

Acta fytotechnica et zootechnica 4
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 99–102

OSMOTICKÉ PRISPÔSOBENIE VYBRANÝCH GENOTYPOV CÍCERA BARANIEHO (*CICER ARIETINUM* L.) POČAS PREHLBUJÚCEHO SA SUCHA

OSMOTIC ADJUSTMENT OF SELECTED GENOTYPES OF CHICKPEA (*CICER ARIETINUM* L.) DURING INCREASING DROUGHT CONDITIONS

Eleonóra KRIVOSUDSKÁ, Marián BRESTIČ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika

In seasons 2005–2006 vegetation pot trials experiments with three genotypes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) were performed. The origin of genotypes was of Syria: genotyp 88194 (type „kabuli“), CM-7-1/85 (type „desi“) and Punjab 91 (type „desi“). The influence of water stress was tested on some physiological parameters (stomatal closure, relative water content in leaf, osmotic potential, free proline content and osmotic adjustment). The stomatal closure was one of the most rapid reactions induced by water deficit. Observed cultivars differed in capacity for osmotic adjustment. Among tested genotypes, cultivar Punjab 91 (type desi, Syria) showed higher capacity for osmotic adjustment in these cultivars. Maintenance of water content and turgor in the leaf tissues resulted from expression of morphological and physiological mechanisms of resistance and tolerance to drought which might be useful in the screening genotypes with different level of drought tolerance.

Key words: chickpea, drought, osmotic adjustment, free proline

Rastliny sa nachádzajú len zriedka v optimálnych podmienkach pre realizáciu svojho genetického potenciálu, absolvujú teda početné stresové situácie. Klimatologické pozorovania ukazujú, že až 1/3 povrchu pevniny Zeme trpí nedostatkom zrážok (Larcher, 1988).

Medzi najstaršie pestované plodiny zaraďujeme strukoviny, ktoré majú v porovnaní s inými plodinami mnoho predností. Keďže adaptácie rastlín na suchu predstavujú komplexnú vlastnosť celého organizmu, charakterizovanú súborom menšieho alebo väčšieho počtu znakov podmienených viacerými génmi, ich realizácia bude závisieť aj od ontogenetického stavu rastlín, preto môže byť významné hľadať také interakcie stresového faktora a reakcií rastlín, ktoré umožnia expeditívne testovať odrody už v skorých rastových fázach (Kostrej, 2000).

Vďaka suchovzdornosti ako komplexnej adaptačnej vlastnosti rastlín, dokážu napríklad rastliny odolávať vodnému stresu, vyvolanému deficitom vody. Realizuje sa viacerými mechanizmami: mechanizmom úniku (zvýšenej plasticity), kedy rastliny urýchľujú vývin a skôr dozrievajú, čím uniknú obdobiu sucha, alebo mechanizmus tolerancie sucha, ktorými rastliny kontrolujú stav vody v pletivách počas stresu pri vysokom vodnom potenciáli (intenzívnejšie prijímajú vodu z pôdy alebo menej vodu transpirujú) a mechanizmus tolerancie sucha pri nízkom vodnom potenciáli (koncentrujú bunkové roztoky a znižujú osmotický potenciál a vodný potenciál) (Olšovská et al., 2008).

Suchovzdornosť a celková nenáročnosť na vodu je najvýznamnejším agronomickým znakom cícera baranieho. Najvyššie nároky na vodu má pri klíčení a vzhádzaní. V období, keď sa už vyvíja pomerne mohutne rozkonárená koreňová sústava, sa uspokojí s minimom vlhky. Nadbytočné zrážky, najmä počas generatívnej fázy, sú dokonca škodlivé (Pastucha, 1992).

Cícer baraní (*Cicer arietinum* L.) je preto jednou z najvýznamnejších a najvhodnejších strukovín a možno aj poľných plodín vôbec, pre teplé a suché až polosuché oblasti. V takýchto oblastiach ostatné strukoviny trpia nedostatkom vody

a sú viac napádané škodcami, ich úrodnosť a stabilita úrodu výrazne klesá (Beluský, 2004). Suchovzdornosťou predstihuje cícer všetky hlavné druhy strukovín, preto i jeho úrody sú v suchších a teplejších oblastiach istejšie a vyššie (Šinský, 1985). Je preto považovaný za perspektívnu plodinu z hľadiska dlhodobých trendov globálnych klimatických zmien.

Cícer baraní sa podľa veľkosti, tvaru a farby semien delí na typ kabuli a desi. Cícer typu kabuli má rastliny bez fialovej pigmentácie, farbu kvetu bielu a farbu osemenia v rôznych odtieňoch béžovej. Tvar semena je nepravidelný (nepravidelne guľatý) a podľa klasifikátora pre rod *Cicer* má tvar ako sovia hlava. Veľkosť semena je rôzna a tento cícer sa vyznačuje väčším semenom. Pestuje sa prevažne v oblasti Stredozemného mora, v juhozápadnej Ázii a v Amerike. Desi typ cícera je pestovaný väčšinou v Indii a vo východnej Afrike, má drobné semená v rôznych odtieňoch hnedej farby. Tvar semena je hranatý. Podľa klasifikátora pre rod *Cicer* (IPGR, ICRISAT and ICARDA, 1993) je tvar semena ako barania hlava. Tento typ cícera je najodolnejší voči suchu. Podľa Gáborčíka (2000) možno vyčleniť ešte tretí typ – intermediálny s drobnými guľatými semenami podobnými hrachu, ktorý je najmenej rozšírený a vyskytuje sa hlavne v strednej Európe.

Cícer baraní je u nás nedocenenou strukovinou. Prednosťou cícera je nielen vhodné zloženie a obsah bielkovín, ale aj vysoký obsah škrobu a vlákniny, pričom desi typ má vyšší percentuálny podiel vlákniny v semene ako typ kabuli (Upadhyaya et al., 2008).

Cícer sa pestuje v tropických, subtropických a miernych pásmach. Typ kabuli je pestovaný v miernych klimatických pásmach, zatiaľ čo desi typ v semiaridných tropických pásmach. Cícer má svoj význam v produkčných systémoch východoázijského a severo-afrického územia. Pestujú ho tam ako plodinu obdobia sucha a preto je aj vystavený hraničnému suchu, ktoré spôsobuje stratu na úrodách v rozsahu od 14–50 %, alebo úplné uschnutie. V celosvetovej produkcii prevláda typ desi (85 % produkcie), zvyšok pripadá na typ kabuli (Gáborčík, 2000).

Hodnotenie suchovzdornosti genotypov kultúrnych rastlín je dlhodobou aktuálnym problémom, ktorému venujú pozornosť odborníci v mnohých vedných odboroch. Suchovzdornosť je polygénne založená vlastnosť, prejavujúca sa v komplexe anatomickej, morfolologickej, fyziologickej a biochemickej vlastností. Fyziológia rastlín sa snaží odpovedať na požiadavky šľachtiteľov, ktorí majú záujem introdukovať priaznivé znaky tolerancie, resp. rezistencie do nových kultivarov. Hľadajú sa markery stresu a fyziologické kritériá, ktoré odrážajú citlivosť genotypov na sucho. Preto aj cieľom našej práce bolo sledovať schopnosť osmotickej adjustácie rôznych genotypov cícera baranieho počas dehydratácie.

Materiál a metódy

V experimentálnom období (2005–2006) boli na Katedre fyziológie rastlín SPU sledované rôzne genetické zdroje cícera baranieho (*Cicer arietinum* L.). V rámci experimentu boli použité dva typy cícera, t. j. desi (genotyp *Punjab 91* a *CM-7-1/85* – Sýria) a jeden typ kabulí (genotyp *88194* – Sýria), ktoré nám poskytl CVRV – VÚRV v Piešťanoch.

Koncom druhej dekády apríla sa vždy uskutočnil výsev po 9 ks naklíčených semien na nádobu s objemom 10 l.

Vo fenologickej fáze kvitnutia bol pri 50 % rastlín indukovaný vodný stres pozastavením zálievky a zamedzením prístupu zrážok. Zvyšné rastliny (50 %) slúžili ako kontrolné varianty a boli zalievané počas celého obdobia trvania experimentu.

V pravidelných časových intervaloch sa merala difúzna vodivosť (g_c) individuálnych (vrchných) listov porometrom Delta-T-Devices (Cambridge, England) – tzv. konduktancia prieduchov, ktorej hodnoty korelujú s otvorenosťou prieduchov.

Na stresovaných aj kontrolných rastlinách (v najmladších plne vyvinutých dospelých listoch) boli tiež sledované nasledovné parametre: relatívny obsah vody v listoch (*RWC*), obsah voľného prolínu v listoch, osmotický potenciál (ψ_s). Relatívny obsah vody v % bol stanovený gravimetricky a obsah voľného prolínu v listoch refraktometricky podľa Bates et al. (1973) a spektrofotometricky ninhydrínovou metódou. Psychrometrickou metódou bol stanovený osmotický potenciál v MPa (Wescor, Logan, Utah, USA).

Na základe osmotického potenciálu listov kontrolných a stresovaných rastlín, prepočítaného na plne hydratovaný stav, sme následne počítali osmotické prispôsobenie podľa Wilsona et al. (1979). Vychádzali sme tiež z údajov relatívneho obsahu vody v listoch (*RWC*) a korekcie ($B = 18\%$) pre apoplastickú vodu (Babu et al., 1999).

Po ukončení dehydratácie boli rastliny cícera naďalej zalievané. Po zbere cícera boli vykonané rozbery semien na obsah dusíkatých látok, škrobu, vlákniny a sušiny pri všetkých variantoch.

Výsledky a diskusia

Predchodcovia kultúrnych druhov rastlín mali vo všeobecnosti dobre rozvinuté vlastnosti, ktorými mohli uniknúť periódam dlhodobého sucha. Ich životný cyklus bol kratší. Napriek tomu únik pred suchom (drought escape) zostáva najefektívnejším mechanizmom adaptácie na podmienky sucha. Vyhnutie sa suchu (drought avoidance) je adaptačný mechanizmus odvodený od schopnosti rastlín udržať v pletivách vysoký turgor počas vodného stresu buď zlepšenou činnosťou koreňovej sústavy

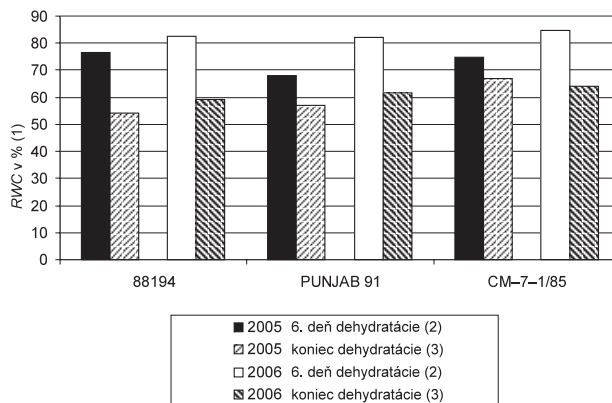
v príjme vody, či efektívnym zatvorením prieduchov a redukciami neúčinného výparu vody listami, alebo schopnosťou redukovať osmotický a vodný potenciál niektorými anatomickými a morfológickými charakteristikami a procesmi spojenými s osmotickou adjustáciou (OA) protoplazmy buniek (Olšovská et al., 2008).

Aj keď je v súčasnosti známych viacero obranných mechanizmov, ktorými rastliny prekonávajú vodný deficit, limitujúci produkčný proces, medzi kľúčové patrí osmotická adjustácia – prispôsobenie (Nilsen a Orcutt, 1996), pričom najväčší osmoregulačný účinok sa pripisuje cukrom a aminokyselinám (Morgan, 1984).

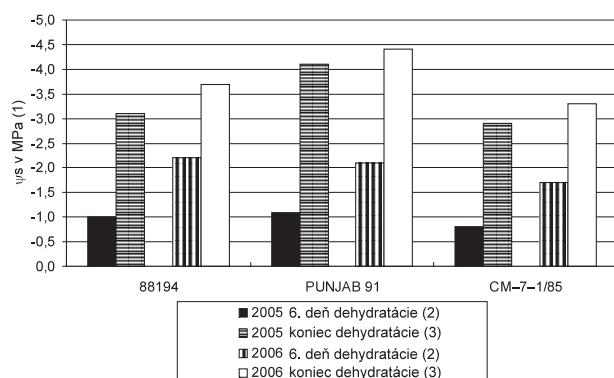
Pre podrobnejšie posúdenie osmotického prispôsobenia sme v roku 2005–2006 realizovali nádobové pokusy v prirodzených klimatických podmienkach. Modelovou plodinou bol cícer baraní, ktorý sa vyznačuje suchovzdornosťou aj celkovou nenáročnosťou na vodu. Rastliny cícera boli vo fenofáze kvitnutia vystavené postupnej dehydratácii. V závislosti od výkyvov počas sa následne menili aj podmienky dehydratácie.

Sledovanie prejavov rastlín v konštantných podmienkach pri simulovaní vodného stresu, alebo interakčného pôsobenia s inými environmentálnymi faktormi poskytuje nielen možnosť hodnotiť vodu ako regulačný faktor, ale sledovať aj realizáciu vlastností odrôd, ktoré sa v optimálnych podmienkach neprejavujú (Olšovská a Brestič, 2001). V rámci experimentálnych meraní bol sledovaný relatívny obsah vody (*RWC*). Je to parameter, ktorý pri poklese hodnôt pod 90% znamená iniciovanie zatvárania prieduchov (Brestič a Olšovská, 2001). V rámci experimentu bola tiež meraná difúzna vodivosť vrchných listov porometrom, pričom v roku 2005 sa prieduchy zatvorili na 8. deň dehydratácie. Počas experimentu v roku 2006 bola difúzna vodivosť ovplyvnená výkyvmi počas sa, preto úplné zatvorenie prieduchov sme zaznamenali na 10. deň postupnej dehydratácie.

Brestič a Olšovská (2001) zároveň uvádzajú, že pokles *RWC* pod 80% znamená iniciovanie metabolických mechanizmov ako je osmotické prispôsobenie. Významný zásah do metabolizmu základných fyziologických procesov často predstavuje pokles pod 70%. Je to fakt, ktorý sme sledovali pri rastlinách cícera. V rámci sledovaných genotypov proces dehydratácie trval 19 (r. 2005), resp. 20 dní (r. 2006), kedy už nastal pokles hodnôt *RWC* pod 70%, i keď pri niektorých genotypoch sa hodnota tohto ukazovateľa znížila výraznejšie. V roku 2005 spomedzi testovaných genotypov bol najvýraznejší pokles pri



Obrázok 1 Relatívny obsah vody v listoch
Figure 1 Relative water content in leaf
(1) relative water content, (2) the 6th day of dehydration, (3) the finish of dehydration



Obrázok 2 Osmotický potenciál v listoch jednotlivých genotypov cícerá baranieho

Figure 2 Osmotic potential in leaf of genotypes of chickpea (1) osmotic potential, (2) the 6th day of dehydration, (3) the finish of dehydration

genotype 88194 (typ *kabuli*, *Sýria*), t. j. hodnota *RWC* bola 54,1%. Podobný trend sme zaznamenali aj v roku 2006, kedy pri spomenutom genotype hodnota *RWC* poklesla na 56,3%. Naopak najvyššiu hodnotu *RWC* si udržal v danom období genotyp *CM-7-1/8* (typ *desi*, *Sýria*). V pokusnom roku 2005 to bolo 67,0% a v roku 2006 bola hodnota *RWC* 64,3% (obrázok 1).

Vďaka suchovzdornosti ako komplexnej adaptačnej vlastnosti rastlín, dokážu napríklad rastliny odolávať vodnému stresu, vyvolanému deficitom vody. Realizuje sa viacerými mechanizmami: mechanizmom úniku (zvýšenej plasticity), kedy rastliny urýchľujú vývin a skôr dozrievajú, čím uniknú obdobiu sucha, alebo mechanizmom tolerancie sucha, ktorým rastliny kontrolujú stav vody v pletivách počas stresu pri vysokom vodnom potenciáli (intenzívnejšie prijímajú vodu z pôdy), alebo menej vodu transpirujú a mechanizmom tolerancie sucha pri nízkom vodnom potenciáli (koncentrujú bunkové roztoky a znižujú osmotický potenciál a vodný potenciál) (Olšovská et al., 2008). Z daného hľadiska bol preto pri našich experimentoch sledovaný i pokles osmotického potenciálu. Pri uvedených

Tabuľka 1 Osmotické prispôsobenie (OA)

Genotyp (1)	OA in MPa (2)	
	2005	2006
88194	0,48	0,13
Punjab 91	1,02	1,19
CM-7-1/85	0,90	0,47

Table 1 Osmotic adjustment (1) genotype, (2) osmotic adjustment

Tabuľka 2 Obsah sušiny, škrobu a vlákniny v semenách cícerá

Genotyp (1)	Variant (2)	Celkový dusík v mg.kg ⁻¹ (3)	Bielkovinový dusík v mg.kg ⁻¹ (4)	Škrob v % (5)	Vláknina v % (6)	Sušina v % (7)
88194	kontrola (8)	32 530	31 490	41,22	3,11	90,0
	vodný stres (9)	32 760	29 930	38,17	3,02	90,5
Punjab 91	kontrola (8)	30 464	29 100	40,11	7,84	89,5
	vodný stres (9)	36 281	33 791	37,35	8,47	89,0
CM-7-1/85	kontrola (8)	36 767	35 001	40,58	7,85	88,5
	vodný stres (9)	45 171	41 346	39,74	8,64	89,0

Table 2 Content of dry matter, starch and crude fibre content in chickpea – seeds (1) genotype, (2) treatment, (3) crude protein, (4) protein-nitrogen, (5) starch, (6) crude fibre, (7) dry matter, (8) control treatment, (9) water stress

genotypoch najmenej poklesol osmotický potenciál pri genotype *CM-7-1/8*. Výraznejší pokles osmotického potenciálu (-4,1 MPa, resp. -4,4 MPa) bol zaznamenaný pri genotype *Punjab 91* (typ *desi*, *Sýria*).

Z výsledkov viacerých autorov je všeobecne známa schopnosť osmotického prispôsobenia sa na mnohé environmentálne stresy takmer všetkým organizmom. Významnú biomembránnu funkciu plní aminokyselina prolín. Ochraňuje biomembrány pred poškodením a chráni systém enzýmov na úrovni membrán tylakoidov a mitochondrií (Saradhi et al., 1995, Blum et al., 1999). Pri vyššie spomenutom genotype (*Punjab 91*) bola zároveň zistená vyššia akumulácia obsahu voľného prolínu (54,5 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ČH, resp. 50,1 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ČH v prepočte na 100 % *RWC*), čo naznačuje vyššiu schopnosť osmotickej adjustácie sledovaného genotypu. Zároveň možno konštatovať, že pri genotype *CM-7-1/85*, ktorý si udržal najvyšší obsah *RWC* počas dehydratácie bola akumulácia voľného prolínu nižšia (23,7 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ČH, resp. 36,2 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ČH v prepočte na 100 % *RWC*) a pokles osmotického potenciálu (obrázok 2) bol v rozmedzí -2,9 MPa a -3,3 MPa.

Osmotická adjustácia (OA) by mala údajne vyjadrovať závislosť na suchu (Morgan et al., 1991, Ruggiero et al., 2004, Leport et al., 1999). Spomedzi štyroch najznámejších metód, ktoré sa používajú na stanovenie osmotického prispôsobenia sme pri rastlinách v nádobových vegetačných pokusoch použili metódu odhadu OA ako rozdielu osmotických potenciálov kontrolných a stresovaných rastlín, prepočítaných na plné nasýtenie vodou podľa Wilsona et al. (1979). Táto metóda síce nie je spomedzi používaných metód najpresnejšia (Babu, et al., 1999), ale je menej náročná na čas a prácu, čo je rozhodujúce pre výber metódy pre skrining. Rozpätie hodnôt pre osmotické prispôsobenie nami sledovaných genotypov bolo 0,13 až 1,19 MPa, čo je v súlade s hodnotami publikovanými viacerými autorami pre rastliny pri silnom vodnom strese. Naše údaje (tabuľka 1) sa tiež zhodujú so zisteniami Leporta et al. (1999), ktorý v rámci testovania rôznych genotypov cícerá pri hodnotení osmotickej adjustácie dosiahol hodnoty od 0 do 1,30 MPa. Pri celkovom zhodnotení testovaných genotypov sa potvrdila vyššia schopnosť osmotického prispôsobenia pri genotype *Punjab 91* (typ *desi*, *Sýria*) v obidvoch experimentálnych rokoch (rok 2005: 1,02 MPa, rok 2006: 1,19 MPa).

Prednosťou cícerá je nielen vhodné zloženie a obsah bielkovín, ale aj vysoký obsah škrobu a vlákniny, pričom *desi* typ má vyšší percentuálny podiel vlákniny v semene ako typ *kabuli* (UPADHYAYA et al., 2008). Podobný trend sme zistili i v našich semenách cícerá. Pri type *desi* (genotyp *CM-7-1/8* a *Punjab 91*) bol priemerný podiel vlákniny 7,85 % a 7,84 %. Typ *kabuli* (genotyp *88149*) mal obsah vlákniny na úrovni 3,11 % (tabuľka 2). Pri porovnávaní stresovaných a kontrolných variantov sme zistili vyšší podiel vlákniny v dehydratovaných rastlinách v porov-

naní s kontrolou. Opačnú tendenciu, t. j. vyšší obsah škrobu bol v kontrolných rastlinách (40,11–41,22 %) ako v stresovaných variantoch (32,02–37,35 %).

Súhrn

V rokoch 2005–2006 boli uskutočnené nádobové vegetačné experimenty s tromi genotypmi cícera baranieho (*Cicer arietinum* L.). Pôvod testovaných genotypov bol zo Sýrie: genotyp 88194 (typ „kabuli“), PK 51814 (typ „desí“) a Punjab 91 (typ „desí“). V rámci testovaných genotypov bol sledovaný účinok vodného stresu na niektoré fyziologické parametre (zatlákanie prieduchov, relatívny obsah vody v listoch, osmotický potenciál, obsah voľného prolínu a následne aj osmotické prispôsobenie). Zatlákanie prieduchov bolo jednou z najrýchlejších sa prejavujúcich reakcií na vodný stres. Sledované genotypy sa líšili aj v kapacite pre osmotické prispôsobenie. Spomedzi testovaných genotypov dosiahol vyššiu schopnosť osmotickej adjustácie genotyp Punjab 91 (typ „desí“, Sýria). Udržanie vody v pletivách aj turgoru je často výsledkom morfológických a fyziologických mechanizmov dospelých rastlín, ktoré môžu byť využité v skríningu genotypov s rôznym stupňom tolerancie k suchu.

Kľúčové slová: cícer, sucho, osmotické prispôsobenie, voľný prolín

Práca bola podporená Agentúrou na podporu vedy a techniky prostredníctvom finančnej podpory č. APVT-27-028704.

Literatúra

- BABU, R.C. – PATHAN, M.S. – BLUM, A. – NGUYEN, H.T. 1999. Comparison of measurement methods of osmotic adjustment in rice cultivars. In: Crop science, 1999, no. 39, p. 150–158.
- BATES, L. S. – WALDREN, R. P. – TEARE, J. D. 1973. Rapid determination of proline for water stress studies. In: Plant and Soil, vol. 39, 1973, p. 205–207.
- BELUSKÝ, J. 2004. Pestovanie malotonážnych strukovín. In: Naše pole, roč. 41, 2004, č. 3, s. 44.
- BLUM, A. – ZHANG, J. X. – NGUYEN, H. T. 1999. Consistent differences among wheat cultivars in osmotic adjustment and their relationship to plant production. In: Field Crops Research, vol. 64, 1999, no. 3, p. 287–291.
- BRESTIČ, M. – OLŠOVSKÁ, K. 2001. Vodný stres rastlín: Príčiny, dôsledky, perspektívy. Nitra : SPU, 2001. 149 s. ISBN 80-7137-902-6.
- DESCRIPTORS FOR CHICKPEA: IPGR/ICRISAT/ICARDA, Rome 1993, 31. ISBN 92-9043-137.
- GÁBORČÍK, N. 2000. Význam strukovín vo výžive človeka. In: Cícer baraní – pestovanie – produkcia – použitie. Banská Bystrica, 2000, s. 64.

KOSTREJ, A. et al. 2000. Funkčné parametre produkčného procesu obilnín v meniacich sa podmienkach prostredia. Nitra : SPU, 2000. 110 s. ISBN 81-9974-41.

LARCHER, W. 1988. Fyziologická ekológia rastlín. Praha : Academia, 1988, s. 368.

LEPORT, L. – TURNER, N.C. – FRENCH, R.J. – BARR, M.D. – DUDA, R. – DAVIES, S.L. – TENNANT, D. – SIDDIQUE, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean – type environment. In: European Journal of Agronomy, 1999, no. 11, p. 279–291.

MORGAN, J. M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. In: Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. vol. 35, 1984, p. 299–319.

MORGAN, J.M. – RODRIGUEZ-MARIBONA, B. – KNIGHTS, E.J. 1991. Adaptation to water-deficit in chickpea breeding lines by osmoregulation: relationship to grain-yields in the field. In: Field Crop Res., 1991, no. 27, p. 61–70.

OLŠOVSKÁ, K. – BRESTIČ, M. 2001. Funkcia hydraulikkej a chemickej signalizácie o vodnom strese pri hodnotení suchovzdornosti juvenilných rastlín. In: Journal of Central European Agriculture, 2001, s. 3–4.

OLŠOVSKÁ, K. – BRESTIČ, M. – ŽIVČÁK, M. – KMEŤ, J. 2008. Fyziológia a ekofyziológia rastlín: systematický výkladový slovník, Nitra : SPU, 2008, 160 s. ISBN 978-80-552-0089-7.

PASTUCHA, L. 1992. Menej známe strukoviny cícer baraní a hrachor siaty. In: Súčasný trendy v pestovaní strukovín. Nitra : Dom techniky, 1992, s. 46–51. ISBN 80-236-0036-2.

RUGGIERO, B. – KOIWA, H. – MANABE, Y. – QUIST, T.M. – INAN, G. – SACCARDO, F. – JOLY, R.J. – HASEGAWA, P.M. – BRESSAN, R.A. – MAGGIO, A. 2004. Uncoupling the effects of abscisic acid on plant growth and water relations. Analysis of sto1/nced3, an abscisic acid-deficient but salt stress-tolerant mutant in arabidopsis. In: Plant Physiol., 2004, no. 136, p. 3 134–3 147.

SARADHI, P. – ALIA, P. – ARORA, S. – PRASAD, K. 1995. Proline accumulates in plants exposed to UV-radiation and protects them against UV-induced peroxidation. In: Biochem. and Biophys. Research Communication, vol. 209, 1995, no. 1, p. 1–5.

ŠINSKÝ et al. 1985. Strukoviny. Bratislava : Príroda, 1985, s. 144–147.

UPADHYAYA, H. D. – DWIVEDI, S. L. – BAUM, M. – VARSHNEY, R. K. – UDUPA, S. M. – GOWDA, CH. L. L. – HOISINGTON, D. – SINGH, S. 2008. Genetic structure, diversity, and allelic richness in composite collection and reference set in chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: BMC Plant Biology, 2008, no. 8, p. 106.

WILSON, J. R. – FISHER, M. J. – SCHULTZE, G. R. – DOLBY, G. R. – LUDLOW, M.M. 1979. Comparison between pressure – volume and dew point hygrometry techniques for determining the water relations characteristics of grass and legume leaves. In: Oecologia, 1979, no. 41, p. 77–88.

Kontaktná adresa:

Ing. Eleonóra Krivosudská, PhD., Katedra fyziológie rastlín, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, SR, ☎ +421 37 641 48 22, e-mail: Eleonora.Krivosudska@uniag.sk