

## HÁROM ARCHEOFITON FAJ MŰTRÁGYA ÉRZÉKENYSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

Ecseri Károly – Honfi Péter

**Abstract:** Az archeofitonok a szegetális fitoasszociációk tagjaiként fontos szerepet töltenek be a szántószegélyek biodiverzitásában. Ugyanakkor ezen taxonok száma jelentősen csökkent az elmúlt évtizedekben. Ennek okai a megváltozott mezőgazdasági termelés szerkezetben, ezen belül is például a megemelkedett műtrágya-alkalmazásban keresendők. Vizsgálatunkban három efemer szántóföldi faj műtrágya érzékenységét vizsgáltuk ex situ csírázásvizsgálattal, szabadföldi kísérlet keretében, valamint a prolin tartalom mérésének segítségével. A *Papaver rhoeas* esetében tapasztaltuk a legkedvezőbb csírázási paramétereket mind sebesség (7,32 nap), mind csírázási arány (0,81) tekintetében. Ezek az értékek jelentősen romlottak az alkalmazott műtrágyás kezelés hatására (8,3 – 10,03 nap, csírázási arány: 0,72-0,39). A *Cyanus segetum* esetében lassabb kezdeti fejlődést tapasztaltunk, illetve a kezelés káros hatása ennél a fajnál is szignifikánsan kimutatható volt (átlagos csírázási idő: 12-13 nap, csírázási arány: 0,52-0,09). A *Consolida regalis* nem csírázott a kísérlet időtartama alatt. A *Consolida regalis* a műtrágyás kezelésre nagyobb virágzás intenzitással válaszolt. A prolin tartalom felhalmozódás magas sóérzékenységre utalt a *Cyanus segetum* esetében (0,49-0,54 mg/100 mg), mely ezen faj visszaszorulásának egyik oka lehet. Az eredményeink alapján a szarkaláb illetve a búzavirág esetében is magas érzékenységet tapasztaltunk, mely a szántószegélyek védelmét indokoltá teszi hazánkban is.

**Abstract:** The archaeophytes have important role in biodiversity, because there are important members of field edge communities. At the same time, the number of these species decreased in recent decades. The changed structure of agricultural production (including fertilizer application increase) may be the reason for this. Aim of our study was to determine fertilizer sensitivity of three archaeophyte species using germination test, open field observation and proline content measurement. In case of *Papaver rhoeas* had the best germination parameters either speed (7.32 day) or germination rate (0.81). These values declined due to the applied fertilizer treatment (8.3-10.03 day, germination rate: 0.72-0.39). *Cyanus segetum* germinated slower (mean germination time: 12-13 day), and the harmful effect of treatment was also significant (germination rate: 0.52-0.09). *Consolida regalis* was not germinated in examination period. Higher blooming intensity was detected in open field in case of *Consolida regalis* due to fertilizer application. Salt sensitivity of *Cyanus segetum* is supported by proline accumulation (0.49-0.54 mg/100 mg), which could be one reason of decrease. Based on our results, there is high sensitivity of fertilizers in case of larkspur and cornflower, which justify the protection of arable edges in Hungary.

**Kulcsszavak:** biodiverzitás, szántószegély, sóstressz, búzavirág

**Keywords:** biodiversity, field edges, salt stress, cornflower

### 1. Bevezetés

Az archeofitonoknak azokat a növényeket nevezzük, melyek eredetileg nem honosak az európai országok flórájában, de emberi hatásra betelepültek a Neolitikum vége és a középkor kezdete közötti időszakban. Az erős antropogén fejlődés miatt fennmaradásuk is nagymértékben függ a szántóföldi mezőgazdaságtól (Preston et al. 2004; Williamson et al. 2008).

Ezen taxonok veszélyeztetetté válásának okai között a műtrágyázási technológia megváltozása is kiemelkedő jelentőséggel bír (Albrecht 1995; Šarić et al. 2011). Ennél a tényezőnél direkt és indirekt hatásról is beszélhetünk a neofitonok és az

archeofitonok tápanyagokért és fényért való kompetíciójában, például a *Consolida regalis* esetében (Svensson and Wigren 1986; Albrecht 1995). Szignifikáns csökkenést tapasztaltak az általunk vizsgált fajok esetében Németországban illetve Franciaországban is a XX. század második felében. A vizsgálatok alapján az alkalmazott kálium és nitrogén műtrágyák hatására jelentősen csökkent az antropochór fajok száma, míg az invazív neofitonok mennyisége növekedett (Baessler and Klotz 2006, Fried et al. 2009).

Vizsgálatunk célja három, indikátor fajként használható archeofiton műtrágya érzékenységének meghatározása. Az adatok segítségével szeretnénk ajánlást kidolgozni a szántószegélyek megóvására.

## 2. Anyag és módszer

### 2.1. Ex situ csírázásvizsgálat

Mindhárom fajból (*Cyanus segetum* Hill, *Consolida regalis* Gray, *Papaver rhoeas* L.) 4 ismétlésben 25 magot vizsgáltunk. A *Cyanus* és a *Consolida* magokat a Petri csészében két szűrőpapír közé helyeztük, míg a *Papaver rhoeas* magokat nem fedtük le, a szűrőpapír felületén helyeztük el. Az alkalmazott műtrágyát (N:P:K 6:12:24 + 8S) porrá őröltük és desztillált vízben feloldottuk. Az előkészített oldatokból (0,5, 1, 2 és 3 g/l) 10 ml-t juttatunk a szűrőpapírokra, míg a kontroll magok 10 ml tiszta desztillált vizet kaptak. A csíráztatás szabályozott körülmények között történt (10 ó sötét periódus 10°C-on, illetve 14 óra fényszakasz 20°C-on, 1250 lux megvilágítás mellett). A kísérletet naponta értékeltük a 14-20 napos időszak alatt. A csírázott magoncokat (melyek gyököcskéje elérte a 2 mm-t) folyamatosan eltávolítottuk.

A kísérlet végén a következő paramétereket számoltuk ki:

- Csírázás gyorsasági index (PI):  $PI = nd_2 \times (1,00) + nd_4 \times (0,75) + nd_6 \times (0,50) + nd_8 \times (0,25)$ , ahol  $nd_2$ ,  $nd_4$ ,  $nd_6$ , és  $nd_8$  fejezi ki a csírázott magszámot a 2., 4., 6. és 8. napon (Zafar et al. 2015).
- Stressztűrési index a csírázás alatt, %-ban kifejezve:  $GSTI = (PI \text{ összes stresszelt mag} / PI \text{ kontroll magok}) \times 100$  (George, 1967), ahol a stresszelt magok a műtrágyás kezelést jelentik.
- Átlagos csírázási idő, napokban kifejezve:  $MGT = (\sum ni \times ti) / \sum n$ , ahol  $ni$  jelenti a csírázott magok számát a  $ti$  időpontban,  $ti$  jelenti a csírázás kezdetétől eltelt napok számát,  $n$  pedig a kísérlet végéig kikelt összes magszámot.
- Csírázási sebesség:  $GS = 1 / MGT \times 100$  (Hartmann et al. 1997).
- Csírázási arány: a kísérlet végéig kikelt magok száma/összes magszám.

### 2.2. Szabadföldi kísérlet

A kísérlet helyszíne a Szent István Egyetem, Kertészettudományi Karának soroksári Kísérleti Üzeme és Tangazdasága volt. A talaj humuszban szegény, homokos fizikai féleségű, évelő gyomokkal erősen fertőzött. A kultivátorral megforgatott terület 50%-ára 20 g/m<sup>2</sup> mennyiségű műtrágyát (N:P:K 6:12:24 + 8S) jutattunk ki, melyet ezt követően bedolgoztunk. A három vizsgált faj egyedeit külön parcellákban vizsgáltuk, melyek mérete 1,5×1,5 méter volt. Mindhárom fajból 200 magot

jutattunk ki egy-egy kontroll és kezelt parcellára, három vetési időpontban (október 8-án, 14-én és 21-én). A magokat 2 cm vastag talajjal takartuk (kivétel a *Papaver rhoeas*, melyet felszínre vetettünk) és beöntöttük parcellánként 10 liter vízzel. A növények méretét (szélesség, hosszúság, magasság), fenológiai paramétereit és díszítő értékét vizsgáltuk a következő év július 14-éig (a téli időszakot leszámítva).

A díszítő értéket egy bonitálási skálán osztályoztuk, melynek kategóriái a következők:

5. Nagyon dekoratív, teljes virágzásban lévő, egészséges növény.
4. Mérsékleten díszítő, virágzás kezdetén/végén lévő, egészséges növény.
3. Közélesen dekoratív, vegetatív állapotban lévő, egészséges növény.
2. Dekorációs értékkel nem rendelkező növény (fenológiai állapot, vagy stresszhatás miatt)
1. Nincs jelen a területen.

### 2.3. Prolin tartalom meghatározás

A prolinszint mérése Ábrahám et al. 2010 alapján történt. A szabadföldi kísérlet növényeiről két alkalommal vettünk levélmintát (november 24 és június 8). A mintákat  $-20^{\circ}\text{C}$ -on tároltuk a felhasználásig. A mintákhoz (kb. 100 mg friss tömegű levél) 3 %-os szulfoszalicil savat adtunk (5  $\mu\text{l}$ /mg friss tömeg arányban), és lecentrifugáltuk őket (5 perc,  $25^{\circ}\text{C}$ , 15,689 g). Ezt követően a felülúszóból 100  $\mu\text{l}$ -t hozzákevertünk a reakció elegyhez (100  $\mu\text{l}$  3% sulfosalicil sav, 200  $\mu\text{l}$  jeges ecetsav and 200  $\mu\text{l}$  savas ninhidrin). 60 perc  $96^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten végzett inkubációt követően a reakciót jég segítségével megállítottuk. Ezután 1 ml toluent adtunk az elegyhez és 20 másodpercig rázattuk. Az elválasztás után (5 perc) a kromofórt átpipettáztuk egy friss csőbe. Végül 520 nm hullámhosszon lemértük a minták abszorbanciáját egy GeneSys VIS-10 spektrofotométer segítségével. A prolin tartalmat a friss tömeg alapján számoltuk, egy standard koncentráció sor segítségével.

### 2.4. Statisztikai kiértékelés

Az adatok normalitás vizsgálata után egytényezős variancia-analízist (ANOVA) hajtottunk végre, majd a szignifikáns különbségeket a TUKEY teszt eredménye alapján értékeltük  $P < 0,05$  szignifikancia szint mellett. Az elemzésekhez az SPSS 20 programcsomagot használtuk (IBM, New York, US).

## 3. Eredmények és értékelésük

### 3.1. Ex situ csírázásvizsgálat

A csírázás gyorsasági indexek vizsgálata alapján a *Papaver rhoeas* gyors kezdeti fejlődésének bizonyult (Saeb et al. 2013), míg a *Cyanus segetum* csírázási sebessége a gabona fajtáknál lassabb, de hasonló a *Centaurea* nemzetség többi fajának értékéhez (Turkoglu et al. 2009). Az archeofitonok műtrágyázásra adott ilyen jellegű fejlődési válasza kapcsolatban lehet ezen taxonok megfogyatkozásával Európa több országában (Albrecht 1995; Svensson and Wigren 1986). A leglassabb fejlődést a

*Consolida regalis* esetében tapasztaltuk. Ez a taxon nem csírázott a vizsgálati időszak alatt (14-20 nap). A vizsgált fajok stressztűrési indexe alacsony volt, és hirtelen csökkent a műtrágya koncentráció növelésével (1. táblázat). A GSTI értéke a 3 g/l-es műtrágya koncentráció esetében 10-15 % volt, mely jelentősen alacsonyabb, mint a gabonafajták értékei hasonló kezelés után (70-90 %). Például három árpfajta sótűrési indexe 5 g/l NaCl alkalmazásával 67,07 – 91,24 % között mozgott (Goumi et al. 2014). Ugyanez a paraméter 80 és 90 % között mozgott azoknál a napraforgó fajtáknál melyeket 5 g PEG és 100 ml desztillált víz oldatában csíráztattak (Ahmad et al. 2009).

Az átlagos csírázási időket vizsgálva, szignifikáns különbséget tapasztaltunk a *Cyanus segetum* 3 g/l-es műtrágya kezelésénél (SL<0,05). A *Papaver rhoeas* csírázási aránya 39 %-ra csökkent a 3 g/l-es kezelés hatására, mialatt ugyanennél a koncentrációnál a *Cyanus segetum* mindössze 9 %-os csírázási arányt produkált (SL<0,05).

1. táblázat: A csírázási paraméterek változása különböző műtrágyás kezelés (N:P:K 6:12:24 + 8S) hatására két archeofiton faj esetében

<i>Cyanus segetum</i>					
Kezelés	PI	GSTI (%)	MGT (nap)	GS	GR
kontrol	1.75 <sup>a</sup> ±0.52	--	12.06 <sup>a</sup> ±21.82	8.29	0.52 <sup>a</sup> ±2.71
0.5 g/l	0.75 <sup>a</sup> ±0.38	42.86	12.45 <sup>a</sup> ±33.42	8.03	0.44 <sup>ab</sup> ±1.63
1 g/l	1.50 <sup>a</sup> ±0.48	85.71	12.26 <sup>a</sup> ±18.71	8.16	0.39 <sup>ab</sup> ±4.79
2 g/l	0.50 <sup>a</sup> ±0.25	28.57	12.74 <sup>a</sup> ±16.18	7.85	0.27 <sup>bc</sup> ±1.26
3 g/l	0.25 <sup>a</sup> ±0.13	14.29	13.00 <sup>b</sup> ± 8.05	7.69	0.09 <sup>c</sup> ±1.50
<i>Papaver rhoeas</i>					
Kezelés	PI	GSTI (%)	MGT (nap)	GS	GR
kontrol	14.00 <sup>a</sup> ±5.20	--	7.32 <sup>a</sup> ±62.64	13.66	0.81 <sup>a</sup> ±2.50
0.5 g/l	10.00 <sup>a</sup> ±2.89	71.43	8.30 <sup>a</sup> ±62.37	12.05	0.72 <sup>a</sup> ±1.71
1 g/l	3.00 <sup>a</sup> ±1.19	21.43	8.90 <sup>a</sup> ±67.45	11.23	0.61 <sup>ab</sup> ±4.44
2 g/l	2.25 <sup>a</sup> ±1.13	16.07	9.61 <sup>a</sup> ±43.90	10.41	0.51 <sup>b</sup> ±1.71
3 g/l	1.50 <sup>a</sup> ±0.75	10.71	10.03 <sup>a</sup> ±45.27	9.97	0.39 <sup>b</sup> ±1.71

Forrás: A szerzők saját szerkesztése. Jelmagyarázat: PI, csírázás gyorsasági index; GSTI, stressztűrési index a csírázás alatt; MGT, átlagos csírázási idő; GS, csírázási sebesség; GR, csírázási arány. Az egyes oszlopokban található különböző betűk szignifikáns különbséget fejeznek ki,  $p \leq 0.05$  érték mellett a Tukey teszt alapján. A GSTI és a GS adatok a PI illetve az MGT értékekből származtatott értékek, ezért ezeket statisztikailag nem elemeztük.

## 3.2. Szabadföldi kísérlet

A fenológiai fejlődésben és a növények méretében nem volt statisztikailag kimutatható különbség a kontroll és a kezelt parcellák között. A talajtakarási értékeket vizsgálva szingifikáns különbséget tapasztaltunk a *Cyanus segetum* esetében (SL<0,001): 39,27 % volt a kezelt; és 27,79 % a kontroll parcellákon. Szignifikánsan nagyobb virágszám volt megfigyelhető (Tukey teszt SL<0,05) a *Consolida regalis* kezelt parcelláin, összevetve a kontroll állománnyal (2. táblázat).

2. táblázat: A virágszámok páronkénti összehasonlítása műtrágyás kezelés hatására három archeofiton faj esetében

Faj	Kezelés	N	Átlagos virágszám/parcella
<i>Papaver rhoeas</i>	kontroll	33	0.705361 <sup>a</sup>
<i>Papaver rhoeas</i>	műtrágyázott	33	0.759147 <sup>a</sup>
<i>Cyanus segetum</i>	kontroll	33	1.734274 <sup>a</sup>
<i>Cyanus segetum</i>	műtrágyázott	33	2.183164 <sup>ab</sup>
<i>Consolida regalis</i>	kontroll	33	3.529449 <sup>b</sup>
<i>Consolida regalis</i>	műtrágyázott	33	5.162685 <sup>c</sup>

Forrás: A szerzők saját szerkesztése. Megjegyzés: N, a vizsgált növények száma. Az eltérő betűk szignifikáns különbséget mutatnak a Tukey teszt alapján ( $p \leq 0.05$ ).

A *Papaver rhoeas* virágzási idejének csúcsa (5-ös dekorációs érték) június harmadik dekádjára esett. A *Consolida regalis* virágzási időszaka május végétől június első dekádjáig tartott. A kicsírázott magoncok 60-100 %-a díszített ebben az időszakban. Egy mérsékeltebb, második dekorációs időszakot detektáltunk a kezelt parcellákon június utolsó dekádjában. A *Cyanus segetum* szintén május vége és június eleje között mutatta a legnagyobb dekorációs értéket (5). Ennek a fajnak a virágzási időszaka hosszabb volt, mint a *Consolida regalis* vagy a *Papaver rhoeas* virágzása. A búzavirág virágzó egyedszáma folyamatosan csökkent, mialatt az egyedenkénti virágzatok száma emelkedett június végéig. Az egyedszám csökkenés (Baessler and Klotz 2006; Fried et al. 2009), nem volt megfigyelhető a *Consolida* és a *Papaver* esetében a rövid vizsgálati időszak miatt. Több kutatás is megállapította ugyanis, hogy mind a lágyszárúak, mind a fásszárúak sokkal inkább toleránsak a sóstresszre idősebb korukban, illetve a virágzás alatt, mint a kezdeti vegetatív fejlődési; csírázási fenofázisban (Läuchli and Grattan 2007; Niinemets 2010). Így az archeofitonok esetében is a műtrágyázás által előidézett sóstressz hatás növekedésével az egyedszám csökkent a növények érzékeny; magonc fenofázisban, amely a kifejlett növények hiányát eredményezte. A kezelt *Cyanus* és *Consolida* növények kismértékben magasabbak voltak, mint a kontroll állományok, mely a műtrágyás kezelés hatására kialakult magas biomassza tömegre utal (Bischoff and Mahn 2000).

### 3.3. Prolin tartalom

Számos környezeti stressz (pl. magas sótartalom) okozhat prolin felhalmozódást (Ahmad et al. 1981, Kubala et al. 2015). Ez a fiziológiai válasz feltehetően a prolin ozmoprotektív és ozmolitikus hatásából ered (Fougère et al. 1991). Képes csökkenteni az oxidatív stressz károsító hatásait és megvédeni a fehérjék szerkezetét (Samuel et al. 2000). A prolintartalom meghatározása megbízható információkkal szolgál a növények aktuális fiziológiai állapotára és stressztűrő képességére vonatkozóan (Ábrahám et al. 2010).

Szignifikáns különbséget tapasztaltunk a *Cyanus segetum* novemberi mintáiban. A kezelt állomány prolintartalma magasabb volt, mint a kontroll ( $SL < 0,01$ ). Ez a különbség nem volt megfigyelhető a júniusi mintákban (0,4537 mg/100 mg a kezelt parcellákon, 0,4545 mg/100 mg a kontroll parcellákon). Ez a különbség nem volt kimutatható a másik két vizsgált fajnál, de az értékek hasonlóan alakultak. A sóstressz hatása csökkent a két mintagyűjtési időpontot összehasonlítva (páros t-próba:  $t = 4,504$ ,  $SL < 0,001$ ). A három vizsgált faj prolintartalma magasabb volt, mint a gabonafajtáké (Pyšek and Lepš 1991; Kleijn and van der Voort 1997).

## 4. Következtetések

A *Consolida regalis*-nak voltak a leggyengébb csírázási paraméterei a laboratóriumi vizsgálat alapján. A *Papaver rhoeas* és a *Cyanus segetum* csírázási aránya pedig szignifikánsan csökkent, illetve a *Papaver rhoeas* stressztűrési indexében is jelentős visszaesés volt megfigyelhető a műtrágyás kezelés hatására. Ezen kívül a lassú kezdeti fejlődés is magyarázatot nyújt az archeofitonok eltűnésére (különösen a *Consolida regalis*, illetve részben a *Cyanus segetum* esetében). A fő virágzási idő május végétől június első dekádjáig tartott, bár egy jelentős második dekorációs időszakot is megfigyeltünk a műtrágyával kezelt parcellákon június végén. Mindazonáltal a *Consolida regalis* talajtakarása volt a leggyengébb (8-10 %). Az alkalmazott műtrágyás kezelés nem befolyásolta sem a virágzás hosszát, sem az intenzitását. A prolinkoncentráció vizsgálata során magas sóérzékenységet tapasztaltunk a *Cyanus segetum* magoncainál, különösen a fejlődés kezdeti szakaszában. Ez az érzékenység csökkenti a túlélési és terjedési lehetőségeit a gabonatóblák mellett. Ez a stresszfaktor tartósan fennmaradhat öntözetlen környezetben, melyet megerősít a novemberi és a június minták prolintartalmának kis különbsége.

## Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00006 „A kutatási potenciál fejlesztése és bővítése a Neumann János Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

## Irodalomjegyzék

- Ábrahám EC, Hourton-Cabassa C, Erdei L, Szabados L (2010): Methods for determination of proline in plants. In Sunkar R, ed., Plant stress tolerance. Methods and protocols. Stillwater Humana Press, Oklahoma, 317–331.
- Albrecht H (1995): Changes in the arable weed flora of Germany during the last five decades. In 9th European Weed Research Society Symposium “Challenges for Weed Science in a Changing Europe”, 10–12 July 1995, Budapest, 41–48.
- Ahmad I., Wainwright S. J., Stewart G. R. (1981): The solute and water relations of *Agrostis stolonifera* acotypes differing in their salt tolerance. *New Phytol* 87:615–629.
- Ahmad S., Ahmad R., Ashraf M. Y., Ashraf M., Waraich E. A. (2009): Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pak J Bot* 41:647–654.
- Bischoff A., Mahn E. G. (2000): The effects of nitrogen and diaspore availability on the regeneration of weed communities following extensification. *Agr Ecosyst Environ* 77:237–246.
- Baessler C., Klotz S. (2006): Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years. *Agr Ecosyst Environ* 115:43–50.
- Fougère F., Rudulier D. L., Streeter J. G. (1991): Effects of salt stress on amino acid, organic acid, and carbohydrate composition of roots, bacteroids and cytosol of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Plant Physiol* 96:1228–1236.
- Fried G., Petit S., Dessiant F., Reboud X. (2009): Arable weed decline in Northern France: Crop edges as refugia for weed conservation? *Biol Cons* 142:238–243.
- George D. W. (1967): High temperature seed dormancy in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Sci* 7:249–253.
- Goumi Y. E., Fakiri M., Lamsaouri O., Benchekroun M. (2014): Salt stress effect on seed germination and some physiological traits in three Moroccan barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *J Mater Environ Sci* 5:625–632.
- Hartmann H. T., Kester D. E., Davies F. T., Geneve R. L. (1997): Plant propagation. Principles and practices. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Kleijn D., Van Der Voort L. A. C. (1997): Conservation headlands for rare arable weeds: the effects of fertilizer application and light penetration on plant growth. *Biol Conserv* 81:57–67.
- Kubala S., Wojtyła Ł., Quinet M., Lechowska K., Lutts S., Ganczarska M. (2015) Enhanced expression of the proline synthesis gene P5CSA in relation to seed osmopriming improvement of *Brassica napus* germination under salinity stress. *J Plant Physiol* 183:1–12.
- Läuchli A., Grattan S. (2007): Plant growth and development under salinity stress. In Jenks M. A., Hasegawa P. M., Jain S. M. ed., *Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops*. Springer, Dordrecht, 1–32.
- Niinemets, Ü. (2010): Responses of forest trees to single and multiple environmental stresses from seedlings to mature plants: Past stress history, stress interactions, tolerance and acclimation. *Forest Ecol Manag* 260:1623–1639.
- Pyšek P., Lepš J. (1991): Response of a weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. *J Veg Sci* 2:237–244.
- Preston C. D., Pearman D. A., Hall A. R. (2004): Archaeophytes in Britain. *Bot J Linn Soc* 145:257–294.
- Saeb H., Khayyat M., Zarezadeh A., Moradinezhad F., Samadzadeh A., Safaee M. (2013) Effect of NaCl Stress on seed germination attributes of periwinkle (*Catharanthus roseus* L.) and corn poppy (*Papaver rhoeas* L.) plants. *Plant Breed Seed Sci* 67:115–123.
- Samuel D., Kumar T. K. S., Ganesh G., Jayaraman G., Yang P. W., Chang M. M., Trivedi V. D., Wang S. L., Hwang K. C., Chang D. K., Yu C. (2000): Proline inhibits aggregation during protein refolding. *Protein Sci* 9:344–352.
- Šarić T., Ostojić Z., Stefanović L., Milanova S. D., Kazinczi G., Tyšer L. (2011): The changes of the composition of weed flora in Southeastern and Central Europe as affected by cropping practices. *Herbologia* 12:5–27.

- Svensson R., Wigren M. (1986): History and biology of *Consolida regalis* in Sweden. *Sven Bot Tidskr* 80:31–53.
- Turkoglu N., Alp S., Cig A. (2009): Effect of temperature on germination biology in *Centaurea* species. *Afr J Agric Res* 4: 259-261.
- Williamson M., Stout J. C., Dehnen-Schmutz K., Milbau A., Hall A. R. (2008): A provisional list of Irish archaeophytes. *Ir Nat J* 29:30–35.
- Zafar S., Ashraf M. Y., Niaz M., Kausar A., Hussain J. (2015): Evaluation of wheat genotypes for salinity tolerance using physiological indices as screening tool. *Pak J Bot* 47:397–405.