Význam alelopatie z hľadiska pestovania cukrovej repy

IMPORTANCE OF ALLELOPATHY IN TERMS OF SUGAR BEET GROWING

Beáta Piršelová – Univerzita Konštantína filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied

Regulácia zaburinenosti v repe cukrovej patrí k najnáročnejším pestovateľským zásahom. Dôvodom je pomalý rast a veľmi nízka konkurenčná schopnosť porastu, značná citlivosť k herbicídom a v neposlednom rade pomerne vysoké náklady na herbicídny zásah (1, 2). Repa cukrová patrí k plodinám, kde regulácia zaburinenosti patrí po roku pestovania, založení a udržaní kompletného porastu a vplyve stanovíšť k rozhodujúcim faktorom úrodnosti (3), pričom zníženie úrodnosti sa často pohybuje v rozmezí 20–60 % (4, 5).

V podmienkach Slovenska sú ako hospodársky najvýznamnejšie buriny v repe cukrovej uvádzané: ježatka kuria (*Echinochloacrus-galli*), láskavce (*Amaranthus sp.*), mrlíky (*Chenopodium sp.*), pichliač roľný (*Cirsium arvense*) a horčiaky (*Persicaria sp.*) (6, 7). Ďalšími často zastúpenými druhmi sú lipkavec obyčajný (*Galium aparine*), zemedym lekársky (*Fumaria officinalis*), ovos hluchý (*Avena fatua*) a pohánkovec ovíjavý (*Fallopia convolvulus*)(8).

Tab. I. Fytotoxický efekt listových výťažkov rastlín na klíčivosť a rast divokého jačmeňa (Hordeum spotaneum) (18)

Rastlina	Odborný názov	Klíčivosť (%)	Redukcia dĺžky koreňov (%)	Redukcia dĺžky výhonkov (%)
cukrová repa	***Beta vulgaris***	**52,5**	**59,8**	**62,7**
cirok	*Sorghum bicolor*	65,8	54,8	37,3
požlt	*Carthamus tinctorius*	68,3	54,8	52,6
vigna	*Vigna unguiculata*	60,8	49,2	35,8
fazuľa mungo	*Vigna radiate*	65,0	48,6	36,8
fazuľa	*Phaseolus sp.*	70,0	44,9	54,8
pšenica	*Triticum aestivum*	70,0	40,6	28,4
lucerna	*Medicago sativa*	71,4	37,9	48,1
bavlník	*Gossypium hirsutum*	86,7	36,8	16,7
ryža	*Oryza sativa*	75,0	22,9	16,2
hrachor	*Lathyrus hirsutus*	74,2	22,3	20,5
jačmeň	*Hordeum vulgare*	75,0	20,6	10,6
repka	*Brassica napus*	76,7	20,6	19,3
sója	*Glycine max*	85,8	16,7	32,5
ovos	*Avena sativa*	80,0	15,9	22,2
kukurica	*Zea mays*	78,3	13,7	3,9
slnečnica	*Helianthus annuus*	85,8	5,9	12
cícer	*Cicer arietinum*	75,8	3,9	5,1
mohár	*Setaria italica*	80,0	2,5	–0,4
kontrola		93,5	0	0

Alelopatia

Použitie herbicídov, ako častý spôsob regulácie burín v plodinách, je síce pomerne efektívnym postupom, avšak zároveň nákladným. Ďalším nebezpečenstvom použitia zvýšeného množstva herbicídov je znečistenie životného prostredia a vytvorenie rezistencie mnohých burín (9). Jednou z možností nahradenia herbicídov je využívanie vzájomných interakčních vzťahov medzi rastlinami, známych pod pojmom alelopatia. Alelopatiou je všeobecne označovaný špecifický vplyv jedného druhu rastlín na klíčenie, rast a vývoj iného druhu prostredníctvom tzv. alelochemikálií. Alelochemikálie sú prírodnými herbicídmi a sú produkované aj odrodami kultúrnych rastlín. Medzi alelochemikálie patria hlavne alkaloidy, fenoly, terpenoidy a glykozidy. Väčšina alelochemikálií sa v rastlinnom tele nachádza v neaktívnej forme a prostredníctvom rôznych chemických reakcií (hydrolýza, oxidačno-redukčné reakcie, metylácia, dimetylácia atď.) sa vytvárajú zlúčeniny so špecifickými alelopatickými účinkami (10). K alelopatickým účinkom na klíčenie a rast rastlín dochádza prostredníctvom rôznych mechanizmov: znížením mitotickej aktivity buniek v koreňoch a výhonkoch, potlačením hormonálnej aktivity, redukovaným príjmom minerálnych látok, inhibíciou fotosyntézy a dýchania, zníženou priepustnosťou bunkových membrán, inhibíciou aktivity enzýmov a i. (11). Účinok alelochemikálií je zvyčajne nešpecifický, nízka koncentrácia a krátkodobý účinok stimuluje všetky procesy, pri vyššej koncentrácii a dlhšom pôsobení je životná aktivita potlačená, až zastavená.

Alelopatiu ako prostriedok súťaživosti využíva mnoho rastlín s cieľom získať výhody v kompetenčných vzťahoch. Karfiol, kaleráb, pohánka jedlá, slnečnica ročná, orech a niektoré druhy obilnín ako cirok, jačmeň siaty, ovos siaty a raž siata úspešne potláčajú burinové druhy.

Medzi plodiny s výraznými alelopatickými účinkami patria tiež cukrová repa, vlčí bôb a kukurica (11–14). Poznanie alelopatických vzťahov medzi rastlinami môže významne prispieť ku vhodnej voľbe osevných postupov. Malý počet

pestovaných plodín a ich pestovanie po sebe vytvárajú predpoklady pre rapídny nárast skupín burín, ktoré rastú v týchto plodinách. Zmeny v štruktúre pestovaných plodín vyvolávajú zmeny i v druhovom spektre burín (15). Všeobecne napr. platí, že cukrová repa zanecháva pôdu pre jačmeň v lepšom štruktúrnom a živnom stave (16) a ako tradičná predplodina pre jarný jačmeň čiastočne ovlyvňuje jeho zaburinenie. Burinné zloženie jarného jačmeňa pritom závisí tiež od podielu obilnín v osevných postupoch. Medzi neskoré jarné druhy, ktoré sú typické pre porasty cukrovej repy a boli zaznamenané i v jarnom ječmeni, patrí ježatka kuria (*Echinochloa crus-galli*), mrlík biely (*Chenopodium album*) a horčiak štiavolistý (*Persicaria lapathifolia*). Tieto buriny sa vyskytujú predovšetkým v porastoch jarného jačmeňa s nižším podielom obilnín v osevnom postupe. V porastoch s vyšším podielom obilnín sa presadzujú najmä ovos hluchý (*Avena fatua*), lipkavec obyčajný (*Galium aparine*) a fialka roľná (*Viola arvensis*) (17). Na druhej strane však niektoré štúdie pouzkázali na výrazný inhibičný vplyv extraktov cukrovej repy na klíčivosť semien a rast divokého jačmeňa (*Hordeum spontaneum*) (18).

Tab. II. Fytotoxický efekt koreňových výťažkov rastlín na klíčivosť a rast divokého jačmeňa (Hordeum spotaneum) (18)

Rastlina	Odborný názov	Klíčivosť (%)	Redukcia dĺžky koreňov (%)	Redukcia dĺžky výhonkov (%)
cukrová repa	***Beta vulgaris***	**63,3**	**51,1**	**48,5**
lucerna	*Medicago sativa*	58,8	44,22	41,5
fazuľa	*Phaseolus sp*	72,9	42	41,9
bavlník	*Gossypium hirsutum*	80,4	40,8	39,5
vigna	*Vigna unguiculata*	76,7	38,4	32,1
požlt	*Carthamus tinctorius*	72,9	38,2	41,7
hrachor	*Lathyrus hirsutus*	78,3	38,2	24
cirok	*Sorghum bicolor*	70,8	26,9	28,3
fazuľa mungo	*Vigna radiate*	77,1	25,3	20,9
ovos	*Avena sativa*	77,1	20,8	18,7
mohár	*Setaria italica*	76,7	18,7	13,5
jačmeň	*Hordeum vulgare*	71,7	18,6	19,2
slnečnica	*Helianthus annuus*	78,3	17,4	20,6
cícer	*Cicer arietinum*	77,1	12,9	10,7
ryža	*Oryza sativa*	80,4	11,3	15,6
kukurica	*Zea mays*	80,0	11,2	16,4
pšenica	*Triticum aestivum*	72,1	5,8	13,2
repka	*Brassica napus*	85,0	–1,6	6,8
sója	*Glycine max*	81,7	–1,1	12,9
kontrola		89,9	0	0

Alelopatické účinky výťažkov cukrovej repy na rast iných plodín

Alelochemikálie repy cukrovej sú zatiaľ málo preskúmané, prejavujú väčšinou výrazný inhibičný účinok na klíčenie a rast viacerých plodín (13, 18, 19). V listových extraktoch cukrovej repy (*Beta vulgaris* cv. Cical) bolo identifikovaných a kvantifikovaných osem fenolických zložiek, ako je šikimová kyselina, gáfor, kyselina hydroxybenzoová, p-kumarová a vanilínová a taktiež stopové množstvá kumarínu a protokatechovej kyseliny (20). Zistilo sa, že tieto fenolové kyseliny zohrávajú dôležitú úlohu v alelopatických interakciách a výrazne vplývajú na rast niektorých obilnín a burín.

Spomedzi viacerých testovaných rastlín mali listové a koreňové výťažky cukrovej repy najvýraznejšie fytotoxické účinky na rast koreňov a výhonkov divokého jačmeňa (*Hordeum spotaneum*)(18), čo predstavovalo viac než 40% redukciu rastu (tab. I.). Z daných štúdií tiež vyplynulo, že výťažky z cukrovej repy a strukovín sú všeobecne fytotoxickejšie pre rast mnohých rastlín ako výťažky z obilnín (tab. I. a II.). Klíčivosť semien divokého jačmeňa však ovplyvnili extrakty cukrovej repy v menšej miere ako výťažky iných plodín, pričom došlo k vyše 50% inhibícii klíčivosti semien (tab. II.).

Väčšina z testovaných rastlinných druhov, ktoré spôsobili redukciu rastu divokého jačmeňa, pôsobili redukčne aj na rast pšenice (tab. III.). Listové extrakty fazule mungo, cukrovej repy, vigny a požltu spôsobili 40% redukciu rastu koreňov pšenice (tab. III.). Z koreňových extraktov testovaných rastlín mali najväčší inhibičný účinok na rast koreňov pšenice extrakty z fazule mungo, cukrovej repy, hrachoru, lucerny a slnečnice (18). Inhibičné účinky extraktov repy cukrovej sa prejavili aj na raste bavlníka (21).

Z pomerne bohatého spektra burín v porastoch cukrovej repy boli účinky extraktov repy testované na portulake kapustovej (*Portulaca oleracea*) a láskavci (*Amaranthus retroflexus*). Výťažky z repy (10 a 20 g.dm^{-3}) neovplyvnili klíčivosť semien portulaky, spôsobili však 65,5% a 92,1% inhibíciu rastu výhonkov (19). V prípade láskavca vysoké koncentrácie extraktu cukrovej repy (20 g.dm^{-3}) spôsobili redukciu výšky raslín, veľkosti listovej plochy, hmotnosti výhonkov a intenzity fotosyntézy o 34,6 %, 56,3 %, 39,9 % a 47,3 %, pričom daný účinok bol silnejší ako v prípade aplikovaného extraktu zo slnečnice (*Helianthus annuus*) a eukalyptu (*Eucalyptus camaldulensis*) (13).

Alelopatické účinky výťažkov rastlín na rast cukrovej repy

Napriek bohatému spektru burín v cukrovej repe existuje pomerne málo poznatkov o alelopatických účinkoch burín na rast tejto plodiny. Láskavec ohnutý je považovaný za jeden z najviac nebezpečných burín na celom svete a jeho alelopatické účinky sú dobre známe (22). Extrakty z láskavca obsahujú alelochemikálie, ako sú aldehydy, alkaloidy, apokarotenoidy, flavonoidy, steroidy, xyloidy a saponíny (23), ktoré sú vylučované z láskavca vzdušnou cestou a prostredníctvom dažďovej alebo závlahovej vody sa dostávajú do pôdy (24, 25). Viaceré štúdie poukázali na 40–50% inhibíciu rastu plodín vplyvom výťažkov z láskavca (26–28). Nižší výnos cukrovej repy o 31 % bol zaznamenaný pri hustote porastu láskavca 1,5 rastliny na 1 m^2 (29). Extrakty z láskavca znižujú tiež klíčivosť cukrovej repy až o 53,4 % (23).

Ďalšou študovanou burinou v súvislosti s alelopatickými účinkami na rast cukrovej repy je voškovník taliansky (*Xanthium*

Tab. III. Fytotoxický efekt výťažkov z listov, výhonkov a koreňov rôznych rastlín na rast koreňov pšenice (18)

Rastlina	List	Výhonok	Koreň
	Redukcia (%)		
fazuľa	37,6	47,6	51,6
cukrová repa	**46,5**	**–**	**46,6**
hrachor	11,6	34,8	46,1
lucerna	27,7	7,8	43,6
slnečnica	–4,0	27,2	36,1
bavlník	25,5	5,4	36,1
fazuľa mungo	46,8	6,0	32,7
cícer	6,3	4,5	32,2
vigna	42,3	20,1	27,8
mohár	11,3	29,6	26,5
kukurica	–0,3	18,2	19,3
sója	2,7	–2,8	9,0
požlt	40,9	34,1	7,5
cirok	28,1	22,1	6,5
repka	24,8	6,8	2,5
ryža	18,5	54,3	1,8
ovos	7,3	14,7	3,3
jačmeň	25,3	2,4	1,5
pšenica	28,9	6,4	1,0
kontrola	0	0	0

italicum). Alelochemikálie vylučované voškovníkom pôsobia inhibične na klíčivosť semien repy najmä pred závlahou (až 80% inhibícia), po zavlažovaní daný účinok výrazne klesá až mizne. Naopak rast cukrovej repy je výťažkami danej buriny stimulovaný najmä v čase pred závlahami (30). Rozdiely v účinku výťažkov voškovníka sa tiež prejavili v závislosti od časti rastliny, z ktorej boli výťažky získané. Výťažky z koreňov mali silnejší účinok (30).

Uvedené výskumy poukazujú na skutočnosť, že alelopatické rastliny môžu produkovať inhibičné aj stimulačné látky v rôznom množstve a zložení, pričom konečný efekt alelopatie závisí od aktuálnych podmienok prostredia rastlín na ktoré dané alelochemikálie pôsobia (napr. vlhkosť a zloženie pôdy, hustota porastu, svetlo atď.) a tiež od vývinového štádia akceptorovej rastliny.

Využitie alelopatických vzťahov v poľnohospodárskych postupoch ako nástroj pre reguláciu porastu burín vedie nielen k zníženiu zaburinenosti, ale zároveň môže chrániť plodiny pred patogénmi a vplývať aj na zásobovanie pôdy živinami. Reálne aplikovateľným agroekologickým postupom pre reguláciu zaburinenosti sa postupne stáva kombinovaná aplikácia herbicídnych prípravkov a alelochemikálií (31, 32).

Záver

Príspevok sa zameriava na alelopatické vzťahy medzi rastlinami významné z hľadiska pestovania cukrovej repy. Alelopatiou je všeobecne označovaný špecifický vplyv jedného druhu rastlín na klíčenie, rast a vývoj iného druhu prostredníctvom tzv. alelochemikálií. Alelochemikálie repy cukrovej sú zatiaľ málo preskúmané, prejavujú väčšinou výrazný inhibičný účinok na klíčenie a rast viacerých plodín, čo je potrebné zohľadniť pri voľbe osevných postupov. Čoraz väčší význam nadobúdajú inhibičné účinky extraktov repy na rast burín, nakoľko môžu byť využité ako prírodné herbicídy. Použitie alelochemikálií môže znížiť náklady na herbicídne zásahy v porastoch cukrovej repy a zároveň je šetrnejšie k životnému prostrediu.

Práca bola podporená výskum. zámerom VEGA 1/0509/122012 a výskumným zámerom Európskeho spoločenstva v rámci projektu: Vybudovanie výskumného centra „AgroBioTech“, projekt číslo 26220220180.

Súhrn

Zaburinenosť a jej obmedzovanie sú pri pestovaní repy cukrovej prvoradé a spojené s relatívne vysokými výrobnými nákladmi. Jednou z možností nahradenia herbicídov je využívanie vzájomných interakčných vzťahov medzi rastlinami, známych pod pojmom alelopatia. Alelopatiou je všeobecne označovaný špecifický vplyv jedného druhu rastlín na klíčenie, rast a vývoj iného druhu. Cukrová repa patrí medzi plodiny s výraznými alelopatickými účinkami, ktoré sa prejavujú na raste iných poľnohospodárskych plodín a taktiež burín. Alelopatické účinky extraktov repy sú pritom skôr inhibičného charakteru, čo môže mať význam z hľadiska využitia agroekologických postupov v regulácii zaburinenosti, na druhej strane však ako predplodina môže ovplyvniť výnosy iných pestovaných plodín. Konečný efekt alelopatie závisí od viacerých faktorov (vývinové štádium rastlín, obsah živín v pôde, klimatické faktory, hustota porastu, atď.), preto je pri pestovaní cukrovej repy dôležitý komplexný prístup v závadzaní nových agroekologických postupov.

Kľúčové slová: cukrová repa, alelopatia, regulácia zaburinenosti, osevný postup.

Literatúra

1. Tóth, Š.: Rizikové faktory reziduí herbicídov na produkciu repy cukrovej. *Listy cukrov. řepař.*, 123, 2007 (5–6), s. 158–161.
2. Jursík, M. et al.: Competitive relationships between sugar beet and weeds in dependence on time of weed control. *Plant SoilEnviron.*, 54, 2008 (3), s. 108–116.
3. Šimurková, J.: Najdôležitejšie problémy s burinami v porastoch repy cukrovej. *Naše pole*, 7, 2003 (6), s. 17.
4. Schweizer, E.: Common Lambsquarter, (*Chenopodium album*), interference in sugar beet weed control. *Weed Sci.*, 31, 1983, s. 5–8.
5. Amiri, H.: Efficient management of herbicide at sugar beet fields in lorestan. *Int. J. Agron. Plant Prod.*, 4, 2013 (8), s. 1835–1838.
6. Tóth, Š.: Cukrová repa verzus buriny. *Listy cukrov. řepař.*, 120, 2004 (4), s. 130–131.
7. Smatana, J.; Macák, M.; Demjanová, E.: Regulácia zaburinenosti repy cukrovej v agroklimatických podmienkach juhozápadného Slovenska. *Listy cukrov. řepař.*, 127, 2011 (4), s. 132–137.
8. Líška, E.; Černuško, K.; Týr, Š.: *Náuka o burinách.* Nitra: VES VŠP, 1996, 130 s., ISBN 80-7137-316-8.
9. Holt, J. S.; Lebaron, H. N.: Significance and distribution of herbicide resistance. *Weed Technol.*, 4, 1990, s. 141–149.
10. Whittaker, R. H.; Fenny, P. P.: Allelochemicals.: Chemical interactions between species. *Science (NY)*, 171, 1971, s. 575–570.
11. Rice, E. L.: *Allelopathy.* 2nd Ed., Orlando: Acad. Press, 1984, s. 422.
12. Asghari, J.; Tewari, J. P.: Allelopathic potential of eight barley cultivars on *Brassica juncea* (L.) Czern and *Setaria viridis* (L.) p. Beauv. *J. Agr. Sci. Tech.*, 9, 2007, s. 165–176.

13. Dadkhah, A.: Phytotoxic effects of aqueous extract of eucalyptus, sunflower and sugar beet on seed germination, growth and photosynthesis of *Amaranthus retroflexus*. *Allelopathy J.*, 29, 2012 (2), s. 287–296.
14. Seyyedi, M. et al.: Allelopathic potential of sunflower and casterbean on germination properties of dodder (*Cuscuta compestris*). *Afr. J. Agric. Res.*, 8, 2013 (7), s. 601–607.
15. Winkler, J. et al.: Field crop weeds under conditions of diverse crop rotation. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 15, 2012, s. 76–78.
16. Zimolka, J. Et Al.: *Ječmen, formy a užitkové směry v České republice*. 1. vyd., Praha: Profi Press, 2006, 200 s., ISBN 80-86726-18-5.
17. Neischl, A. et al.: Vliv osevního postupu na aktuální zaplevelení jarního ječmene pěstovaného po cukrovce. *Listy cukrov. řepař.*, 130, 2014 (1), s. 24–27.
18. Miri, H. R.: Allelopathic potential of various plant species on *Hordeum Spontaneum* L. *Adv. Environ. Biol.* 5, 2011 (11), s. 3543–3549.
19. Dadkhah, A.: Phytotoxic potential of sugar beet (*Beta vulgaris*) and eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) to control purslane (*Portulaca oleracea*) weed. *Acta Agric. Scand. Sect B Soil Plant Sci.*, 63, 2013 (1), s. 46–51.
20. Hegabet, M. M. et al.: Autotoxicity of chard and its allelopathic potentiality on germination and some metabolic activities associated with growth of wheat seedlings. *African J. Biotechnol.*, 7, 2008 (7), s. 884–892.
21. Kalburtji, K. L.; Gagianas, A.: Effects of sugar beet as a proceeding crop on cotton. *J. Agron.Crop.Sci.*, 178, 1997 (1), s. 59–63.
22. De Souza, M. C. et al.: Allelopathy in pigweed (a review). *Commun. Soil Sci.*, 1, 2011 (1), s. 5–12.
23. Anaya, L. et al.: Perspectives on allelopathy in Mexican traditional agroecosystems: A case study in Taxcala. *J. Chem. Ecol.*, 13, 1987, s. 2083–2101.
24. Aguyoh, J.; Masiunas, N. J. B.: Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) with snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Weed Sci.* 51, 2003, s. 202–207.
25. Khanh, T. D. et al.: The exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production. *J. Agron. Crop Sci.*, 191, 2005, s. 172–184.
26. Menges, R. M.: Allelopathic effects of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) on seedling growth. *Weed Sci.*, 36, 1988, s. 325–328.
27. Qasem, J. R.: The allelopathic effect of three *Amaranthus* spp. (pigweeds) on wheat (*Triticum durum*). *Weed Res.*, 35, 1994, (1), s. 41–49.
28. Namdari, T. et al.: Allelopathic effects of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) root exudates on common bean seedling growth. *Int. Res. J. Appl. Bas. Sci.*, 3, 2012 (6), s. 1230–1234.
29. Stabbing, J. A. et al.: Rowspacing, redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) density, and sugar beet (*Beta vulgaris*) cultivar effects on sugar beet development. *J. Sugar Beet Res.*, 37, 2000, s. 11–31.
30. Dávid, I.; Radócz, L.: Az olasz szerbtövis allelopátiájának vizsgálata cukorrépa tesztnövényeken, Agrártudományi Közlemények, 16, 2005, s. 74–77.
31. Cheema, Z. A.; Khaliq, A.; Akhtar, S.: Use of sorgaab (sorghum water extract) as a natural weed inhibitor in spring mungbean. *Int. J. Agri. Biol.*, 4, 2001, s. 515–518.
32. Miri, H. R.; Armin, M.: The use of plant water extracts in order to reduce herbicide application in wheat. *Eur. J. Exp. Biol.*, 3, 2013 (5). s. 155–164.

Piršelová B.: Importance of Allelopathy in Terms of Sugar Beet Growing

When growing sugar beet, weed infestation and its reduction belong among the most significant factors and are connected with relatively high production costs. One of the options to avoid the use herbicides is mutual interaction between plant species, also known as allelopathy. Allelopathy is generally described as a specific effect of one plant species on the germination, growth and development of other species. Sugar beet belongs to a group of plants with significant allelopathic effects that have a strong impact on the growth of other agricultural plant species as well as growth of weed. Allelopathic effects of sugar beet extracts are of an inhibition character which can be useful in terms of utilizing agro-ecologic means to reduce weed infestation; however, on the other hand sugar beet as the preceding crop can influence the yields of other (successive) crops. The overall effect of allelopathy depends on a number of factors (plant development stage, nutrition content in soil, climatic factors, plant population density etc.), therefore a complex approach to introduction of new agro-ecologic procedures in growing sugar beet is very important.

Key words: sugar beet, allelopathy, weed control, crop rotation.

Kontaktná adresa – Contact address:

RNDr. Beáta Piršelová, PhD., Univerzita Konštantína filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied, Katedra botaniky a genetiky, Nábrežie Mládeže 91, 949 74 Nitra, Slovenská republika, e-mail: bpirselova@ukf.sk