

UTICAJ NEDOSTATKA VODE NA PORAST STABLA KOD PŠENICE

HRISTOV N., MLADENOV N.,
KONDIĆ-ŠPIKA ANKICA I JOCKOVIĆ B.¹

IZVOD: Suša predstavlja jedan od limitirajućih faktora proizvodnje pšenice širom sveta. Tolerantnost na vodni stres, osnovni je preduslov visokih i stabilnih prinosa u aridnim i semiaridnim područjima. U radu je analiziran efekat nedostataka vode na morfološke karakteristike primarnog stabla pšenice i prinos zrna po klasu. Kao materijal za analizu poslužile su dve jare sorte (Venera, Borlaug 95) i jedna fakultativna sorta pšenice (Nevesinjka). Biljke su u dvogodišnjem periodu (2008-2009) gajene u saksijama u kontrolisanim uslovima vodnog režima. Efekat suše testiran je u 5 različitih tretmana (I – 7 dana pre klasanja, II – u vreme klasanja, III – 7 dana posle klasanja, IV – 14 dana posle klasanja i V – 21 dan posle klasanja). U kontrolnoj varijanti (VI) optimalna vlažnost održavana je tokom čitave vegetacije. Najmanja visina primarnog stabla ostvarena je kada su biljke izložene suši u I tretmanu. Najveća visina kod sorte Borlaug 95 (52.3 cm) ostvarena je u II, kod sorte Nevesinjka (45.8 cm) u III, a kod sorte Venera (47.7 cm) u V tretmanu. Na sličan način ispoljeno je i formiranje vršne internodije, pri čemu je kod sorte Borlaug 95, maksimalna dužina poslednje internodije, neznatno varirala od III do VI tretmana. Uočeno je da, u zavisnosti od tretmana, dolazi do promene odnosa dužine pojedinih internodija. Sorta Venera, pokazala se znatno tolerantnijom na vodni stres, ostvarivši veću prosečnu vrednost mase zrna po klasu pri skoro svim tretmanima.

Ključne reči: pšenica, sorta, vodni stres, primarno stablo, prinos zrna

UVOD: U modernoj biljnoj proizvodnji, postizanje zadovoljavajućeg prinosa i kvaliteta predstavlja najveći izazov u stresnim uslovima sredine, pri čemu je suša jedan od limitirajućih faktora proizvodnje širom sveta (Jones and Corlett, 1992). Biljna reakcija na vodni stres uključuje morfološke i hemijske promene, a u

dužem periodu i funkcionalna oštećenja ili gubitak pojedinih delova biljaka (Chaves et al., 2002). Učestali nedostatak vode tokom vegetativne faze utiče na smanjenje lisne površine, što indirektno utiče na bokorenje i veličinu klasa kod pšenice (Sandha and Horton, 1977). Kod vodnog stresa fotosinteza u svim

Originalni naučni rad (Original scientific paper)

¹ Dr NIKOLA HRISTOV, viši naučni saradnik, dr NOVICA MLADENOV, naučni savetnik, dr ANKICA KONDIĆ-ŠPIKA, viši naučni saradnik, dipl. master BOJAN JOCKOVIĆ, istraživač pripravnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

zelenim delovima biljaka se smanjuje, uzrokujući smanjenu akumulacije suve materije (Nagarajan et al., 1999). Stres posle cvetanja obično rezultuje u smanjenju veličine zrna (Jamieson et al., 1995), kako zbog direktnog delovanja na zrno, tako i zbog ubrzanog starenja lista zastavičara (Hafsi et al., 2000). Narušavanje visine biljaka, dužine klasa, broja zrna i ukupne mase zrna u sušnim uslovima, najizraženije su posledice nedostatka vode u kritičnim fazama razvoja pšenice (Majer et al., 2008).

Neznatno unapređenje genetskog potencijala za prinos tokom poslednje decenije, ukazuje na veliku kompleksnost ovog problema u proizvodnji pšenice. S obzirom na ograničenost povećanja zasejanih površina, kao i poteškoća pri realizaciji agrotehničkih inovacija, genetsko unapređenje imaće značajniju ulogu u porastu prinosa pšenice, nego što je to bilo u prošlosti. U ovakvom scenariju, korišćenje fiziološke baze za identifikovanje alternativnog načina uzgoja, biće od ključnog značaja za prevazilaženje očigledne prepreke u povećanju prinosa pšenice (Slafer et al., 2001).

Iako za unapređenje prinosa, oplemenjivanjem i agrotehničkim merama, još nisu iskorišćene sve mogućnosti, neophodno je razmotriti i druge pristupe rešavanju ovog problema. Prema Reynolds et al. (1996), korišćenje fiziološke baze za utvrđivanje mogućnosti za dalji napredak u oplemenjivanju (kako klasičnom, tako i molekularnom tehnikom), može značajno pomoći prevazilaženju postojećih barijera. Postoje različiti pristupi identifikacije najuticajnijih fiziološki pokazatelja za određivanje potencijala rodosti, pri čemu ciljano svojstvo, direktno ili

indirektno, treba koristiti u procesu selekcije. Utvrđeno je da je prinos više uslovljen brojem zrna po jedinici površine nego individualnom težinom zrna (Slafer and Anrade, 1991), i da je broj zrna u velikoj meri determinisan porastom klasa u fazi izduživanja stabla (Mirales et al., 1998). Fotoperiodska reakcija u znatnoj meri utiče na intenzitet izduživanja stabla (Slafer and Rawson, 1995), pri čemu se rokom setve može menjati dužina ovog perioda (Hay, 1986). Duži period izduživanja stabla povezan sa kraćim fotoperiodom, uslovljava formiranje krajnjeg broja listova, veću fertilitnost klasića i veći broj zrna po klasu (Slafer et al., 2001).

Cilj rada je bio da se utvrde promene u dužini internodija i visini primarnog stabla, kao i tolerantnost ispitivanih sorti na nedostatak vode u kritičnim fazama izduživanja stabla i formiranja i nalivanja zrna.

Materijal i metode

U radu je analiziran efekat suše na morfološke karakteristike primarnog stabla pšenice: visina primarnog stabla (VPS), dužina prve internodije (PI), dužina druge internodije (DI), dužina treće internodije (TI), dužina vršne internodije (VRI), broj internodija (BI), kao i masa zrna po klasu (MZK). Kao materijal za analizu poslužile su dve jare sorte (*Venera*, *Borlaug 95*) i jedna fakultativna sorta pšenice (*Nevesinjka*). Biljke su u dvogodišnjem periodu (2008-2009) gajene u saksijama u kontrolisanim uslovima vodnog režima. Ogljed je izveden u tri ponavljanja po slučajnom blok sistemu, pri čemu je u svakom ponavljanju analizirano po pet pojedinačnih biljaka. Efekat suše

testiran je u 5 različitih tretmana (I – 7 dana pre klasanja, II – u vreme klasanja, III – 7 dana posle klasanja, IV – 14 dana posle klasanja i V – 21 dan posle klasanja). U kontrolnoj varijanti (VI) optimalna vlažnost održavana je tokom čitave vegetacije.

Obrada i statistička analiza podataka urađeni su u programu Statistika.

Rezultati i diskusija

U trofaktorijalnoj analizi varijanse efekat godine, spoljne sredine i interakcije bio je visoko značajan za većinu ispitivanih svojstava (Tab. 1). Kod broja internodija, mase zrna po klasu i dužine druge internodije, značajnost efekta godine, odnosno

tretmana, uočena je samo na nivou $P < 0.05$. Nasuprot ovim svojstvima, dužina prve internodije javlja se kao izuzetak, pošto efekat sorte, nije ispoljio značajnost. Efekat dvostruke interakcije bio je visoko značajan kod većine ispitivanih svojstava. Kod dužine prve i treće internodije, efekti interakcije SxT, odnosno GxT, ispoljili su značajnost samo na nivou $P < 0.05$, dok efekat interakcije GxS (kod dužine prve i druge internodije) nije ispoljio značajnost. Slično efektu dvostruke interakcije, kod dužine prve, druge i treće internodije, trostruka interakcija GxSxT nije bila značajna za pomenuta svojstva, dok je kod ostalih svojstava bila značajna i visoko značajna.

Tabela 1. Sredine kvadrata iz trofaktorijalne analize varijanse za sva analizirana svojstva

Table 1. Means square from three factors ANOVA for all analyzed traits

Efekat <i>Effect</i>	Df	VPS	PI	DI	TI	VRI	BI	MZK
Godina (G) <i>Year</i>	1	5881.6**	363.0**	88.2**	18.9**	1596.6**	0.2*	150.1*
Sorta (S) <i>Cultivar</i>	2	290.0**	0.5	9.2**	20.2**	25.0**	0.7**	5630.3**
Tretman (T) <i>Treatment</i>	5	590.9**	4.15**	1.3*	22.6**	280.3**	0.4**	27024.4**
G x S	2	167.5**	0.87	0.3	13.6**	17.9**	0.2**	847.0**
G x T	5	140.5**	2.6**	3.0**	3.7*	85.2**	0.2**	2486.3**
S x T	10	23.2**	1.3*	1.8**	5.6**	7.3**	0.3**	776.4**
G x S x T	10	22.1**	0.5	0.9	3.0	9.3**	0.1**	232.8*
Greška <i>Error</i>	72	5.3	0.6	0.5	1.6	2.2	0.0	107.9

VPS – visina primarnog stabla, PI – dužina prve internodije, DI – dužina druge internodije, TI – dužina treće internodije, VRI – dužina vršne internodije, BI – broj internodija, MZK – masa zrna po klasu

*, ** Značajno na nivou $P < 0.05$, $P < 0.01$, po redosledu

Odsustvo značajnosti efekta sorte kod dužine prve internodije, kao i kod svojstava gde je sorta učestvovala u interakciji (GxS, GxSxT), ukazuje na sličnu reakciju, odnosno na mali broj

analiziranih sorti za ta svojstva. Različiti autori (Tripathi et al., 2003; Ehdai et al., 2006) navode značajne razlike između sorti u pogledu morfoloških karakteristika stabla, što je

pre svega posledica veće divergentnosti analiziranog materijala, odnosno većeg broja sorti. Razlike između godina uslovljene su pre svega temperaturom, s obzirom da je količina vode bila kontrolisana podjednako u obe godine. Yusov and Evdokimov (2009) navode da je količina raspoložive vode od presudnog značaja kod reakcije biljaka na vodni stres, ali i da temperatura vazduha može imati veliki uticaj. Razlike između tretmana su očekivane, s obzirom da su to najkritičnije faze u potrebama za vodom kod formiranja konačne visine stabla i prinosa zrna.

Najmanja visina primarnog stabla ostvarena je kada su biljke izložene suši u I tretmanu. Najveća visina kod sorte *Borlaug 95* (52.3 cm) ostvarena je u II, kod sorte *Nevesinjka* (45.8 cm) u III, a kod sorte *Venera* (47.7 cm) u V tretmanu. Na sličan način ispoljeno je i formiranje vršne internodije, pri

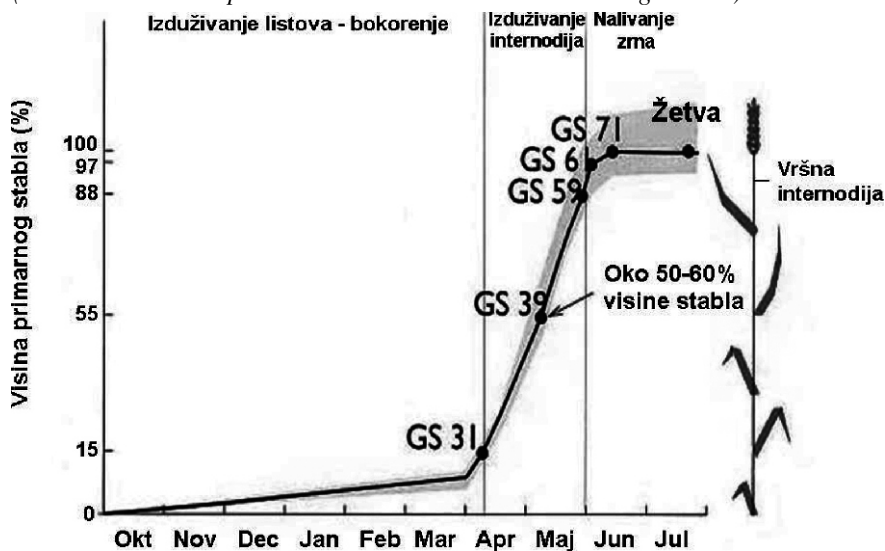
čemu je kod sorte *Borlaug 95*, maksimalna dužina poslednje internodije, neznatno varirala od III do VI tretmana (Tab. 2). Visina primarnog stabla zavisi od intenziteta izduživanja ukupnog broja internodija od kojih je sačinjeno stablo (*Wheat Growth Guide* – www.hgca.com). Svaka internodija počinje sa izduživanjem kada prethodna dostigne polovinu ukupne dužine. Kod ozime pšenice, visina biljke pre izduživanja stabla povezana je sa dužinom liske i dostiže svega 15% ukupne visine u razvojnoj fazi 31 (*Zadoks Growing Stage GS31*). Pojavljivanjem lista zastavičara stablo dostiže između 50-60% svoje ukupne visine. Stablo se dalje izdužuje do 90% visine u fazi punog klasanja (*GS59*), rast se postepeno završava (oko 97%) u fazi cvetanja (*GS61*), dok punu visinu dostiže u fazi *GS71*, koja označava početak sazrevanja (Sl. 1).

Slika 1. Izduživanje primarnog stabla kod pšenice

(Preuzeto i prilagođeno: *Wheat Growth Guide* – www.hgca.com)

Picture 1. Primary stem elongation in wheat

(Retrieved and adapted: *Wheat Growth Guide* – www.hgca.com)



Ukupna visina biljke uslovljena je pre svega sortom, zatim vremenom setve, uslovima gajenja i eventualnom upotrebom regulatora rasta. U uslovima vodnog stresa, visina primarnog stabla i bočnih izdanaka smanjuje se proporcionalno nedostatku vode. Zaostajanje u porastu može se objasniti činjenicom da manji ćelijski pritisak (turgor), izazvan nedostatkom

vode, uslovljava i manji porast izduživanjem (Tyree and Jarvis, 1982). Treba imati u vidu da visina stabla ne odražava rezerve u stablu ili tolerantnost prema suši. Naime, viša stabljika ima proporcionalno veću količinu strukturnih materija koje se ne mogu remobilisati i koristiti za druge potrebe biljaka, kao što je tolerantnost na sušu.

Tabela 2. Prosečne vrednosti analiziranih svojstava po tretmanima u toku 2008-2009. godine

Table 2. Mean values of analyzed traits by treatments during 2008-2009

Svojstvo Trait	Sorta Cultivar	Tretmani - Treatments					
		I	II	III	IV	V	VI
VPS	Venera	35.7	45.2	44.4	47.5	47.7	47.4
	Borlaug 95	34.5	52.3	50.7	51.6	47.2	49.2
	Nevesinjka	29.1	44.4	45.8	44.1	42.8	45.3
PI	Venera	4.6	2.8	2.8	3.7	2.8	4.0
	Borlaug 95	3.6	2.8	3.6	4.0	3.4	4.3
	Nevesinjka	3.2	3.3	3.3	4.1	2.8	3.7
DI	Venera	7.9	7.3	6.7	7.9	7.7	8.4
	Borlaug 95	7.0	6.2	7.2	6.9	7.9	7.1
	Nevesinjka	6.2	7.1	6.5	6.9	6.2	6.9
TI	Venera	9.1	10.1	11.1	11.8	11.5	12.1
	Borlaug 95	8.5	7.9	10.0	9.9	8.1	12.3
	Nevesinjka	7.6	11.0	10.4	11.1	10.5	10.7
VRI	Venera	14.1	23.0	21.7	23.4	23.9	22.8
	Borlaug 95	15.5	22.6	25.0	24.8	24.5	25.0
	Nevesinjka	12.1	22.9	25.0	22.0	23.3	22.9
BI	Venera	4.0	4.0	4.2	4.1	4.2	4.0
	Borlaug 95	4.0	4.9	4.4	4.4	4.1	4.1
	Nevesinjka	4.0	4.2	4.2	4.0	4.0	4.1
MZK	Venera	0.50	0.73	0.83	1.19	1.35	1.40
	Borlaug 95	0.35	0.49	0.72	0.72	1.09	1.18
	Nevesinjka	0.19	0.59	0.88	1.15	1.30	1.51

VPS – visina primarnog stabla, PI – dužina prve internodije, DI – dužina druge internodije, TI – dužina treće internodije, VRI – dužina vršne internodije, BI – broj internodija, MZK – masa zrna po klasu

Postizanje maksimalnih dužina prve tri internodije variralo je od IV tretmana do kontrolne varijante (VI)

u zavisnosti od sorte (Tab. 2). Prema Van Andel and Jager (1981), sušni stres može uticati na intenzitet pora-

sta i fenološke faze na različite načine, u zavisnosti od momenta delovanja, dužine trajanja i intenziteta. Uočeno je da, u zavisnosti od tretmana, dolazi do promene odnosa dužine pojedinih internodija. Tako je poređenjem dužina prve tri internodije utvrđeno, da je druga internodija u II tretmanu ostvarila veći procentualni udeo (podaci nisu prikazani) u ostvarenoj dužini, slično kao i treća internodija u III tretmanu. Malo iznenađuje veći udeo prve internodije u IV tretmanu, s obzirom na povoljnu obezbeđenost vlagom za porast druge i treće internodije 14 dana posle klasanja. Odnos između dužina internodija od velikog je značaja za unapređenje tolerantnosti na poleganje kod pšenice. Kada dođe do poleganja, stablo se najčešće savija u predelu prve dve internodije iznad površine zamljišta, čija je dužina u periodu klasanja potpuno formirana. Tripathi et al. (2003) navodi da dužina i prečnik prve dve internodije objašnjava oko 90% varijacije kod tolerantnosti na poleganje. Kheiralla et al. (1993), ističe primarni značaj udela druge internodije u ukupnoj dužini stabla, s obzirom da je prva internodija najčešće izuzetno kratka. Međutim, ukoliko su biljke pšenice zasejane duboko, izdužuju prvu internodiju kako bi iznele apikalni meristem na površinu zemljišta. Adaptacija na duboku setvu važna je kod žitarica koje se gaje u semiaridnim predelima, gde je sadržaj zemljišne vlage izuzetno mali, a postizanje povoljnog rasporeda semena pri plitkoj setvi, izuzetno teško (Nishizawa et al., 2002). Treba imati u vidu da pored sadržaja vlage, temperaturni režim i sorte karakteristike značajno utiču na dužinu i elastičnost

internodija (Yusov and Evdokimov, 2009).

Broj internodija varirao je od 4 do 5, pri čemu je kod sorte *Borlaug 95* ostvaren najveći prosek (4.9) u II tretmanu (Tab. 2). Uobičajeno je da se kod pšenice formira 4 nodusa koji daju 5 internodija. Kod ranije zasejanih useva može se javiti i dodatna internodija koja utiče na veću visinu biljaka.

Analizom mase zrna po klasu, utvrđeno je da je sorta *Borlaug 95* ostvarila najmanji prosečni rezultat za svaki primenjeni tretman (Tab. 2). Bilo je očekivano da će prosečne vrednosti biti manje ukoliko vodni stres nastupi ranije, ali je posebno interesantno kako su se menjale vrednosti kod sorti *Venera* i *Nevesinjka* u zavisnosti od primenjenog tretmana. Naime, kod I i II tretmana prosečne vrednosti su znatno veće kod sorte *Venera*, u III neznatno veće kod sorte *Nevesinjka*, u IV i V neznatno veće kod *Venera*, dok je u VI tretmanu pri optimalnoj obezbeđenosti vlagom, najveću prosečnu vrednost ostvarila sorta *Nevesinjka* (Tab. 2). U odnosu na ostale ispitivane sorte, veće prosečne vrednosti kod sorte *Venera*, ukazuju na bolju tolerantnost na vodni stres u različitim fazama razvoja.

Sangtarash (2010) navodi da se najmanji prinos zrna ostvaruje pri sušnom stresu u vreme cvetanja. Najosetljivija faza u pogledu formiranja ukupnog broja klasića je početak izduživanja stabla. Suša u periodu cvetanja ima najveći negativni efekat na broj zrna po klasiću. Na veličinu zrna najviše je uticala suša neposredno posle cvetanja. Sušni stres u početnim fazama izduživanja stabla može sprečiti pojavu klasa kod pojedinih izdanaka, dok su neki

izdanci potpuno prestali da se razvijaju. Morfološke karakteristike kao što su dužina lista zastavičara, dužina vršne internodije, mogu biti značajno uslovljeni sušnim stresom, ali te promene imaju vrlo mali doprinos u objašnjenju redukcije prinosa zrna. Prema Deoniso et al. (2001), sorta koja je bolje prilagođena vodnom stresu, pozitivno reaguje i na navodnjavanje, ali je procentualno povećanje prinosa i znatno bolja otpornost na poleganje, izraženije kod sorte namenjene gajenju u uslovima navodnjavanja.

Razvoj sorti tolerantnih na sušu, sveobuhvatni je način unapređenja

visine i stabilnosti prinosa pri vodnom deficitu, pri čemu bi fiziološki pristup imao značajnu ulogu u realizaciji novih sorti. U narednom periodu, s obzirom na očekivanu globalnu promenu klime, u oplemenjivačkim programima intenzivnije se mora raditi na stvaranju sorti koje će efikasnije koristiti rapoložive količine vode. U tom pogledu, odabir i korišćenje genetskog materijala tolerantnijeg na sušu i druge nepovoljne faktore, postaće prepoznatljiva strategija u oplemenjivačkim programima strnih žita.

LITERATURA

- CHAVES, M.M., J.S. PEREIRA, J.P. MAROCO, M.L. RODRIGUES AND C.P.P. RICARDO (2002): How plants cope with water stress in the field: Photosynthesis and growth. *Ann. Bot.*, 89: 907-916.
- DEONISIO DESTRO, ÉDISON MIGLIORANZA, CARLOS ALBERTO, ARRABAL ARIAS, JEFFERSON MARCOS VENDRAME AND JOSÉ CARLOS VIEIRA DE ALMEIDA (2001): Main Stem and Tiller Contribution to Wheat Cultivars Yield Under Different Irrigation Regimes. *Brazilian archives of biology and technology*, 44(4): 325–330.
- EHDAIE B, ALLOUSH GA, MADORE MA, WAINES JG (2006): Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. postanthesis changes in internode dry matter. *Crop Science*, 46(2): 735-746.
- HAFSI, M., W. MECHENNNECHE, L. BOUAMAMA, A. DJEKOUNE, M. ZAHARIEVA AND P. MONNEVEUX (2000): Flag leaf senescence and evaluated by numerical image analysis and its relationship with yield under drought in durum wheat. *J. Agron. Crop Sci.*, 185: 275-280.
- HAY, R.K.M. (1986): Sowing date and the relationships between plant and apex development in winter cereals. *Field Crops Res* 14: 321–337.
- JAMIESEON, P.D., R.J. MARTINS AND G.S. FRANCIS (1995): Drought influence on grain-yield of barley, wheat and maize. *N.Z.J. Crop Hort Sci.*, 23: 55-66.
- JONES, H.G. AND J.E. CORLETT (1992): Current topics in drought physiology. *J. Agric. Sci.*, 119: 291-296.
- KHEIRALLA, K.A., MEHDI, E.E., DAWOOD, R.A. (1993): Evaluation of some wheat cultivars for traits related to lodging resistance under different levels of nitrogen. *Assiut. J. Agric. Sci.* 24, 257–271.
- MAJER, P., L. SASS, T. LELLY, L. CSEUZ, I. VASS, D. DUDITS, J. PAUK (2008): Testing drought tolerance of wheat by complex stress diagnostic system installed in greenhouse. *Acta Biol. Szegediensis*, 52: 97-100.

- MIRALLES, D.J., S.D. KATZ, A. COLLOCA, G.A. SLAFER (1998): Floral development in near isogenic wheat lines differing in plant height. *Field Crops Res* 59: 21–30.
- NAGARAJAN, S., J.RANE, M. MAHESWARI, P.N. GAMBHIR (1999): Effect of post-anthesis water stress on accumulation of dry matter carbon and nitrogen and their partitioning in wheat varieties differing in drought tolerance. *J. Agron. Crop Sci.*, 183: 129-136.
- NISHIZAWA T., CHEN L., HIGASHITANI A., TAKAHASHI H., TAKEDA K., SUGE H. (2002): Responses of the first internodes of Hong Mang Mai wheat to ethylene, gibberellins and potassium. *Plant Production Science* 5(2): 93-100.
- REYNOLDS, M.P., S. RAJARAM, A. MCNAB (1996). Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers. CIMMYT, Mexico, DF, 238 pp.
- SANDHA, B.S., M.L. HORTON (1977): Response of oats to water deficit. II. Growth and yield characteristics. *Agron. J.*, 69: 361-364.
- SANGTARASH M.H. (2010): Responses of different wheat genotypes to drought stress applied at different growth stages. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 13(3): 114-119.
- SHOW, R.H., W.C. BURROWS (1966): Water supply, water use and water requirement. In: *Advances in crop production*, Pierie, W.H., S.A. Aldrich and W.P. Martin (Eds.). Iowa State University Press, Ames, Iowa, 122-142.
- SLAFER G.A., L.G. ABELEDO, D.J. MIRALLES, F.G. GONZALEZ, E.M. WHITECHURCH (2001): Photoperiod sensitivity during stem elongation as an avenue to raise potential yield in wheat. *Euphytica* 119: 191–197, 2001.
- SLAFER, G.A., F.H. ANDRADE (1991): Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. *Euphytica* 58: 37–49.
- SLAFER, G.A., H.M. RAWSON (1995): Development in wheat as affected by timing and length of exposure to long photoperiod. *J Exp Bot* 46: 1877-1886.
- TRIPATHI, S. C., SAYRE, K. D. J., KAUL N., NARANG R. S. (2003): Growth and morphology of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) culms and their association with lodging: effects of genotypes, N levels and ethephon. *Field Crops Research* 84(3): 271-290.
- TYREE, M. T., JARVIS, P. G. (1982): Water in tissues and cells. In: Lange, O. L.; Nobel, P. S.; Osmond, C. B. and Ziegler, H., eds. *Physiological plant ecology II; encyclopedia of plant physiology new sens*, Berlin, Springer-Verlag, 12B, 36-71.
- VAN ANDEL J, JAGER JC. (1981): Analysis of growth and nutrition of six plant species of woodland clearings. *Journal of Ecology* 69: 871-882.
- YUSOV V. S., EVDOKIMOV M. G. (2009): Formation of the Length and Diameter of the First and Second Aboveground Internodes of Hard Wheat Varieties under West Siberian Conditions. *Russian agricultural sciences* 35(5): 298-300.

WATER DEFICIENCE INFLUENCE ON STEM ELONGATION IN WHEAT

HRISTOV N., MLADENOV N.,
KONDIĆ-ŠPIKA ANKICA I JOCKOVIĆ B

SUMMARY

Drought is one of the most important factors limiting the wheat production worldwide. Tolerance to water stress is the basic postulate for high and stable yields in semiarid regions. In the present study water deficiency effect on morphological characteristics of the primary stem and grain yield per spike were analyzed. Two spring (Venera, Borlaug 95) and one facultative (Nevesinjka) wheat cultivars were used as the study material. Plants were grown during two-year period (2008-2009) in pots under controlled water regime conditions. Drought effect was tested in five different treatments (I – 7 days before heading, II – at the heading time, III – 7 days after heading, IV – 14 days after heading and V – 21 days after heading). In a control treatment (IV) optimal moisture was maintained during the vegetation. The lowest value for stem height was obtained when plants were exposed to the drought in the treatment I. The maximum stem height in cv. Borlaug 95 (52.3 cm) was determined in the treatment II, in cv. Nevesinjka (45.8) in the treatment III, while in cv. Venera (47.7 cm) in the treatment V. The formation of the top internode was similar. In the cv. Borlaug 95 the maximum length of the last internode slightly varied from the treatments III to IV. There were variations in the internodes length ratio depending on the treatment. The cv. Venera has shown higher drought tolerance expressed through the higher grain production per spike.

Key words: wheat, water stress, primary stem, grain yield