pentru alte daune funcționale cauzate de stresul hidric. Aceasta poate explica de ce indicele de performanță (atât cel de la martor, cât și cel de la stres hidric) s-a corelat cu producția medie realizată de genotipurile de orz studiate ($r = 0,55^{**}$, $r = 0,56^{**}$) (tabelul 4). În condiții optime, indicele de performanță s-a corelat negativ cu lungimea rădăcinii principale și suprafața foliară ($r = -0,61^{***}$, $r = -0,51^{**}$) (tabelul 4), iar pentru condiții de stres hidric numai cu lungimea rădăcinii ($r = -0,46^*$) (tabelul 4), ceea ce sugerează că acest caracter poate fi utilizat în programele de ameliorare a orzului.

Tabelul 4

Relațiile dintre producție și caracterele fiziologice studiate în condiții optime și de stres hidric
(Relationships between the yield and physiological traits studied under optimal and hydric stress conditions)

Parametrul fiziologic	Varianta	Producție (2014-2019)	Indice de performanță
Talie plante martor	Martor	0,20	-0,35
	Stres hidric	-0,19	0,29
Lungimea rădăcinii principale	Martor	0,46*	-0,61***
	Stres hidric	0,51**	-0,46*
Suprafața foliară	Martor	0,59**	-0,51**
	Stres hidric	0,48**	-0,31
Indice de performanță	Martor	0,55**	-
	Stres hidric	0,56**	-

Rezultatele similare au fost obținute la orz de Kalaji și Loboda (2007), Kalaji și colab (2016) și Óth și colab. (2007).

CONCLUZII

Stresul hidric a influențat negativ, atât creșterea (respectiv, talia plantelor, lungimea rădăcinii principale și suprafața foliară), cât și fotosinteza plantelor (respectiv, fluorescența clorofilei exprimată prin indicii de performanță), existând variabilitate genetică pentru toate caracterele fiziologice studiate.

Genotipurile Lucian și Andreea s-au remarcat pentru sistem radicular, suprafață foliară în condiții de stres, genotipul Cardinal FD pentru suprafață foliară mare în condiții optime, iar pentru o bună stabilitate a sistemului fotosintetic s-a remarcat genotipul Ametist.

Lungimea rădăcinii principale, suprafața foliară și indicii de performanță s-au corelat cu producțiile medii obținute la Fundulea în perioada 2014-2019, ceea ce sugerează importanța acestora în determinarea nivelului de producție și posibilitatea folosirii lor pentru un screening rapid în vederea alegerii genotipurilor tolerante la stres hidric.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- GUPTA, N.K., GUPTA, S., KUMAR, A., 2001 – *Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield in wheat cultivars at different growth stages*. J. Agron., 86: 1437-1439.
- JAFARZADEH, K.M., POOSTINI, K., 2004 – *Effects of water stress in different growth stages on some morphological characteristics and yield components of sunflower*. Iranian Journal of Agriculture Science, Vol. 29, no. 2: 353-361.
- KALAJI, H.M., LOBODA, T., 2007 – *Photosystem II of barley seedlings under cadmium and lead stress*. Plant Soil Environ, 53(12): 511.
- KALAJI, H.M., JAJOO, A., OUKARROUM, A., 2016 – *Chlorophyll a fluorescence as a tool to monitor physiological status of plants under abiotic stress conditions*. Acta Physiol. Plant, 38(4): 1-11.
- KUCZYŃSKA, A., 2013 – *Effects of the semi-dwarfing sdw1/denso gene in barley*. Journal of Applied Genetics, 54: 381-390.
- MUZAMMIL, S., 2003 – *Response of durum and bread wheat genotypes to drought stress biomass and yield component*. Asian J. Plant Sci., 2: 290-293.
- PETCU, E., VASILESCU, L., PETCU, E., 2018 – *Efectul temperaturilor scăzute asupra fluorescenței clorofilei și relația cu rezistența la ger a orzului de toamnă*. Anale INCDA Fundulea, Vol. LXXXVI: 293-299.
- RONG, I., GUO, P., BAUMZ, M., STEFANIA, G., CECCARELL, S., 2006 – *Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley*. Agriculture Science in China, Vol. 5, Issue 10: 751-757.
- SANCHEZ-BRAGADO, R., VINCENTE, R., MOLERO, G., SERRET, M.D., MAYDUP, M.L., ARAUS, J.L., 2020 – *New avenues for increasing yield and stability in C3 cereals: exploring ear photosynthesis*. Current Opinion in Plant Biology, 10.1016/j.pbi.2020.01.001.
- SEFATGOL, F., GANJALI, H., 2017 – *Evaluation of drought stress tolerance in advanced barley cultivars in Sistan region*. Biosci. Biotech. Res. Comm., 10(2): 276-286.
- STŘEDA, T., DOSTÁL, V., HORÁKOVÁ, V., CHLOUPEK, O., 2012 – *Effective use of water by wheat varieties with different root system sizes in rain-fed experiments in Central Europe*. Agric. Water Manag., 104: 203-209. DOI:10.1016/j.agwat.2011.12.018

TÓTH, S., SCHANSKER, G., GARAB, G., STRASSER, R.J., 2007 – *Photosynthetic electron transport activity in heat-treated barley leaves: the role of internal alternative electron donors to photosystem II*. *Biochim Biophys Acta*, 1767: 295-305.

Prezentată Comitetului de redacție 8 septembrie 2017