

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA KOROVNIH VRSTA RODA *PANICUM* L.

Filipa BURUL¹, Valentina ŠOŠTARČIĆ², Maja ŠĆEPANOVIĆ²

¹Studentica MS Fitomedicina, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

²Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju,
Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

vsostarcic@agr.hr

Prihvaćeno: 18-6-2020

SAŽETAK

Rod *Panicum* obuhvaća veći broj vrsta (370 - 600) raširenih u svijetu, a podrijetlom je iz tropskih i subtropskih krajeva. U RH su prisutne četiri vrste iz ovog roda: *Panicum capillare* L., *Panicum dichotomiflorum* Michx., *Panicum miliaceum* L. i *Panicum riparium* H. Scholz od kojih se prve tri pojavljuju kao korovi okopavinskih usjeva. *Panicum capillare* i *Panicum dichotomiflorum* invazivne su vrste na području RH: *P. capillare* prvi put zabilježen u RH 60-ih godina, *Panicum dichotomiflorum* 70-ih, a *Panicum miliaceum* 90-ih godina prošlog stoljeća. Ovisno o različitom vremenu pojave na prostoru RH, u usjevima je kao korovna vrsta najrasprostranjeniji *P. capillare* kojeg slijedi *P. dichotomiflorum* te potom *P. miliaceum*. Navedene su vrste prema životnom ciklusu jednogodišnje te se šire isključivo sjemenom. Sjeme se najčešće širi poljoprivrednim strojevima i oruđem, ali je znatno prisutna epizoozorija te anemohorija. Za razliku od ostalih monokotiledonih korovnih svojti čije sjeme u banci sjemena brzo gubi klijavost, sjeme *P. dichotomiflorum* može sačuvati klijavost i do 20 godina, čineći perzistentnu banku sjemena u tlu. Sve su navedene vrste kasnoproletne s temperaturnim minimumom za klijanje od 10 °C i više te optimumom od 30 °C. Suzbijanje vrsta roda *Panicum* najčešće se provodi herbicidima. Ipak, zbog kasnog nicanja u usporedbi s drugim korovnim travama u kukuruзу, često izbjegnu aplikaciju herbicida, što se potom pogrešno tumači lošom učinkovitosti. No, poznavanjem biologije i ekologije vrsta moguća je uspješna integrirana zaštita te primjena nekemijskih mjera poput zasjenjivanja, odnosno korištenja pokrovnih kultura, smanjenja razmaka sjetve te korištenja plodoreda i obrade tla.

Ključne riječi: *Panicum capillare*, *Panicum dichotomiflorum*, *Panicum miliaceum*, korovi, kukuruz

BIOLOGY AND ECOLOGY OF PANICUM WEED SPECIES

SUMMARY

The genus *Panicum* includes a large number of species (370 - 600) widespread in the world, originating from tropical and subtropical regions. In Croatia, four *Panicum* species are present: *Panicum capillare* L., *Panicum dichotomiflorum* Michx., *Panicum miliaceum* L., and *Panicum riparium* H. Scholz, of which the first three appear as summer crop weeds. *Panicum capillare* i *Panicum dichotomiflorum* are invasive species in Croatia: *P. capillare* was first recorded in the 1960s, *P. dichotomiflorum* in the 1970s, and *P. miliaceum* in the 1990s. Depending on the different time of occurrence, the distribution in crops as a weed species is the highest for *P. capillare*, followed by *P. dichotomiflorum* and then *P. miliaceum*. According to the life cycle, these species are annual and spread exclusively by seed. Seeds are most often spread by agricultural machinery and tools, but also by animals and wind. Unlike other monocotyledonous weed species whose seeds in the seed bank quickly lose germination, *Panicum* seeds can retain germination for up to 20 years and thus form a persistent seed bank in the soil. All listed species are late spring with a temperature minimum for germination of 10° C and an optimum of 30° C. Control of species of the genus *Panicum* is most often carried out with herbicides. However, due to late germination compared to other weeds in maize, they often avoided herbicides application which is then misinterpreted as poor efficiency. However, with knowledge of the biology and ecology of the species, successful integrated management and the application of non-chemical measures such as shading or the use of cover crops, reducing the sowing distance and the use of crop rotation and tillage are possible.

Key words: *Panicum capillare*, *Panicum dichotomiflorum*, *Panicum miliaceum*, weeds, corn

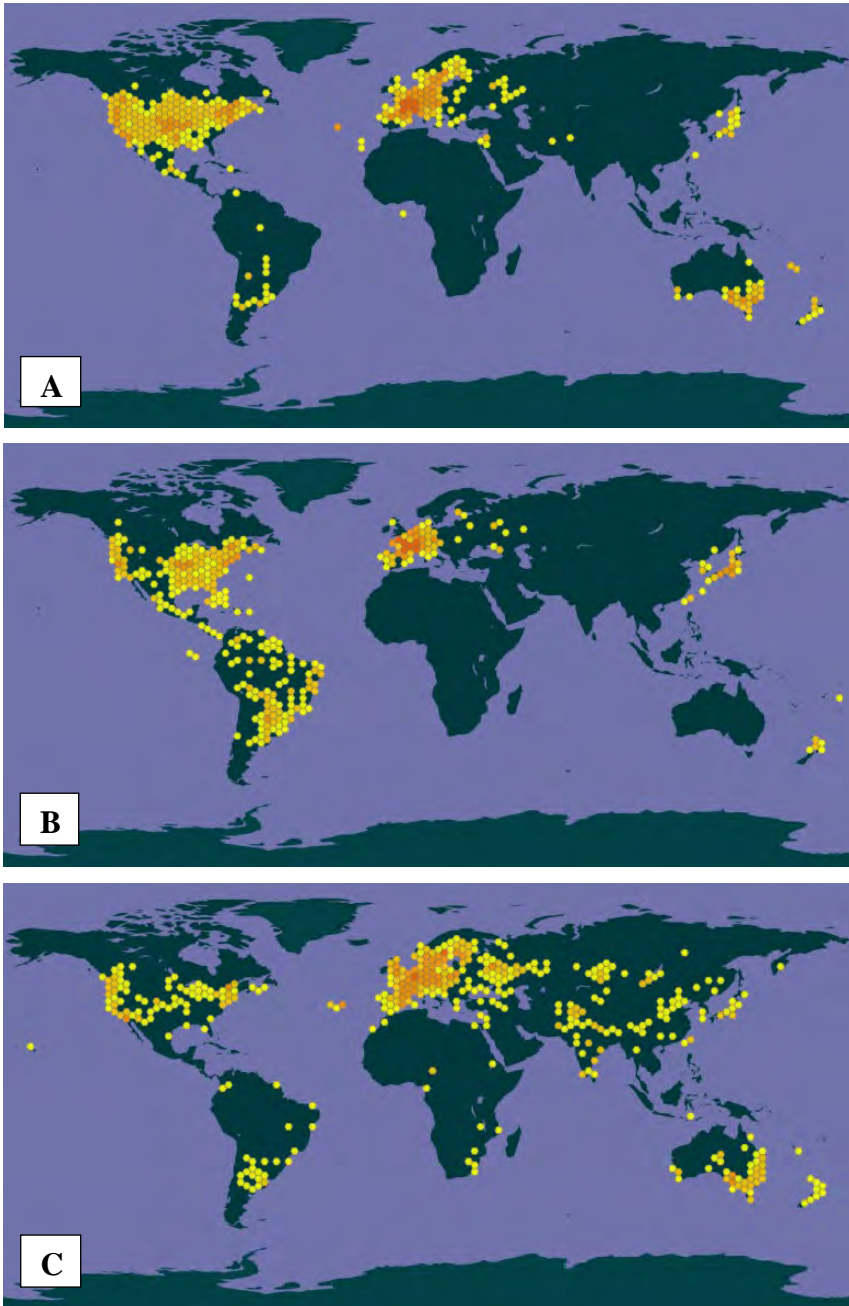
UVOD

Rod *Panicum*, engleskog naziva panicgrass, obuhvaća veliki broj svojti koje se koriste u ljudskoj i stočnoj ishrani, ali i onih koje su se izdvojile kao korovi. Jedan je od najvećih rodova porodice Poaceae (Clayton i Renvoize, 1986). Broj svojti ovoga roda prema različitim autorima varira, a kreće se od 370 (Poilecot, 1999) do 450 (Webster, 1993) ili 600 (Diggs i sur., 1999). Cavers i Kane (2016) navode da je broj svojti roda *Panicum* bio podložan promjenama zbog premještanja vrsta u druge rodove (primjerice rod *Dichanthium*, *Setaria*, *Echinochloa* i dr.) uslijed razlika u morfološkim karakteristikama. Rod *Panicum* ime dobiva po latinskoj riječi *panis* (kruh) prema vrsti *Panicum italicum* L. (sin. *Setaria italica* (L.) P. Beauv.), nekadašnjem pripadniku roda *Panicum* koji se, prema Pliniju, koristio za izradu kruha u antičko doba (Gligić, 1953). Vrste

ovoga roda pripadnice su prosolikih žitarica, odnosno potporodice Panicoideae u koju pripadaju npr. kukuruz, sirak i riža. Zajednička im je karakteristika sjeme okruglastog ili ovalnog oblika koje se koristi u prehrani ljudi i ishrani stoke. Zajednička su im i pojedina morfološka, biološka i agrotehnička svojstva (Pospišil, 2010). U ratarskoj je proizvodnji gospodarski najznačajnija vrsta roda *Panicum* usjevno proso (*Panicum miliaceum* L.) koje se uzgaja već 8000. g. pr. Kr. Pretpostavlja se da je podrijetlom iz srednje i istočne Azije (Kovačević i Rastija, 2014). U sjeverozapadnoj Kini pronađena je zdjela s rezancima dobivenima od usjevnog prosa i klipastog muhara (*Setaria italica* syn. *Panicum italicum*) starih 4000 godina (Lu i sur., 2014). Prema Knörzer (1999) u Europi je započeo uzgoj usjevnog prosa (*P. miliaceum*) 5000 g. pr. Kr. No, uvođenjem krumpira u prehranu proso je izgubilo na važnosti (Böckler, 1954). Međutim danas je proso važna žitarica u bezglutenskoj prehrani (McSweeney i sur., 2017) i proizvodnji alkohola (Zarnkow i sur., 2010). Najveći su proizvođači prosa Indija, s uzgojem na 9 107 000 ha, i afričke zemlje Niger, Mali, Nigerija i Sudan s ukupno 15 740 830 ha proizvodnje. U Hrvatskoj se proso uzgaja na 98 ha s prinosom od 2,18 t/ha (FAOSTAT, 2018), a često se uzgaja i kao postrni usjev za proizvodnju zelene mase i sijena (Kovačević i Rastija, 2014). Rod *Panicum* ističe se i u hortikulturnoj proizvodnji pa je tako, prema Perennial Plant Association (PPA), ukrasna vrsta *Panicum virgatum* L. proglašena biljkom 2014. godine (PPA, 2014). Navedena se vrsta upotrebljuje i u proizvodnji biogoriva (McLaughlin i Kszos, 2005). Međutim unutar roda *Panicum* prisutne su i korovne vrste. U Hrvatskoj su zabilježene tri korovne vrste prosa: *Panicum capillare* L. (vlasasto proso), *P. dichotomiflorum* Michx. (glatko ili račvasto proso) i *P. miliaceum* L. (divlje proso) (Hulina, 1998). Radi se o alohtonim vrstama podrijetlom iz Sjeverne i Južne Amerike prvi put zabilježenim u Hrvatskoj tijekom 60-ih i 70-ih godina. u okolici Zagreba (Mitić, 2014).

PODRIJETLO I RASPROSTRANJENOST

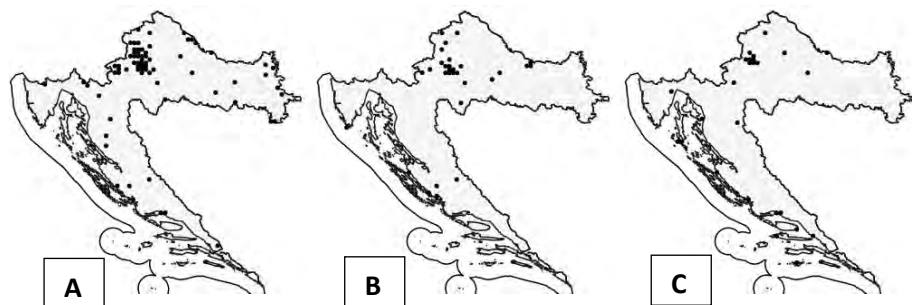
Rod *Panicum* odlikuje se brojnim kozmopolitskim vrstama koje su prema Zoulaga i Soderstorm (1985) većinom podrijetlom iz tropskih i subtropskih područja (slika 1). Razlog uspješnom širenju vrsta ovoga roda u različita područja svijeta je evolucijska promjena u obliku stjecanja C₄ tipa fotosinteze čime se omogućio opstanak na mjestima gdje bi nepovoljne temperature ograničile ili onemogućile odvijanje C₃ tipa fotosinteze. Došlo je i do promjena u životnom ciklusu gdje jednogodišnje vrste zauzimaju toplija staništa, dok višegodišnje opstaju u hladnijem klimatu (Zoulaga i sur., 2018). Hulina (1988) navodi da vrste roda *Panicum* imaju visok invazivni potencijal te su vrlo brzo postale učestale korovne trave u okopavinskim usjevima.



Slika 1. Rasprostranjenost vrsta roda *Panicum* u svijetu: A) vlasasto proso (*Panicum capillare*), B) glatko proso (*P. dichotomiflorum*), C) divlje proso (*P. miliaceum*). Izvor: GBIF, 2020.

Figure 1 Worldwide distribution of genus *Panicum*: A) witchgrass (*Panicum capillare*), B) fall panicum (*P. dichotomiflorum*), C) common millet (*P. miliaceum*). Source: GBIF, 2020.

U Hrvatskoj su najzastupljenije tri vrste: *Panicum capillare* L. (vlasasto proso, eng. witchgrass), *P. dichotomiflorum* Michx. (glatko ili račvasto proso, eng. fall panicum) i *P. miliaceum* L. (divlje proso, eng. common millet) kao biotip kulturnog odnosno usjevnog prosa koji se počeo nekontrolirano širiti (Hulina, 1998). Navedene vrste danas su prisutne uglavnom u kontinentalnom i manje u priobalnom dijelu (slika 2).



Slika 2. Rasprostranjenost vrsta roda *Panicum* u RH: A) vlasasto proso (*Panicum capillare*), B) glatko proso (*P. dichotomiflorum*), C) divlje proso (*P. miliaceum*). Izvor: Nikolić, 2020

Figure 2 Distribution of genus *Panicum* in Croatia: A) witchgrass (*Panicum capillare*), B) fall panicum (*P. dichotomiflorum*), C) common millet (*P. miliaceum*). Source: Nikolić, 2020

Biotip „podivljalog“ usjevnog prosa *P. miliaceum* L. (PANMI¹) javio se početkom 70-ih godina prošlog stoljeća u SAD-u odakle se počeo rapidno širiti (Hulina, 1998). Vrlo brzo je prepoznat kao napasna korovna vrsta (Harvey, 1979; cit. Hulina, 1998). Divlje proso se od usjevnog prosa razlikuje po većoj produkciji suhe tvari i većom visinom, crnom bojom sjemena kao i većom sjemenskom proizvodnjom (Eberlein i sur., 1990). Prema Strand i Behrens (1979), divlje proso proizvodi 5382 i više sjemenka/m². Produkcija je sjemena manja kad divlje proso raste u usjevima dobrih kompetitivnih sposobnosti koji mogu nadržati mlade biljke divljeg prosa (Eberlein i sur., 1990). Primjerice, u grahu divlje proso proizvede 426 milijuna sjemenka, u kukuruzu 34 mil., a u ječmu 1,5 mil. sjemenka/ha, čak i pri uporabi mjera suzbijanja (O'Toole i Caverns, 1983). Sjemenke divljeg prosa imaju dva puta veću masu od sjemenka usjevnog prosa (James i sur., 2011). Također sporije usvajaju vodu od usjevnog prosa, stoga i duže vrijeme perzistiraju u tlu (Khan i sur., 1996). Sjeme divljeg prosa ostaje dormantno četiri i više godina u tlu, pri čemu su se kao najpovoljnija za klijanje pokazala ocjedita tla (Colosi i sur. 1988). U povoljnim uvjetima može proklijati tijekom nekoliko dana. Međutim, donja (*lemma*) i gornja (*palea*) cvjetna pljevica na sjemenu ograničavaju usvajanje vode te dolazi do klijanja tek nakon njihovog oslabljenja ili uništenja (James i sur.,

¹ EPPO (2020)

2011). Klijanje je neujednačeno te se odvija kroz duže razdoblje (Carpenter i Hopen 1985; Colosi i sur., 1988; Clements i sur., 2004), i to u temperaturnom rasponu od 13 do 34 °C (James i sur., 2011). Zbog neujednačenog nicanja u tlu se stvara velika banka sjemena koja predstavlja izvor zakorovljenosti divljeg prosa tijekom nekoliko godina (James i sur., 2011). Širenju sjemena divljeg prosa u poljoprivrednim sustavima posebno su pogodovali kombajni i oruđe korišteno za obradu tla (Cavers i Kane, 2016). Tim putem u vrijeme žetve kulture sjeme biva preneseno na udaljenosti veće od 50 metara (McCanny i sur., 1988). I miševi humkaši (*Mus spicilegus* Petenyi.) prenose sjeme divljeg prosa, a humci, u koje sakupljaju sjeme, predstavljaju žarišta zakorovljenosti (Hulina, 1998). U Hrvatskoj je divlje proso prvi put utvrđeno 1994. u usjevima kukuruza, krumpira i šećerne repe (Hulina, 2007). U SAD-u se ubraja u najučestalije korovne vrste u kukuruзу (Williams i sur., 2008) i smatra najproblematičnijim jednogodišnjim uskolisnim korovom kukuruza šećerca (Davis i Williams, 2007; So i sur., 2009). Osim u kukuruзу, predstavlja problem i u uzgoju soje, krumpira i povrtnih kultura (O'Toole i Cavers, 1983). Prema istraživanju Wilson i Westra (1991), gustoća zakorovljenosti od 10 biljaka divljeg prosa/m² uzrokuje pad prinosa kukuruza za 13-22 %, dok jednaka zakorovljenost u grahu dovodi do pada od 12 do 31 % (Wilson, 1993). Nicanje prosa poklapa se s nicanjem kukuruza, no proso vrlo brzo ostvaruje prednost zbog bržeg i snažnijeg rasta i manjih zahtjeva za vodom. Već za 60 do 90 dana ostvaruje reproduktivnu sposobnost (Stump, 1984; Scholz i Mikolas, 1991) zbog čega donosi sjeme prije zriobe kukuruza i soje (Stump, 1984). Međutim sjeme ostaje na biljci i može biti preneseno s polja na polje poljoprivrednim strojevima (Stump, 1984). Divlje proso pričinjava i neizravne štete u usjevima. Navodi se kao domaćin ličinke kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis* Hübner.), stoga prisutnost divljeg prosa u usjevu kukuruza može pogodovati napadu kukuruznog moljca (Alex i sur., 1980). Može otežavati žetvu, odnosno berbu začepeljivanjem kombajna svojom nadzemnom masom (James i sur., 2011). Dodatna štetnost divljeg prosa leži i u njegovom izrazitom polimorfizmu. Naime radi se o vrlo polimorfnoj biljnoj vrsti što pogoduje njenim kolonizatorskim sposobnostima (Hulina, 1998). U Hrvatskoj je divlje proso prepoznato kao izrazito napasna (Hulina, 2010) korovna vrsta, a najzastupljenije su tri podvrste (Hulina, 1998): *Panicum miliaceum* subsp. *ruderales* - ima izraženo svojstvo osipanja sjemena pri zriobi što olakšava njegovo širenje. Često se javlja u usjevu kukuruza i soje (Scholz, 1983); *P. miliaceum* subsp. *agricolum* - u Hrvatskoj se pojavljuje u usjevima kukuruza, krumpira i šećerne repe (Hulina, 1998). Posjeduje veći broj metlica po biljci (4 - 20) od kojih svaka metlica sadrži 520 -1150 sjemenka (Hulina, 1998). Ima neujednačenu zriobu i sjeme koje je nepalatabilno (neukusno) za ptice, stoga je riječ o podvrsti čije je sjeme nakon osipanja duže vrijeme zastupljeno u banci sjemena tla (Hulina, 1998; Cavers i Kane, 2016). Posjeduje i sposobnost ekstenzivnog povećanja korijenovog sustava zakorjenjivanjem prvoga nodija

vlati (1 - 5 vlati/biljci) (Hulina, 1998); posljednja podvrsta *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* - manje je agresivna vrsta od navedenih (Kaume, 2006). Ima krupno sjeme i veliku sjemensku proizvodnju po biljci, no dormantnost je sjemena slabije izražena (Hulina, 1998).

Glatko ili račvasto proso *Panicum dichotomiflorum* Michx. (PANDI²) invazivna je vrsta u Hrvatskoj (Boršić i sur., 2008; Nikolić i sur., 2014). Pretpostavlja se da je nenamjerno uneseno hranom, odnosno sjemenkama za ptice (Maslo i Šarić, 2016). Podrijetlom je iz Amerike odakle se proširilo i udomaćilo u gotovo svim zemljama Europe te u Aziji i Australiji (Maslo i Šarić, 2016). Prvi nalaz glatkog prosa u Hrvatskoj bio je u blizini Turopolja na obali rijeke (Hulina, 1998) te u polju kukuruza, na poljskom putu i na granicama između polja (Ilijanić i Marković, 1986) pa isti autori pretpostavljaju da glatko proso nije zamijećeno prije zbog morfološke sličnosti s divljim prosom. Može se pronaći na napuštenim područjima, uz ceste, putove, obale rijeka i jezera (Maslo i Šarić, 2016). Danas je čest korov okopavina. Međutim javlja se i kao ruderalna vrsta na napuštenim područjima i uz prometnice, a posebno na vlažnijim tlima (Maslo i Šarić, 2016). Odero i sur. (2016) ističu glatko proso kao problematičan korov u šećernoj repi. U soji glatko proso uzrokuje pad prinosa za 21 - 41 % (Alex, 1980). Štetnost glatkog prosa proizlazi također iz visoke sjemenske produkcije (Gross i Smith, 1991). Sjeme se često širi epizoohorijom (Marino i sur., 1997). Jedna biljka može proizvesti i više od 10 000 sjemenka (Govinthasamy i Cavers, 1995) koje mogu mirovati u tlu u dormantnom stanju i do 20 godina (Alex, 1980). Nakon stratifikacije mogu proklijati pri širokom spektru temperatura (Baskin i Baskin, 1983). Od ostalih neizravnih šteta navodi se i mogućnost otrovanja stoke zbog sadržaja steroidnih saponina u biljci (Miles i sur., 1993), a Edwardson i Christie (1991) navode glatko proso kao domaćina virusa zapadne žutice šećerne repe BWYV (Beet western yellows virus) koji se ubraja u ekonomski najvažnije virusne bolesti šećerne repe.

Vlasasto proso *Panicum capillare* L. (PANCA³) u Hrvatsku je uneseno kao ukrasna vrsta (ethelohorija) za izradu ukrasnih aranžmana (Hulina, 1998) te se potom proširio kao korovna vrsta. Wax i sur. (1981) navode ga kao najučestaliju uskolisnu ljetnu vrstu u kukuruзу i soji, zajedno s koštanom (*Echinochloa crus-galli* L. Beauv.). Utvrđena je učestalija pojava vlasastog prosa na poljima kukuruza s reduciranom ili no-till obradom tla nego na konvencionalno obrađenom tlu (Frick i sur., 1990). Ova je pojava uglavnom povezana s jako sitnim sjemenom prosa koje, pri reduciranom sustavu obrade tla, ostaje na površini i omogućeno mu je nicanje. Primjenom konvencionalne obrade tla sjeme biva uneseno dublje u tlo te postaje dormantno. Clements i sur. (2004) navode da zbog svoje male veličine (1 -2 x 0,5 - 1 mm) ne može poniknuti iz dubljih slojeva tla što je čest slučaj kod sjemenka korova manjih

² EPPO (2020)

³ EPPO (2020)

dimenzija. Vlasasto se proso može javiti i kao korov na travnjacima čime negativno utječe na njihovu kvalitetu (Clements i sur., 2004). Sposoban je rasti na različitim tipovima tla (Darbyshire i Cayoutte, 1995), a posebno uspješno raste na suhim (Runnels i Schaffner, 1931) ili pjeskovitim tlima (Weaver i Albertson, 1944). Zgierska (1986) navodi ga kao pionirsku vrstu posebno zbog tolerancije na visoku zaslanjenost tla. Odlikuje se visokom sjemenskom proizvodnjom s 10 000 - 12 000 sjemenka po biljci (Hulina, 1998), a prema Clements i sur. (2004) sjeme ostaje dugo vijabilno u tlu. Autori ističu nekoliko neizravnih šteta vlasastog prosa. Može se ponašati kao akumulator nitrata te u određenim uvjetima sadržavati razine koje su potencijalno toksične za stoku pri ispaši (Kingsbury, 1964). Također vlasasto proso ljetni domaćin sremzinoj lisnoj uši (*Rhopalosiphum padi* L.) i kukuruznoj lisnoj uši (*R. maidis* Fitch.) (Kieckhefer i Lauden, 1983). Domaćin je i gospodarski vrlo štetnim virusima poput virusa žute patuljivosti ječma (Barley yellow dwarf virus, BYDV) te virusa crtičastog mozaika pšenice (Wheat streak mosaic virus, WSMV) (Christian i Willis, 1993; Hulina 1993).

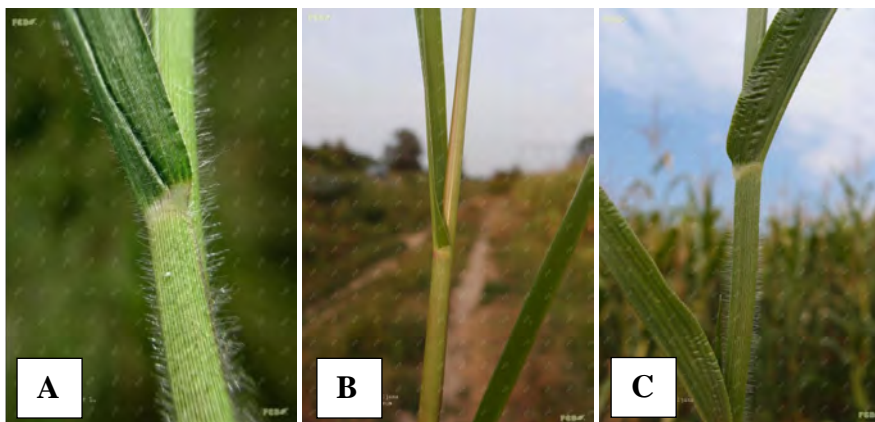
MORFOLOŠKA OBILJEŽJA RODA *PANICUM*

Vrste roda *Panicum* jednosupnice su (monokotiledone) čija je najprepoznatljivija morfološka karakteristika uski list zbog čega se i nazivaju uskolisnim vrstama (Stump, 1984). Plojka lista prosolikih žitarica, u koje spadaju prosa, nešto je šira nego strnih žitarica. Kao u svih jednosupnica, nervatura je paralelna, ali u prosolikih je žitarica jače izražena središnja žila. Biljke roda *Panicum* imaju korijen koji seže do 1,5 m dubine tla (Kovačević i Rastija, 2014). Čvor busanja tjera postrane vlati odmah nakon klijanja te se bus razvije vrlo brzo. Nakon zriobe prestaje aktivacija čvora busanja (Hulina, 1998). Vlat je, kao i ostalih prosolikih žitarica, ispunjena parenhimom (Kovačević i Rastija, 2014). Vlat divljeg i vlasastog prosa raste uspravno (Stump, 1984) te ima cilindričan oblik (Cavers i Kane, 2016), dok se u glatkog prosa (*P. dichotomiflorum*) javlja „cik-cak“ rast zbog presavijanja vlati na nodijima (Maslo i Šarić, 2016).



Slika 3. "cik-cak" rast vlati glatkog prosa (*Panicum dichotomiflorum*). Izvor: CAFE, 2013.
Figure 3 „zigzag“ appearance of the stem of fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*).
Source: CAFE, 2013

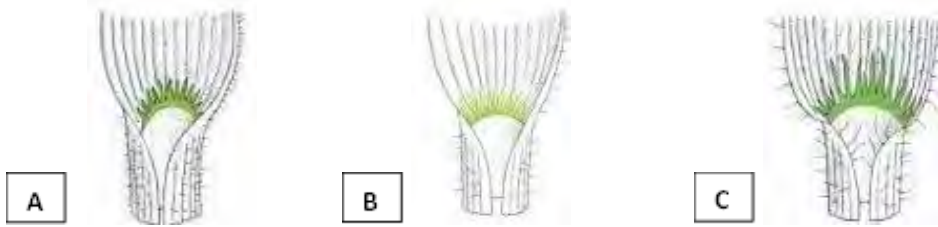
Divlje proso doseže visinu od 152 do 182 cm (Stump, 1984), vlasasto približno 92 cm (Vengris i Damon, 1976), a glatko od 50 do 150 cm (Maslo i Šarić, 2016). Vlat divljeg i vlasastog prosa obrasla je dlačicama, a glatkog prosa je bez dlačica (slika 4) (Stump, 1984).



Slika 4. A) Vlat vlasastog prosa (*Panicum capillare*), B) glatkog prosa (*P. dichotomiflorum*) i C) divljeg prosa (*P. miliaceum*). Izvor: Nikolić, 2020.

Figure 4 A) Stem of witchgrass (*Panicum capillare*), B) fall panicum (*P. dichotomiflorum*), C) common millet (*P. miliaceum*). Source: Nikolić, 2020

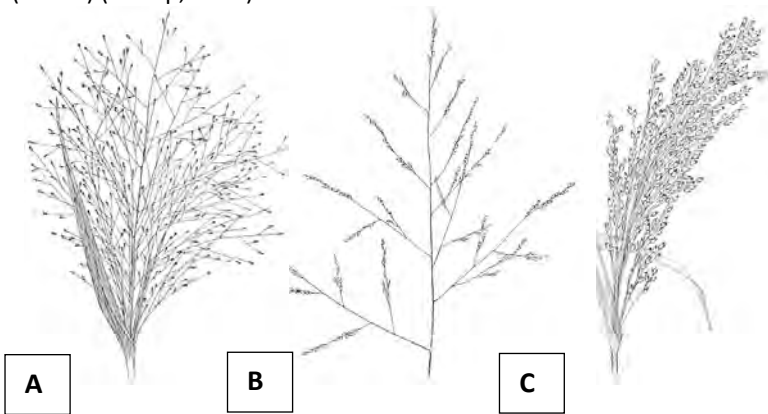
Isto tako divlje i vlasasto proso na jezičcu (*ligula*) imaju dlačice, dok glatko proso nema (slika 5) (Stump, 1984).



Slika 5. Izgled jezičca vrsta roda *Panicum*: A) vlasasto proso (*Panicum capillare*), B) glatko proso (*P. dichotomiflorum*), C) divlje proso (*P. miliaceum*). Izvor: Viggiani i Angelini (1990)

Figure 5 An appearance of the sheath of genus *Panicum*: A) witchgrass (*Panicum capillare*), B) fall panicum (*P. dichotomiflorum*), C) common millet (*P. miliaceum*). Source: Viggiani and Angelini (1990)

Cvat je metlica koja je uspravna i razgranata, duga od 10 do 46 cm. Prema Clayton (1980) i Freckmann i Lelong (2003), metlica divljeg prosa obično čini manje od polovične veličine cijele biljke i bogato je razgranjena, dok je metlica vlasastog prosa manja. (slika 6) (Stump, 1984).



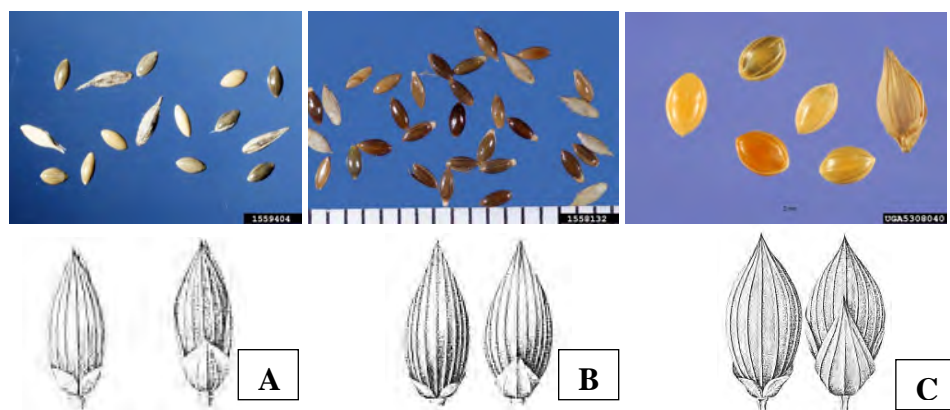
Slika 6. Izgled metlice: A) vlasastog (*Panicum capillare*), B) glatkog (*P. dichotomiflorum*) i C) divljeg (*P. miliaceum*) prosa. Izvor: Häfliger i Scholz (1980)

Figure 6 An appearance of a panicle: A) witchgrass (*Panicum capillare*), B) fall panicum (*P. dichotomiflorum*) and C) common millet (*P. miliaceum*). Source: Häfliger i Scholz (1980)

Na kraju svakog ogranka metlica ima klasiće veličine oko četiri mm. Klasić se sastoji od dviju pljeva (*glumae*) koje obuhvaćaju cijeli klasić i vretenca na kojem su cvjetovi. Cvijet se sastoji od dviju cvjetnih pljevica koje obuhvaćaju i štite tučak i prašnike. Donja cvjetna pljevica (*lemma*) ili obuvenac nosi osje, a gornja (*palea*) ili košuljica nježnije je građe (Kovačević i Rastija, 2014). Klasić roda *Panicum* ima dva cvijeta, od kojih je gornji fertilni, a donji sterilni (Stump, 1984). Klasići glatkog prosa zašiljeni su pri vrhu, a gornja cvjetna pljevica šira je

i obično kraća od donje. Gornja pljevica vlasastog prosa često je odsutna ili zakržljala, a donja je ispupčena i široka 1,1 - 1,3 mm, tamnosmeđe je boje u zriobi. Divlje proso ima klasiće duge 4,5 - 5,5 mm koji su češće zakrivljeni nego uspravni (Verloove, 2014).

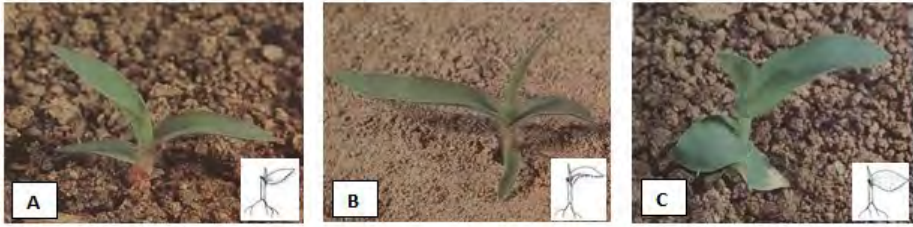
Sjeme (slika 7) glatkog prosa maslinastosmeđe je do smeđecrne boje te može potamniti s vremenom. Širine je 1,5 - 2 mm i dužine 2,5 - 3 mm (Stump, 1984). Sjeme vlasastog prosa (slika 7) nešto je veće, duljine 1,9 - 4,0 mm i širine 1,0 - 1,5 mm. Svijetlozelene je do žućkaste (slamnate) boje (Clements i sur., 2003). Težina 1000 sjemenka je 0,50 g (Hulina, 1998). Prema Cavers i Kane (2016) divlje proso ima krupnije sjeme od vlasastoga prosa. Sjeme je divljeg prosa svijetložute do crne boje, a u zrelosti može nalikovati sjemenu glatkog prosa (Cavers i Kane, 2016).



Slika 7. Sjemenke A) vlasastog prosa (*Panicum capillare* L.), B) glatkog prosa (*Panicum dichotomiflorum* Michx.), C) divljeg prosa (*Panicum miliaceum* L.) Izvor: CISEH (2018) (iznad), Häfliger i Scholz (1980) (ispod)

Figure 7 Seeds of A) fall panicum (*Panicum dichotomiflorum* Michx.), B) common millet (*Panicum miliaceum* L.) and C) witchgrass (*Panicum capillare* L.) Source: CISEH (2018) (upper), Häfliger i Scholz (1980) (down)

Vlasasto proso naraste 20 do 100 cm (Clements i sur., 2003) dok se visina glatkog prosa kreće od 50 do 150 cm (Maslo i Šarić, 2016). Prema Vengris i Damon (1976) glatko proso je snažnije rastom od vlasastog prosa, obično je višeg rasta s većim brojem klasića i metlica po biljci te dva puta većom proizvodnjom sjemenja. Visina divljeg prosa varira 152 do 182 cm (Cavers i Kane, 2016). U fazi 1 - 2 lista mladi su listovi izdanaka divljeg prosa tri puta veći od listova vlasastog i glatkog prosa (slika 8) (Cavers i Kane, 2016).



Slika 8. Klijanci A) vlasastog (*Panicum capillare*), B) glatkog (*P. dichotomiflorum*) i C) divljeg (*P. miliaceum*) prosa. Izvor: Viggiani i Angelini (1990)

Figure 8 Seedlings of A) panicle witchgrass (*Panicum capillare*), B) fall panicum (*P. dichotomiflorum*) and C) common millet (*P. miliaceum*). Source: Viggiani i Angelini (1990)

Sve navedene morfološke karakteristike ove tri korovne vrste roda *Panicum* prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Pregled morfoloških obilježja vrsta roda *Panicum*

Table 1 Overview of the morphological features of genus *Panicum*

Dijelovi biljke	<i>Panicum capillare</i>	Izvor	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Izvor	<i>Panicum miliaceum</i>	Izvor
Visina	90 - 92 cm	Vengris i Damon, 1976	50 - 150 cm	Maslo i Šarić, 2016	152 - 182 cm	Stump, 1984
List*	10 - 25 x 0,5 - 1,5 cm	Häflinger i Scholz, 1980	10 - 50 x 0,8 - 2 cm	Häflinger i Scholz, 1980	10 - 30 x 0,5 - 2 cm	Häflinger i Scholz, 1980
Metlica	20 - 40 cm	Häflinger i Scholz, 1980	10 - 40 cm	Häflinger i Scholz, 1980	10 - 30 cm	Häflinger i Scholz, 1980
Pšeno	1,5 x 0,7 mm	Zavod za herbologiju, Agronomski fakultet	2,5 - 3 x 1,5 x 2 mm	Stump, 1984	1,0 - 1,5 x 0,3 - 0,5 mm	Cavers i Kane, 2016
Boja pšena	svijetlozelena - smeđecrna	Clements i sur., 2003	Maslinastosmeđa smeđecrna	Stump, 1984	svijetložuta - crna	Cavers i Kane, 2016

*odnosi se na potpuno razvijen list na odrasloj biljci

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA RODA *PANICUM*

Biološka i ekološka obilježja pojedine svojte imaju značajnu ulogu u interakciji kulture i korova. Navedena je obilježja potrebno poznavati i za kultivirane i korovne vrste jer određuju njihove kompetitivne sposobnosti. Stoga u interakciji, odnosno kompeticiji između kulture i korova imat će prednost vrsta kojoj su biološka i ekološka obilježja bolje prilagođena pedoklimatskim uvjetima određenog područja tijekom uzgoja (Barić i sur., 2014).

Prema načinu obavljanja fotosinteze vlasasto, glatko i divlje proso pripadaju C_4 skupini biljaka (Stump, 1984; Clements i sur., 2003; James i sur, 2011; Cavers i Kane, 2016). Stoga se može očekivati da će najuspješnije rasti u uvjetima kratkog dana i pri višim temperaturama. Njihovi niži zahtjevi za vodom s višim temperaturnim optimumom olakšavaju kompeticiju s biljkama iz C_3 skupine (soja, šećerna repa, povrtlarske kulture) u područjima sa suhom i toplom klimom. Biljke C_4 tipa razvijaju se 20 - 100 % brže u odnosu na biljke C_3 tipa obavljanja fotosinteze (Vukadinović i Lončarić, 2011). Međutim loše podnose zasjenjivanje zbog velike potrebe za svjetlosti jer su to biljke visokog fotosintetskog kapaciteta (Clements i sur., 2004).

Prema životnom obliku, odnosno načinu kako preživljavaju nepovoljno razdoblje, vlasasto, glatko i divlje proso pripadaju skupini terofita (Therophyta, Th) jer prezimljavaju isključivo u obliku sjemenke koja im služi za razmnožavanje i širenje (Hulina, 1998). Sve tri korovne vrste imaju razmjerno kratak životni ciklus, a za razvoj je potrebno mnogo svjetla i topline. Sve su navedene vrste kasnoproletne te s obzirom na njihovo podrijetlo iz tropskog i suptropskog pojasa, imaju relativno visok temperaturni minimum ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$) i optimum ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$) za klijanje (Hulina, 1998). Prema Sartorato i Pignata (2008) biološki minimum za vlasasto proso iznosi $10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. U poljskim uvjetima relativno kasno niču za razliku od drugih korovnih vrsta te se klijanje odvija tijekom proljeća i ljeta, od svibnja do kolovoza (Vengris i Damon, 1976; Clements i sur., 2003; Verloove, 2014). S obzirom na temperaturne zahtjeve korovnih vrsta razlikuju se tri skupine korovnih vrsta prema nakupljenoj sumi toplinskih jedinica (STJ) potrebnih za početak nicanja: rano (STJ < 70), srednje (STJ 70 - 140) i kasno nicajuće korovne vrste (STJ > 140) (Werle i sur, 2014). Nicanje glatkog prosa započinje pri sumi od 400 toplinskih jedinica (Werle i sur., 2014), dok vlasasto započinje nicanje pri sumi od 210 toplinskih jedinica (Anderson, 2000), stoga ove vrste pripadaju skupini kasno nicajućih korova. Ovisno o klimatu, kalendarski nicanje vlasastog prosa traje od svibnja do srpnja. Prema istraživanju Jamesa i sur. (2011) minimalna temperatura pri kojoj je sjeme divljeg prosa proklijalo bila je $11\text{ }^{\circ}\text{C}$, premda je klijavost bila vrlo niska (1 %), dok je pri $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ klijavost bila 88 %. Prema istraživanju Vengris i Damon (1976) vlasasto proso treba 9 - 21, a glatko 8 - 26 dana za nicanje. U rano proljeće za klijanje je trebalo tri i više tjedana, dok se u razdoblju između lipnja i kolovoza vrijeme od sjetve do klijanja odvijalo značajno brže te je bilo potrebno 1 - 2 tjedna. U rano proljeće glatko je proso klijalo prije nego vlasasto proso. Autori (Vengris i Damon, 1976; James i sur., 2011) kao važan faktor za klijanje navode temperaturu te ističu kako su temperature bile niže u rano proljeće. Jedinke koje su proklijale ranije u vegetacijskoj sezoni (svibanj) trebale su više vremena za formiranje i zriobu sjemena. Pretpostavlja se da je uzrok tome kraće trajanje dana te Vengris i Damon (1976) ističu važnost svjetlosnog stadija, odnosno fotostadija (fotoperiodizma). Jedinkama glatkog prosa koje su proklijale u svibnju bilo je potrebno 99 - 116 dana za zriobu

sjemena, a vlasastom prosu 94 - 105 dana. Glatkom prosu proklijalom u lipnju i srpnju za zriobu sjemena trebalo je 81 - 84 dana, a vlasastom prosu 77 - 80 dana. Slične rezultate navode i Clements i sur. (2004). Jedinicama vlasastog prosa prokljajalima u svibnju bilo je potrebno 80 - 105 dana za zriobu sjemena, a u kolovozu 35 dana. Također sjeme glatkog prosa sazrijeva prije sjemena vlasastog prosa (Vengris i Damon, 1976). Jedinke obiju vrsta koje su prokljajale u svibnju imale su najveću masu suhe tvari i najveću visinu u odnosu na jedinke koje su prokljajale u srpnju i kolovozu. Broj metlica, klasića i sjemena također je bio veći. Prema Vengris i Damon (1976) navedene karakteristike imaju izravan utjecaj na kompetitivnost navedenih vrsta. Korovi koji su viši i bujniji rastom te s velikom produkcijom sjemena dobri su kompetitori. Stoga jedinke glatkog i vlasastog prosa koje prokljaju ranije, odnosno prije sredine srpnja kompetitivnije su te lako mogu nadjačati ostale biljne vrste u odnosu na jedinke prosa koje kasnije poniknu. Vrste roda *Panicum* biljke su kratkog dana te im dugi dan usporava rast i razvoj (Kovačević i Rastija, 2014). Zasjenjenost je čimbenik koji utječe na razvoj ovih korovnih vrsta (Vengris i Damon, 1976). Tako su sjemenke vlasastog prosa koje su primale manje od 70 % prirodnog osvjetljenja imale odgođenu klijavost, pojavu klasića i zrelost sjemena u usporedbi s biljkama izloženima svjetlosti. Takav negativan utjecaj zasjenjenosti na rast i razvoj navodi se i kod ostalih vrsta (Clements i sur., 2004; Cavers i Kane, 2016; Maslo i Šarić, 2016).

Svoje roda *Panicum* razvijaju plod pšeno koji se razvija iz jednosjemenog gineceja kod kojega reducirana sjemena lupina s perikarpom tvori jedinstven ovoj. Svojom građom nema specijaliziran mehanizam, odnosno način širenja (Clements i sur., 2004). Međutim Kelley i Bruns (1975) navode mogućnost širenja sjemena vodom. Navode da je vijabilno sjeme vlasastog prosa pronađeno u vodama što nije neobično jer navedena vrsta, kao i glatko proso, raste uz rijeke i na naplavnim područjima. Prema istraživanju (Kelley i Bruns, 1975) 12 do 100 % sjemenka plutalo je više od sat vremena na mirnoj vodi, dok je 4 do 50 % sjemenka ostalo na površini 15 minuta na nemirnoj vodi što omogućuje uspješno širenje vodom (hidrohorija) (Kelley i Bruns, 1975). Važan način širenja je putem kontaminacije sjemena kultura (Clements i sur., 2004; Cavers i Kane, 2016). Muenscher (1955) navodi da je sjeme vlasastog prosa zadržalo klijavost i nakon prolaska kroz probavni sustav konja, goveda, ovaca i svinja čime je omogućeno endozoohorno širenje. Marino i sur. (1997) navode širenje sjemena glatkog prosa pomoću grabežljivih sisavaca i člankonošaca. Hulina (1998) također navodi prenošenje glatkog, vlasastog i divljeg prosa životinjama, ali i vjetrom.

Fiziološki zrelo sjeme ima svojstvo dormantnosti (Brecke, 1974; Baskin i Baskin, 1986) te sjemenke svih triju vrsta, čekajući povoljne uvjete za klijanje, odnosno za nicanje, ulaze u stanje mirovanja – endogenu dormantnost (Colos i sur., 1988). Dormantnost se prekida zbog povoljnih uvjeta u proljeće i ljeto. Međutim sjemenke koje ni tada nisu prokljajale perzistirat će u tlu u stanju

mirovanja do sljedeće sezone (Clements i sur., 2004). Iako se općenito korovne trave odlikuju nešto kraćom dormantnosti u usporedbi sa širokolisnim vrstama (Hulina, 1998), vlasasto, glatko i divlje proso mogu duže vrijeme ostati vijabilni u tlu (Baskin i Baskin, 1986; Clements i sur., 2004; Cavers i Kane, 2016). Primjerice, sjeme divljeg prosa zadržava dormantnost četiri i više godina u tlu, dok sjemenke glatkog prosa mogu mirovati u tlu i do 20 godina (James i sur., 2011). Skladištenjem sjemena vlasastog prosa u mraku na suhom pri sobnoj temperaturi izgubila se dormantnosti nakon pet mjeseci (Brecke, 1974). U istraživanju Baskin i Baskin (1986) svjetlost se pokazala kao primarni faktor za prekidanje dormantnosti i klijanje sjemena pa je tako sjeme na površini tla u travnju proklijalo pri dnevnim temperaturama od 20 °C i noćnim od 10 °C. Pri alternirajućim temperaturama između 20 °C i 30 °C klijavost je iznosila 91 %. Nasuprot tome pri konstantnoj temperaturi od 20 °C klijavost je prosa bila manja od 3 % (Cross, 1931). Maksimalna klijavost glatkog prosa postignuta na 25 °C (Rivera i Peters, 1971; Vengris i Damon, 1976; Baskin i Baskin, 1986; Smith 1986), dok su kod divljeg prosa optimalne temperature između 18 i 25 °C (Kalinova i Moudry, 2005, James i sur., 2011). Na temperaturama između 20 i 25 °C divlje je proso imalo vrlo ekstenzivan korijenov sustav (James i sur., 2011). Prema Baskin i Baskin (1986) varijabilnost u klijavosti u poljskim uvjetima povezana je s temperaturom. Pri temperaturama dnevnog i noćnog režima od 24/14 °C postignut je visok stupanj klijavosti. Klijavost od 76 - 100 % postignuta je i zbog režima od 15/6 °C, 20/10° C; 25/15 °C; 30/15 °C i 35/20 °C (Clements i sur., 2004). Shipley i Parent (1991) navode 87 postotnu klijavost sjemena starog devet mjeseci izloženog temperaturnom režimu od 30 °C/20 °C (noć/dan). Tijekom svibnja pri dnevnim temperaturama od 24 °C i noćnim temperaturama od 14 °C utvrđen je veći ukupni postotak klijanja vlasastog u odnosu na glatko proso, dok navedena razlika nije uočena u srpnju pri dnevnoj temperaturi od 30 °C i noćnoj temperaturi od 20 °C (Smith, 1986). Osim izlaganja sjemena temperaturnom režimu, uklanjanjem sjemene ovojnice djelomično ili u potpunosti povećava se klijavost ove vrste (Martin, 1943). Uklanjanje cvjetnih pljevica također rezultira prekidanjem dormantnosti i povećanjem klijavosti i to za 90 % (Brecke, 1974; James i sur, 2011). Međutim oštećivanje sjemene ovojnice rezultiralo je značajno nižom klijavosti (43 %). Ostale metode za uspješno prekidanje dormantnosti uključuju stratifikaciju, skarifikaciju i uporabu kemikalija (Clements i sur., 2003). Od kemikalija koje uspješno prekidaju dormantnost Taylorson (1989) navodi benzilni alkohol, n-pentanol, n-propanol, n-butanol i dietil-eter. Višegodišnjim podacima sa Sveučilišta Western Ontario utvrđuje se da skarifikacija povećava klijavost za 30 %, a giberelinska kiselina (0,1 %) za 70 – 95 % (Clements i sur., 2003). Brecke (1974) navodi da je 24-satno izlaganje 500 ppm giberelinske kiseline rezultiralo 30 postotnim povećanjem klijavosti, dok izlaganje 0,1 - 10 ppm indol-3-octene kiseline (IAA) nije imalo utjecaj na klijavost. Sumporna kiselina, mehanička skarifikacija, 0,2 % KNO₃ te 0,1 % NH₄HPO₄ povećavaju klijavost za 50 do 100 %

(Rivera i Peters, 1971), dok potapanje sjemena u destiliranoj vodi 96 h nema utjecaja na prekidanje dormantnosti i klijavosti (Brecke, 1974). Pri tretiranju sjemena sumpornom kiselinom radi poboljšanja klijavosti važna je dužina potapanja sjemena u kiselinu. Izlaganje 97 %-tnoj sumpornoj kiselini na deset minuta rezultiralo je 41 %-tnoj klijavosti, ali i opadanju klijavosti na svega 3 i 0 % u sljedećem razdoblju izloženosti sumpornoj kiselini od 20 i 30 minuta (Brecke, 1974). Nasuprot tome neuspješnim metodama prekidanja dormantnosti pokazale su se izlaganje sjemena suhom zraku i niskim temperaturama gdje je utvrđeno čak smanjenje klijavost za 25 % (Brecke, 1974).

SUZBIJANJE VRSTA RODA *PANICUM*

Suzbijanje korovnih vrsta roda *Panicum*, u poljoprivrednim usjevima, najčešće se provodi primjenom herbicida. Kao što je već i spomenuto, ove vrste ubrajaju se u kasnonicajuće korove jer im je za nicanje potrebna akumulacija temperature više od 10 °C. Gledano kalendarski, prosa započinju s nicanjem koncem svibnja, a vrhunac nicanja odvija se početkom lipnja. U tom razdoblju većina korovnih vrsta u kukuruзу već razvija nekoliko listova, a korovne trave kao što su koštan (*Echinochloa crus-galli*) i muhar (*Setaria glauca* L.) već polako ulaze u stadij busanja. Kasnim nicanjem u kukuruзу često izbjegnu aplikaciju herbicida pa se pojava u polju može tumačiti lošijim učinkom herbicida. Pri suzbijanju ove vrste potrebno je odrediti pravovremenu aplikaciju temeljem praćenja ponika prosa i poznavanjem razvojne faze kukuruза i razvojne faze prosa. Upravo zbog kasnog i razvučenog nicanja ove vrste herbicidi koji se primjenjuju u pre-em roku ili ranom post-em roku najčešće nisu dovoljno učinkoviti. Stoga, ako je parcela zakorovljena ovom korovnom vrstom, preporuka je pratiti ponik ovih vrsta te primjenu herbicida prilagoditi njihovom poniku. U slučaju da je parcela istovremeno zakorovljena i ostalim jednogodišnjim korovnim travama (npr. koštan i muhar), koji uglavnom poniknu prije od prosa, preporuča se da se herbicidi primijene u split (razdvojenoj) primjeni te da se prva primjena herbicida prilagoditi poniku koštana i muhara, a druga prosa. Kao i ostale korovne trave, prosa su u usjevu kukuruза osjetljiva na herbicide ALS inhibitore (sulfonilureja herbicidi), dok su nešto manje osjetljiva na herbicide iz skupine triketona (tembotrion i mezotrion). Ovi potonji učinkoviti su isključivo u ranoj razvojnoj fazi (BBCH 13). Na tržištu se nalazi dosta herbicidnih pripravaka iz skupine ALS inhibitora (foramsulfuron, nikosulfuron, tienkarbazon-metil, rimsulfuron) i kombinirani pripravci koji uz ove djelatne tvari sadržavaju i djelatne tvari iz drugih kemijskih skupina (npr. mezotrion, izoksafutol) koji se mogu koristiti za suzbijanje prosa. Prema De Cauver i sur. (2014) sve vrste prosa pokazuju osjetljivost na nikosulfuron, dok je kod vlasastog prosa zamijećena manja osjetljivost na topramezon i tembotrion. Kao razlog tome navodi se dlakavost rukavca i plojke

vlakastog prosa koja predstavlja barijeru ulasku herbicida (Šćepanović i sur., 2016). Problem rezistentnosti prosa na herbicide u svijetu općenito nije prisutan. Kao jedini podatak o rezistentnosti navodi se rezistentnost vlakastog i glatkog prosa na atrazin u Kanadi i Španjolskoj 1981. godine (Heap, 2020).

Odluka o izboru herbicida ovisi o roku sjetve, vremenu nicanja prosa, ostaloj korovnoj flori na parceli, ali i o vremenskim uvjetima. Osim o fazi razvoja prosa, potrebno je voditi računa i o fazi razvoja kukuruza u vrijeme tretiranja. To se posebice odnosi na nešto kasniju primjenu sulfonilureja herbicida koja u nepovoljnim uvjetima (npr. suša) može dovesti do fitotoksičnih oštećenja kukuruza.

Osim kemijskih mjera vrlo je važna uporaba i nekemijskih mjera suzbijanja. Primjerice, utvrđeno je da su prosa osjetljiva na zasjenjivanje, posebno u ranim stadijima razvoja (Vengris i Damon, 1976; Clements i sur., 2003; Cavers i Kane, 2016; Maslo i Šarić, 2016) što otvara mogućnost korištenja pokrovnih kultura i smanjenja razmaka sjetve (Maslo i Šarić, 2016). Frick i sur. (1990) navode obradu tla kao vrlo važnu agrotehničku mjeru u borbi protiv vrsta roda *Panicum*. U istraživanju je pojava vlakastog prosa bila učestalija u poljima kukuruza s reduciranom obradom tla u usporedbi s poljima s konvencionalnom obradom. Od ostalih nekemijskih mjera suzbijanja Putnam i Duke (1974) navode biljke s alelopatskim svojstvima. Navode biljni ekstrakt lista krastavca (*Cucumis sativus* L.) koji je reducirao svježiu masu vlakastog prosa za 58 %, broj jedinka za 84 % i inhibirao klijanje sjemena. U istraživanju Barnes i Putnam (1986) uporabom biljnih ostataka raži reducirano je klijanje vlakastog prosa za 35 %. Uporabom biljnog ekstrakta kalanhoje (*Kalanchoe daigremontiana* Raym.-Hamet & H. Perrier) također je postignuta redukcija ukupne klijavosti i razvoja klijanaca (Groner, 1975). Ovo upućuje na potrebu uvođenja navedenih biljnih vrsta s alelopatskim potencijalom u plodored.

Prema Hulini (1998) uzrok učestale pojave vrsta roda *Panicum* u kukuruzu je uzgoj kukuruza u monokulturi i primjena selektivnih herbicida koji omogućavaju kasnoproletnim vrstama prosa neometan rast i razvoj bez drugih korovnih vrsta. Takva praksa osigurava bogatu banku sjemena prosa u tlu i njihovu pojavu u idućim godinama uzgoja. Stoga Šćepanović i sur. (2016) navode važnost plodoređa u suzbijanju prosa. Primjenom plodoređa, odnosno izmjene kultura sprječava se ponavljanje uvjeta koji favoriziraju rast određene korovne vrste što postupno dovodi do smanjenja banke sjemena u tlu (Barić i sur., 2014; Šćepanović i sur., 2016).

ZAKLJUČAK

Prosa (vlakasto, glatko i divlje proso) obuhvaćaju jednogodišnje trave koje su napasni korovi kukuruza. Navedene se vrste odlikuju mogućnosti produženoga nicanja tijekom vegetacije, brzim rastom i razvojem te visokom sjemenskom produkcijom. Njihov način obavljanja fotosinteze (C4 tip) čini ih uspješnijima u

uvjetima kratkog dana, a za rast su im potrebne više temperature. Vrlo lako nadvladaju biljke C3 tipa fotosinteze jer imaju manju potrebu za vodom, ali i mogućnost rasta u suhim i toplim klimatima. Brojni autori (Vengris i Damon, 1976; O'Toole i Cavers, 1983; Frick i sur., 1990; Clements i sur., 2003; James i sur., 2011; Cavers i Kane, 2016; Maslo i Šarić, 2016; Šćepanović i sur, 2016) ističu važnost nekemijskih mjera suzbijanja u borbi protiv vrsta prosa. Naime radi se o kasno-nicajućim korovnim vrstama (Werle i sur., 2014) sa sposobnosti nicanja tijekom cijele vegetacijske sezone (James i sur., 2011) zbog čega često „izbjegnu“ primjenu herbicida. Kako bi nekemijske mjere bile učinkovite, važno je početi od poznavanja i istraživanja biologije i ekologije roda *Panicum* i ostalih korovnih vrsta.

LITERATURA

- ALEX J.F. (1980). Emergence from buried seed and germination of exhumed seed of fall panicum. *Can J Plant Sci* 60:635-642.
- ALEX, J.F., ELLIS, C.R. AND PAINE, A.M. (1980). Influence of proso millet density on damage to corn by European corn borer. *Res. Rpt. Expert Comm. on Weeds, Eastern Canada Sect., Halifax, NS.* 418.
- ANDERSON, R. L. (2000). Ecology and interference of proso millet (*Panicum miliaceum*) in semi-arid corn. *Weed Technology*, 14:45-50.
- BARIĆ, K., OSTOJIĆ, Z., ŠĆEPANOVIĆ, M. (2014). Integrirana zaštita bilja od korova. *Glasilo biljne zaštite*, 14(5), 416-434.
- BARNES, J.P., PUTNAM, A.R. (1986). Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*). *Weed science*, 34(3), 384-390.
- BASKIN J.M., BASKIN C.C. (1983). Seasonal changes in the germination responses of fall panicum to temperature and light. *Can J Plant Sci* 63:973-979.
- BASKIN, J. M., BASKIN, C. C. (1986). Seasonal changes in the germination responses of buried witchgrass (*Panicum capillare*) seeds. *Weed Sci.* 34:22–24.
- BÖCKLER, W. (1954). Relikte unter den Kulturpflanzen. *Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie*, 2(1), 22-40.
- BORŠIĆ, I., MILOVIĆ, M., DUJMOVIĆ, I., BOGDANOVIĆ, S., CIGIĆ, P., REŠETNIK, I., NIKOLIĆ, T. & MITIĆ, B. (2008). Preliminary check-list of invasive alien plant species (IAS) in Croatia. *Nat.Croat.* , 17(2):55-71.
- BRECKE, B.J. (1974). Life cycle studies of *Panicum dichotomiflorum* Michx. and *Panicum capillare* L. MS. Thesis. Cornell University, Ithaca, NY. 49.
- CAFE (2013). The Center for Agriculture, Food and the Environment, dostupno na: <https://ag.umass.edu/vegetable/fact-sheets/panicum-fall>, (datum pristupa: 20.5.2020.)
- CARPENTER J.L., HOPEN H.J. (1985). A comparison of the biology of wild and cultivated proso millet (*Panicum miliaceum*). *Weed Science.* 33:795-799.
- CAVERS, P.B., KANE, M. (2016). The Biology of Canadian Weeds: 155. *Panicum miliaceum* L. *Canadian journal of plant science*, 96(6), 939-988.
- CHRISTIAN, M.L., WILLIS, W.G. (1993). Survival of wheat streak mosaic virus in grass hosts in Kansas from wheat harvest to fall wheat emergence. *Plant Dis.* 77:239–242.

CISEH (2018). Center for Invasive Species and Ecosystem Health, dostupno na: <https://www.invasive.org/index.cfm>, (datum pristupa: 20.5.2020)

CLAYTON W.D., RENVOIZE S.A. (1986). Genera graminum. Grasses of the world. Kew Bull., Addit. Ser.,13:1-389.

CLAYTON, W. D., (1980). *Panicum* L. U: TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., BURGESS, N. A., MOORE, D. M., VALENTINE, D. H., WALTERS, S. M., WEBB, D. A., CHATER, A. O., RICHARDSON, I. B. K. (eds.), Flora Europaea 5, 261. Cambridge University Press, Cambridge.

CLEMENTS, D.R., STEPHEN J. DARBYSHIRE, A.D., CAVERS, P.B., SARTONOV, A.D. (2004). The Biology Of Canadian Weeds. 127. *Panicum capillare* L. Canadian Journal Of Plant Science, 84(1), 327-341.

COLOSI J.P., CAVERS P.E., BOUGH M.A. (1988). Dormancy and survival in buried seeds of proso millet (*Panicum miliaceum*). Canadian Journal of Botany. 66:161-168.

CROSS, H. (1931). Laboratory germination of weed seeds. Assoc.Offic. Seed Anal. Proc. 24: 125-128.

DARBYSHIRE, S.J., CAYOUILLE, J. (1995). Identification of the species in the *Panicum capillare* complex (Poaceae) from eastern Canada and adjacent New York State. Can. J. Bot. 73:333-348.

DAVIS, A.S., WILLIAMS, M.M. (2007). Variation in wild proso millet (*Panicum miliaceum*) fecundity in sweet corn has residual effects in snap bean. Weed science, 55(5), 502-507.

DE CAUWER, B., GEEROMS, T., CLAERHOUT, S., REHEUL, D., BULCKE, R. (2014). Differential sensitivity of locally naturalized *Panicum* species to 4-hydroxyphenyl pyruvate dioxygenase and acetolactate synthase-inhibiting herbicides. Julius-Kühn-Archiv, (443), 578.

DIGGS J.R., LIPSCOMB G.M., O'KENNON, R. J. (1999). Shinnery & Mahler's illustrated flora of north central Texas. Bot. Res. Inst. of Texas, Fort Worth.

EBERLEIN, C.V., LURVEY, E.L., MILLER, T.L., MICHAEL, J.L. (1990). Growth and development of wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) biotypes. Weed Technology, 4(2), 415-419.

EDWARDSON, J.R., CHRISTIE, R.G. (1991). Cucumoviruses. CRC handbook of viruses infecting legumes, 293-319.

EPPO (2020). EPPO Global Database & EPPO codes. EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization, dostupno na: https://www.eppo.int/DATABASES/GD&Codes/gd_EPPO_Codes.htm, (datum pristupa: 26.4.2020.)

FAOSTAT (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations, dostupno na: <http://www.fao.org/faostat/> (datum pristupa: 20.4.2020.)

FRECKMANN, R.W., LELONG, M.G. (2007). *Panicum* L. U: Barkworth, M.E., Anderton, I.A., Capels, K.M., Long, S., Piep, M.B. (eds.), Manual of Grasses for North America, 289-296. Intermountain Herbarium & Utah State University Press, Logan, Utah.

FRICK, B., THOMAS, A., WISE, R.F. (1990). Weeds of corn, soybean, and winter wheat fields under conventional, conservation and no-till management systems in southwestern Ontario 1988 and 1989. Weed Survey Series. Publication 90-1. Agriculture Canada. Regina: 1-86.

- GBIF (2020). Global Biodiversity Information Facility, dostupno na: <https://www.gbif.org/> (datum pristupa: 3.6.2020.)
- GLIGIĆ, V. (1953). Etimološki botanički rečnik. Sarajevo: „Veselin Masleša“.
- GOVINTHASAMY K, CAVERS P.B. (1995). The effects of smut (*Ustilago destruens*) on seed production, dormancy, and viability in fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*). *Can J Botany* 73:1628–1634.
- GRONER, M.G. (1975). Allelopathic influence of *Kalanchoe daigremontiana* on other species of plants. *Bot. Gaz.* 136:207-211.
- GROSS, K.L., SMITH, A.D. (1991). Seed mass and emergence time effects on performance of *Panicum dichotomiflorum* Michx. across environments. *Oecologia*, 87(2), 270-278.
- HÄFLIGER, E., SCHOLZ, H. (1980). Panicoid grass weeds. *Grass weeds*, 1: 78-84.
- HARVEY, R.G. (1979). Serious weed threat: wild proso millet. *Crops and Soils* 31: 10-13.
- HEAP (2020). The International Herbicide-Resistant Weed Database, dostupno na: www.weedscience.org (datum pristupa: 28.5.2020.)
- HULINA, N. (1993). Značenje korova za širenje biljnih bolesti. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 55(4-5), 371-378.
- HULINA, N. (1998). Korovi. *Školska knjiga*. Zagreb.
- HULINA, N. (2007). Dinamika populacija najznačajnijih korovnih vrsta u usjevu kukuruza u području Posavine. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 69(3), 187-196.
- HULINA, N. (2010). *Planta Hortifuga in flora of the continental part of Croatia. Agriculturae Conspectus Scientificus* 75, 57–65.
- ILIJANIĆ, L., MARKOVIĆ, L. (1986). *Panicum dichotomiflorum* Michaux in the surroundings of Zagreb. *Acta Botanica Croatica*, 45(1), 137-139.
- JAMES, T.K., RAHMAN, A., MCGILL, C.R., TRIVEDI, P.D. (2011). Biology and survival of broom corn millet (*Panicum miliaceum*) seed. *New Zealand Plant Protection*, 64, 142-148.
- KALINOVÁ, J., MOUDRÝ, J. (2005). Frost resistance evaluation of the common millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. *Agricultura*, 3:10–12.
- KAUME, R.N. (2006). *Panicum miliaceum* L. U: M. Brink and G. Belay, eds. *PROTA 1: Cereals and pulses/Céréales et légumes secs. PROTA (Plant Resources of Tropical Africa)*, 122-126. Wageningen, Netherlands.
- KELLEY, A.D., BRUNS, V.F. (1975). Dissemination of weedseeds by irrigation water. *Weed Sci.* 23: 486-493.
- KHAN M., CAVERS P.B., KANE M., THOMPSON K. (1996). Role of pigmented seed coat of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in imbibition, germination and seed persistence. *Seed Science Research*. 7:21-25.
- KIECKHEFFER, R.W., LUNDEN, A.O. (1983). Host preferences and reproduction of 4 cereal aphids (Hemiptera: Homoptera: Aphididae) on some common weed grasses of the Northern Plains (USA). *Environ. Entomol.* 12:986–989.
- KINGSBURY, J. M. (1964). *Poisonous plants of the United States and Canada*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 626 pp.
- KNÖRZER, K.H. (1999). *Pflanzenspuren, Archäobotanik im Rheinland: Agrarlandschaft und Nutzpflanzen im Wandel der Zeiten*. Rheinland Verlag: Köln.

KOVAČEVIĆ V., RASTIJA M. (2014). Žitarice. Udžbenik, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku: 1-14.

LÜ, H., LI, Y., ZHANG, J., YANG, X., YE, M., LI, Q., WU, N. (2014). Component and simulation of the 4,000-year-old noodles excavated from the archaeological site of Lajia in Qinghai, China. Chinese science bulletin, 59(35), 5136-5152.

MARINO, P.C., GROSS, K.L. I LANDIS, D.A. (1997). Weed seed loss due to predation in Michigan maize fields. Agr. Ecos. Environ. 66:189–196.

MARTIN, J.N. (1943). Germination studies of the seeds of some common weeds. Iowa Acad. Sci. Proc. 50:221-228.

MASLO, S., ŠARIĆ, Š. (2016). Fall panicgrass *Panicum dichotomiflorum* Michx.-a new alien species in the flora of Bosnia and Herzegovina. Herbologia, 16(1), 15-22.

MCCANNY, S.J., BOUGH, M., CAVERS, P.B. (1988). Spread of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in Ontario, Canada I. Rate of spread and crop susceptibility. Weed Research Oxford. Blackwell Scientific Publications 28(2):59-65.

MCLAUGHLIN, S.B., KSZOS, L.A. (2005). Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States. Biomass and Bioenergy, 28(6), 515-535.

MCLAUGHLIN, S.B., KSZOS, L.A. (2005). Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States. Biomass and Bioenergy, 28(6), 515-535.

MCSWEENEY, M.B., SEETHARAMAN, K., DAN RAMDATH, D., DUIZER, L.M. (2017). Chemical and Physical Characteristics of Proso Millet (*Panicum miliaceum*)-Based Products. Cereal Chemistry, 94(2), 357-362.

MILES, C.O., WILKINS, A.L., MUNDAY, S.C., FLÅØYEN, A., HOLLAND, P.T. AND SMITH, B.L. (1993). Identification of insoluble salts of the β -D-glucuronides of episarsapogenin and epismilagenin in the bile of lambs with alveld and examination of *Nartheceum ossifragum*, *Tribulus terrestris* and *Panicum miliaceum* for sapogenins. J. Agric. Food Chem. 41:914–917.

MITIĆ, B. (2014). *Panicum capillare* L. i *Panicum dichotomiflorum* Michx. U: NIKOLIĆ, T., MITIĆ, B., BORŠIĆ, I. (2014). Invazivne biljke, Alfa dd. 296. Zagreb, pp. 222-229

MUENSCHER, W. C. (1955). Weeds. 2nd ed. Cornell University Press. Ithaca. NY: 586-587

NIKOLIĆ, T. (2020). Flora Croatica baza podataka, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, dostupno na: <http://hirc.botanic.hr/fcd> (datum pristupa: 3.5.2020.)

NIKOLIĆ, T., MITIĆ, B., BORŠIĆ, I. (2014). Invazivne biljke, Alfa dd. 296. Zagreb: 6-296.

O'TOOLE, J.J., CAVERS, P.B. (1983). Input to seed banks of proso millet (*Panicum miliaceum*) in southern Ontario. Canadian journal of plant science, 63(4), 1023-1030.

ODERO, D.C., DUCHROW, M., HAVRANEK, N. (2016). Critical timing of fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*) removal in sugarcane. Weed technology, 30(1), 13-20.

POILECOT P. (1999). Les Poaceae du Niger: description, illustration, ecologie, utilisations. Boissiera 56:1-766.

POSPIŠIL, M. (2010). Ratarstvo I. dio. Zrinski dd, Čakovec.

PPA (2014). Perennial Plant Association: Perennial plant of the year, dostupno na: <https://perennialplant.org/page/PastWinners> (datum pristupa: 25.4.2020.)

PUTNAM, A.R., DUKE, W.B. (1974). Biological suppression of weeds: evidence for allelopathy in accessions of cucumber. *Science* 185, 370-372.

RIVERA, C.M., PETERS, R.A. (1971). A preliminary report on formation of seed and germination of fall panicum (*Panicum dichotomiflorum* Michx.) and witchgrass (*P. capillare* L.). *Proc. NEWCC* 25:30.

RUNNELS, H.A., SCHAFFNER, J.H. (1931). *Manual of Ohio weeds*. Ohio Agri. Exp. Stn. Bull. 475. Wooster. OH

SARTORATO, I., PIGNATA, G. (2008). Base temperature estimation of 21 weed and crop species. In *Proceedings of the 5th International Weed Science Congress* (Vol. 274). Vancouver, Canada: International Weed Science Society.

SCHOLZ, H. (1983). Die Unkraut-Hirse (*Panicum miliaceum* subsp. *ruderales*) — neue tatsachen und befunde. *Plant Syst. Evol.* 143:233-244.

SCHOLZ, H., MIKOLÁŠ, V. (1991). The weedy representatives of proso millet (*Panicum miliaceum*, Poaceae) in central Europe. *Thaiszia*, 1: 31-41.

SHIPLEY, B., PARENT, M. (1991). Germination responses of 64 wetland species in relation to seed size, minimum time to reproduction and seedling relative growth rate. *Functional Ecology*, 111-118.

SMITH, A.A. (1986). The effects of seed mass and emergence order on growth and reproduction of fall panicum (*Panicum dichotomiflorum* Michx.). M.S. Thesis. The Ohio State University. Columbus. OH.

SO, Y.F., WILLIAMS, M.M., PATAKY, J.K., DAVIS, A.S. (2009). Principal canopy factors of sweet corn and relationships to competitive ability with wild-proso millet (*Panicum miliaceum*). *Weed Science*, 57(3), 296-303.

STRAND, O.E., BEHRENS, R. (1979). Identification and control of wild proso millet. *Univ. of Minn. Agron. Fact Sheet* 35, 2.

STUMP, W.L. (1984). Germination, emergence, and seed persistence of *Panicum miliaceum* L.. *Doktorska disertacija*, Colorado State University. Libraries.

ŠČEPANOVIĆ, M., BARIĆ, K., OSTOJIĆ, Z., PINTAR, A. (2016). Važnost poznavanja bioloških i ekoloških značajki divljih prosa u integriranom sustavu suzbijanja. *Glasilno biljne zaštite: Zbornik sažetaka 60. seminara biljne zaštite*, 45-46.

TAYLORSON, R.B. (1989.): Responses of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and witchgrass (*Panicum capillare*) seeds to anesthetics. *Weed Science*, 37:93-97.

VENGRIS, J., DAMON, R.A., JR. (1976). Field growth of fall panicum and witchgrass. *Weed Sci.* 24:205-208.

VERLOOVE, F. (2014). *Manual of the alien plants of Belgium*. Dostupno na: <http://alienplantsbelgium.be/content/panicum> (pristupljeno 2.5.2020.)

VIGGIANI, P., ANGELINI, R. (1990). *Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento: dicotiledoni*. Bayer Italia.

VUKADINOVIĆ, V., JUG, I., ĐURĐEVIĆ, B. (2014). *Fotosinteza*, 39-69. U: *Ekofiziologija bilja*. Sveučilišni udžbenik. Poljoprivredni fakultet, Osijek.

WAX, L.M., FAWCETT, R.S., ISELY, D. (1981). *Weeds of the north central states*. Univ. Illinois, Urbana-Champaign, Agric. Exp. Stn. Bull. 772-303.

WEAVER, J.E., ALBERTSON, F.W. (1944). Nature and degree of recovery of grassland from the great drought of 1933 to 1940. *Ecol. Monogr.* 14:393-479

WEBSTER R. (1993) *Panicum*. U: Hickman J.C. (ed.), *The Jepson Manual*. Higher plants of California: 1277-1279. Berkeley-Los Angeles-London, University of California Press.

WERLE, R., SANDELL, L. D., BUHLER, D. D., HARTZLER, R. G., & LINDQUIST, J. L. (2014). Predicting emergence of 23 summer annual weed species. *Weed science*, 62(2), 267-279.

WILLIAMS, M.M. II, BOYDSTON, R.A., DAVIS A.S. (2008). Differential tolerance in sweet corn to wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) interference. *Weed Sci.* 56:91–96

WILSON, R.G. (1993). Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) interference in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Sci.* 41:607–610.

WILSON, R.G., WESTRA, P. (1991). Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) interference in corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 39:217-220.

ZARNKOW, M., FALTERMAIER, A., BACK, W., GASTL, M., ARENDT, E. K. (2010). Evaluation of different yeast strains on the quality of beer produced from malted proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *European Food Research and Technology*, 231(2), 287-295.

ZGIERSKA, I. (1986). The vascular plants in snow dump habitats in Ottawa, Ontario. *Can. Field Nat.* 100:502–505.

ZOULAGA, F.O., SODERSTORM, T.R. (1985). Classification of the outlying species of New World *Panicum* (Poaceae: Paniceae). *Smithsonian Contributions to Botany*, 59:1-63.

ZULOAGA, F.O., SALARIATO, D.L., SCATAGLINI, A. (2018). Molecular phylogeny of *Panicum* s. str. (Poaceae, Panicoideae, Paniceae) and insights into its biogeography and evolution. *PLoS one*, 13(2):1-39.