

Valentina ŠOŠTARČIĆ, Maja ŠĆEPANOVIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju  
vsostarcic@agr.hr

## BIOLOGIJA I EKOLOGIJA KOŠTANA (*Echinochloa crus-galli* L. P. Beauv.)

### SAŽETAK

Koštan (*Echinochloa crus-galli* L.) jednogodišnja je korovna vrsta iz porodice Poaceae. Uspješnost te vrste kao korova ogleda se u velikoj sjemenskoj proizvodnji, laganom širenju sjemena, izraženoj dormantnosti sjemena, mogućnosti cvatnje pri različitim uvjetima fotoperiodizma te u razvijanju biotipova rezistentnih na herbicide. Stoga se koštan smatra jednom od najvažnijih jednogodišnjih korovnih vrsta u svijetu. U Hrvatskoj je najučestaliji jednogodišnji uskolisni korov okopavinskih usjeva. Koštan je kozmopolitska vrsta s arealom rasprostranjenosti od 63° sjeverne do 55° južne geografske širine. Sposoban je prilagoditi se različitim klimatskim uvjetima te mu biološki temperaturni minimum, ovisno o klimatu, varira od 5,5 do 10,8° C. Može nicati u uvjetima visokog vodnog stresa (-0,97 MPa) kao i u širokom rasponu pH tla (4,7 - 8,3). Svojom prisutnošću u usjevu, ovisno o gustoći i razvojnom stadiju kulture, znatno utječe na smanjenje potencijalnog prinosa okopavinskih te povrtlarskih kultura.

**Ključne riječi:** okopavinski korov, uskolisna vrsta, biološka svojstva, ekologija, fenologija

### UVOD

Stoljetnom tradicijom uzgoja žitarica diljem svijeta stvoreni su povoljni uvjeti za razvoj i širenje korova, a posebice vrsta iz porodice Poaceae. Prema Holm i sur. (1997) od 76 najproblematičnijih korova na svijetu, njih 36, odnosno čak 40 % pripada porodici Poaceae. Ta porodica broji mnogo rodova pa i rod *Echinochloa* s 50 različitih jednogodišnjih i višegodišnjih vrsta od kojih je trenutno ekonomski najvažnija vrsta koštan (*Echinochloa crus-galli* L. P. Beauv.) (Yabuno, 1983). Ta se vrsta u pojedinim našim krajevima naziva još i kostrva, kostrava, proso brkato, korovsko proso, veli muhić, veliki muhar, kokonožac, konopljena trava, svrakanj itd. (Ostojić, 2011a).

U svijetu je koštan jedna od najvažnijih jednogodišnjih korovnih vrsta, a probleme stvara u 36 različitih usjeva u najmanje 61 zemlji (Holm i sur., 1997). Koštan je dominantan uskolisni korov i u okopavinskim usjevima kontinentalne Hrvatske s 91 % učestalosti pojave (Ostojić, 2011b). Analiza netretiranih parcela poljskih pokusa u soji pokazala je dominaciju te korovne vrste s prosječno 48 jedinki po kvadratnom metru odnosno 480 000 jedinki koštana na

hektar zakorovljene soje. Usporedbe radi, najučestalije širokolisne korovne vrste ovog usjeva, ambrozija i loboda, prosječno su zastupljene s 33 i 34 jedinke po metru kvadratnom. Slična je situacija i u ostalim okopavinskim usjevima (Šćepanović i sur., 2012).

Podrijetlo te vrste nije potpuno poznato. Smatra se autohtonom vrstom u Europi i Aziji (Indija). Tropska je biljka koja je svoje područje rasprostranjenosti proširila i na ostala klimatska područja. Koštan je sposoban cvjetati u širem rasponu fotoperiodskih uvjeta, iako je zapravo biljka kratkog dana. Tako u uvjetima kratkog dana (8 do 13 sati svjetla) dolazi do brzog prelaska u stadij cvatnje, a visina je biljke 70 cm. U uvjetima dugog dana (16 sati svjetla) fenofaza cvatnje dolazi kasnije te visinom doseže i 150 cm (Vengris i sur., 1996). Takva mogućnost prilagodbe koštana važno je svojstvo za postizanje široke rasprostranjenosti. Osim toga, prema načinu obavljanja fotosinteze koštan je  $C_4$  biljka, što znači da se uspješno razvija u uvjetima kratkog dana i viših temperatura, a niži zahtjevi za vodom omogućuju mu kompetitivnu prednost, posebice u suhim i toplim klimatima.

### KOMPETICIJSKE SPOSOBNOSTI KOŠTANA I EKONOMSKA VAŽNOST

Većina vrsta roda *Echinochloa* vrlo su kompetitivni korovi velike reproduksijske sposobnosti. Stoga ih je, neovisno o njihovoj gustoći u usjevu, potrebno suzbiti prije osjemenjivanja da bi se spriječilo povećanje rezerve sjemena u tlu i buduće zakorovljavanje usjeva. Ovisno o kulturi koju zakorovljuje (okopavine, riža, povrtlarske kulture), kao i o gustoći korovnih biljaka, koštan može znatno utjecati na smanjenje potencijalnog prinosa poljoprivrednih kultura. Prinos kukuruza umanjit će se za 50 % pri gustoći od 18 biljaka/ $m^2$  (Kropff i sur., 1984), odnosno i do 35 % pri zakorovljenosti od 200 biljaka po metru dužnom u fenofazi jednog do dva lista kukuruza. Ista zakorovljenost smanjuje prinos kukuruza za samo 6 % ako koštan niče u stadiju razvoja četiri razvijena lista kukuruza (Bosnic i Swanton, 1997). U rajčici uzgojenoj iz presadnica ta korovna vrsta, ovisno o gustoći, može smanjiti prinos i do 84 % (Bhowmik i Reddy, 1988). Koštan uzrokuje velike gubitke i u riži, gdje samo 5 biljaka/ $m^2$  umanjuje prinos do 35 %, 9 biljaka za 57 %, dok 25 biljaka/ $m^2$  umanjuje prinos riže za čak 95 % (Lopez-Martinez i sur., 1999). U zemljama Europe (Italija, Francuska, Makedonija) i Sjeverne Amerike, gdje se riža uzgaja na većim površinama, koštan redovito uzrokuje najveće probleme od svih korovnih vrsta. Dodatan problem, u ovom usjevu, predstavljaju na herbicide rezistentni biotipovi koštana, koji su često prisutni u intenzivnom uzgoju riže. Također, koštan je domaćin mnogim virusnim bolestima riže i drugih kultura iz porodice trava. U Africi je domaćin napasnoj i proširenoj parazitnoj cvjetnici (*Striga asiatica* (L.) Kuntze) (Ostojić, 2011a).



**Slika 1.** Koštan u soji – zakorovljena (desno) i nezakorovljena parcela (lijevo)  
(snimila M. Šćepanović)

**Figure 1.** Barnyardgrass in soybean – infested (right) and weeded plot (left)  
(photo M. Šćepanović)

Kao tipična vrsta porodice Poaceae, koštan ima čupav korijen koji u poroznim i dobro prozračnim tlima seže do 116 cm u dubinu i 106 cm lateralno, što omogućuje ovoj vrsti odolijevanje sušnim uvjetima (Rahn i sur., 1968). Izraženih je kompetitivnih sposobnosti, osobito glede akumulacije makrohraniva, što je od iznimne važnosti u slučajevima pomanjkanja hraniva u tlu. Bolje usvaja fosfor iz tla od primjerice luka i krumpira. Istraživanjima je utvrđeno da je, u početnim stadijima rasta, sadržaj dušika u biljci koštana, niži od sadržaja dušika u istim fenofazama biljaka riže, no razvojem i približavanjem reproduktivnim stadijima potreba za dušikom raste te je biljkama potrebna jednaka količina dušika (Arai i Kawashima, 1956). S obzirom na sposobnost bržeg usvajanja hraniva, proporcionalno svojem rastu i razvoju, apsorbira veće količine dušika nego biljke riže. Ne čudi stoga da mnogi autori koštan nazivaju i „žderačem“ dušika. Jaka zakorovljenost tom korovnom vrstom iz tla iznosi 60 do 80 % dušika (Holm i sur., 1991).

## BIOLOGIJA I EKOLOGIJA

Poznavanje biologije i ekologije bilo koje korovne vrste, kao i okolišnih čimbenika koji utječu na njihov rast i razvoj, potrebno je kako bi se unaprijedilo njihovo suzbijanje. To je osobito važno u današnjim vremenima ograničenja uporabe herbicida i sve manjem broju registriranih djelatnih tvari.

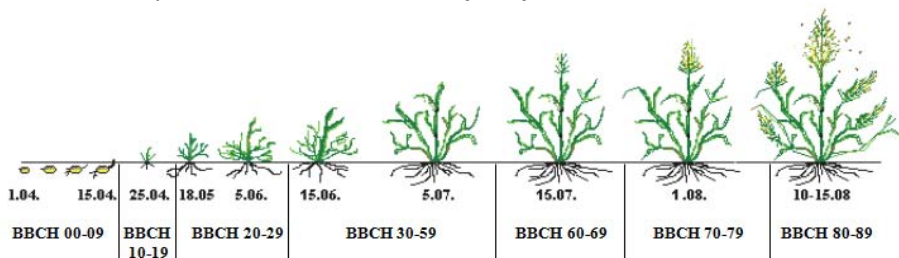
Iako nicanje korovnih vrsta u poljskim uvjetima ovisi o brojnim čimbenicima, najvažniji su temperatura i vlaga tla. Stoga je važno poznavati biološke

parametre klijanja i nicanja korovnih vrsta: biološki minimum i biološki vodni potencijal, odnosno minimalnu temperaturu i količinu vlage u tlu iznad kojih dolazi do nicanja korova. Koštan pripada u tipične termofilne korovne vrste koje za nicanje zahtijevaju više temperature. Posljedično, zakorovljuje sve poljoprivredne kulture koje se siju/sade sredinom proljeća (okopavine, povrtnice, trajni nasadi i dr.). Minimalne temperature tla potrebne za nicanje te korovne vrste kreću se oko 10 °C, iako vrijednost biološkog minimuma, za tu vrstu, znatno varira u različitim klimatskim uvjetima. Prijelazom u toplije klimate biološki minimum koštana raste od 5,0 do 13,8 °C (Sadeghloo i sur., 2013; Steinmaus i sur., 2000). Za područje kontinentalne Hrvatske utvrđen je biološki minimum od 10,8 °C (Magosso, 2013). Minimalna količina vode potrebna za klijanje (biološki vodni potencijal), iznosi -0,97 MPa. Vrijednost ovog, za kontinentalnu Hrvatsku utvrđenog, vodnog potencijala pokazuje da je koštan sposoban nicati i pri većem vodnom stresu u tlu, odnosno znatnijem nedostatku vode. Za usporedbu, korovna vrsta oštrodlakavi šćir (*Amaranthus retroflexus* L.) ima utvrđen biološki vodni potencijal tek -0,36 MPa te joj klijavost znatno opada smanjenjem količine vode u tlu. Stoga se koštan smatra jednom od vrsta s visokom tolerancijom vodnog stresa (Šoštarčić, 2015).

Koštan može rasti na različitim tipovima tala, od pjeskovitih, glinenih do srednje teških tala, iako mu za rast najviše odgovaraju ilovasta, plodna i vlažna tla (Bogdan i sur., 2007). Nicanje i rast najintenzivniji su u svibnju i lipnju, a nakon toga se u kolovozu intenzitet nicanja smanjuje. Koštan se, s obzirom na vrijeme nicanja, svrstava u srednje nicajuće vrste jer s nicanjem započinje pri sumi od 103 toplinske jedinice. Usporedbe radi, nicanje bijele lobode (*Chenopodium album* L.) započinje pri sumi od 19 toplinskih jedinica te se smatra rano nicajućom korovnom vrstom, što je i očekivano s obzirom na biološki minimum od svega 3,5 °C. Suprotno tome, oštrodlakavi šćir počinje nicati tek pri sumi od 220 toplinskih jedinica, te je svrstan u kasno nicajuće okopavinske korove. Međutim, nicanje koštana, ali i ostalih korovnih vrsta, nikad nije jednokratno nego je u vegetaciji razvučeno kroz nekoliko tjedana i mjeseci. Tako je za nicanje 90 % populacije koštana potrebna suma od 439 toplinskih jedinica. Primjera radi, značajna okopavinska korovna trava proso (*Panicum dichotomiflorum* Michx.) ima još dulje razdoblje unutar kojeg niče jer 90 % populacije u usjevu ponikne tek pri sumi od oko 740 toplinskih jedinica (Werle i sur., 2014). To znatno otežava suzbijanje tih jednogodišnjih korovnih trava, a posebice prosa, jer njihov ponik slijedi nakon primjene post-emergence herbicida te ostanu nesuzbijene. Stoga se u praksi, ovaj naknadni ponik korovnih trava, vrlo često greškom objašnjava slabijim učinkom primijenjenog herbicidnog sredstva.

Kalendarski nicanje koštana započinje u travnju, a razvoj završava u rujnu (slika 2.) (Rusu i sur., 2012). U proljeće je rast usporen, ali povišenjem temperatura ljeti razvoj se biljke ubrzava. Krajem lipnja, u srpnju i kolovozu koštan se nalazi u fenofazi cvatnje (slika 4.). U ranim razvojnim stadijima, prije

razvoja generativnih organa, koštana je, kao i druge trave, moguće raspoznati pregledom morfoloških karakteristika plojke, jezičca, uški i rukavca. Od svih uskolisnih korova koštana je najjednostavniji za raspoznavanje jer za razliku od ostalih vrsta iz porodice Poaceae ne razvija ni jezičac ni uške (slika 3.).



**Slika 2.** Razvojni ciklus koštana (izvor: Rusu i Bogdan, 2012)

**Figure 2.** Phenological development of barnyardgrass (source: Rusu and Bogdan, 2012)



**Slika 3.** Rukavac koštana – odsutne uške i jezičac

(snimila M. Šćepanović)

**Figure 3.** Leaf sheath of barnyardgrass - lingule and auricles absent on barnyardgrass (photo M. Šćepanović)



**Slika 4.** Cvatnja koštana (izvor: www.wnmu.edu)

**Figure 4.** Flowering of barnyardgrass (source: www.wnmu.edu)

Sjeme odnosno plod koštana, kao i ostalih vrsta iz porodice Poaceae, naziva se pšeno. Nakon dozrijevanja sjemena (pšena) (slika 5.), tijekom kolovoza pa do listopada, sjemenke padaju na tlo te im se pod utjecajem hladnih zimskih mjeseci prekida primarna dormantnost, a u proljeće se nastavlja ciklus rasta (Martinkova i Honek, 1993). Iako korovne trave, imaju znatno kraću dormantnost sjemena u odnosu na većinu širokolisnih korovnih vrsta, sjeme koštana u tlu može zadržati klijavost i do 10 godina nakon dozrijevanja (Campagna i Rapparini, 2008). Ipak, skladištenjem sjemena dormantnost se gubi već za tjedan dana, a što se ne događa sa širokolisnim korovnim vrstama (Benvenuti i sur., 1997).



**Slika 5.** Sjeme koštana s pljevicama (lijevo) i bez pljevica (desno) (izvor: Meyer i Effenberger, 2013)

**Figure 5.** Seed of barnyardgrass with (left) and without glumes (right) (source: Meyer i Effenberger, 2013)

Broj sjemenki po biljci koštana proizvedenih u jednoj vegetaciji iznosi od 200 do 10 000, iako neki od autora navode brojku i 40 000 sjemenki po biljci u vegetaciji (Păunescu, 1997; Holm i sur., 1997). Prosječna težina 1000 sjemenki iznosi 2,48 g. Dimenzije sjemena jesu: dužina x širina x debljina 3 - 3,5 mm x 1,5 - 2 mm x 1 - 1,6 mm. Osim izravnim osjemenjivanjem s matične biljke, sjemenke koštana na poljoprivredne površine dospijevaju i sekundarno, i to hidrohorijom (sustavima za navodnjavanje) (Wilson, 1979), avihorijom (ptice iz roda *Agelaius* sp. u poljima riže) (Smith i Shaw, 1996), a najvažniji način prijenosa sjemena jest djelovanjem čovjeka – antropohorija.

Sjeme može nicati od 4,7 do 8,3 pH tla, no optimalna su tla neutralne reakcije. Dokazano je da se porastom pH vrijednosti tla smanjuje postotak klijavosti te vrste. Pri 4 pH vrijednosti postotak klijavost iznosi 61,5 %, pri 9 pH, tek 11 % (Sadeghloo i sur., 2013). To pokazuje da se koštan bolje prilagođava kiselim uvjetima u tlu, nego lužnatim. Osim karakteristika tla, i položaj sjemena u tlu može znatno utjecati na nicanje te korovne vrste. Tako je najveće nicanje sjemenki koštana utvrđeno pri dubini od 1 - 2 cm, što je povezano s veličinom sjemena, a pri dubinama većim od 10 cm koštan više nije u stanju ponići (Dawson i Burns, 1962). To znači, da obradom premješteno sjeme koštana u dublje slojeve tla može poslužiti kao jedna od mjera suzbijanja. Sjeme koje se obradom ponovo premjesti u površinski sloj tla uspjet će razviti živu biljku. Ipak, ta mjera kod korovnih trava puno je učinkovitija budući jer te vrste imaju znatno kraću dormantnost nego širokolisne vrste te stoga kraće vrijeme ostaju u tlu u viabilnom (živom) stanju. Međutim, i za tu vrstu, cilj je spriječiti osjemenjivanje na jesen odnosno ulazak sjemena u tlo.

### MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA KOŠTANA

Uz preventivne mjere (sprječavanje osjemenjivanja), za suzbijanje koštana u vegetaciji ipak se najviše koriste kemijske mjere – primjena herbicidnih sredstava. Poznato je da se osjetljivost korova na herbicide smanjuje njihovim ulaskom u kasnije razvojne stadije (Aldrich i Kremer, 1997). Potonje je moguće objasniti razvojem morfoloških barijera na listovima, kao što su epikutikularni voskovi. Količina epikutikularnih voskova na listu koštana iznosi 35,9  $\mu\text{g cm}^{-2}$ . Sadržaj epikutikularnih voskova na listovima drugih korovnih vrsta kreće se od

10 do 200  $\mu\text{g cm}^{-2}$  (McWhorter, 1993). Sadržaj voska povećava se starenjem listova te obično stariji listovi imaju veći sadržaj epikutikularnih voskova koji otežavaju apsorpciju herbicida, a posljedično i translokaciju do mjesta djelovanja u biljci. Osim morfoloških barijera koje se razvijaju starenjem biljke, za razliku od širokolisnih korovnih vrsta, sve uskolisne vrste, postaju manje osjetljive na herbicide ulaskom u fenofazu busanja. Naime, u tom stadiju razvoja trave su sposobne brže i učinkovitije regenerirati oštećene vegetativne organe. Stoga je učinak herbicida najučinkovitiji u fenofazi tri odnosno četiri razvijena lista koštana (BBCH 13-14). Pri ranijoj primjeni herbicida, primjerice u stadiju razvoja jednog lista (BBCH 11) učinak herbicida može izostati jer se list nalazi u vertikalnom položaju zbog čega manja količina sredstva dopijeva na list. Još slabiji učinak ostvaruje se u stadiju busanja te vrste (BBCH 21-27), zbog već spomenute mogućnosti regeneracije, ali i duljeg puta translokacije herbicida do mjesta djelovanja. Stoga će, ovisno o stadiju razvoja koštana, ovisiti i doza herbicidnog sredstva. Primjerice, u primjeni graminicida za suzbijanje uskolisnih vrsta u širokolisnim kulturama (ariloksifenoksi propionati i cikloheksadinoni) najniža registrirana dozacija vrlo će učinkovito suzbiti koštan u ranoj fenofazi (BBCH 13-14), a najviša registrirana dozacija može imati slabiji učinak na koštan koji se nalazi pred kraj stadija busanja (BBCH 25-27). Poneki herbicidi mogu iskazati zadovoljavajuće djelovanje u nešto kasnijim stadijima razvoja (do početka busanja) ako se uz njih primijeni i neki od dostupnih adjuvanta, ovisno o preporuci proizvođača. Još bolji učinak tih herbicida u kombinaciji s adjuvantima, postiže se primjenom u već spomenutim stadijima razvoja 3-4 razvijena lista, čak i primjenom znatno smanjenih dozacija. Stoga bi za uspješno suzbijanje ove vrste bilo korisno poznavati vremenski raspon unutar kojeg će ponići najveći postotak jedinki populacije na određenoj parceli. U tu svrhu u herbologiji se primjenjuju modeli prognoze dinamike nicanja koji se temelje na spomenutim biološkim parametrima (biološki minimum i biološki vodni potencijal) u kombinaciji s meteorološkim podatcima na određenom polju za određivanje najprikladnijeg trenutka za aplikaciju herbicidnog sredstva. Ti modeli zasnivaju se na izračunu sume toplinskih jedinica potrebnih za početak nicanja ili određivanje 50 % ili 90 % ponika jedinki u polju. Suma toplinskih jedinica izračunava se tako da se od srednje dnevne temperature tla ( $T_{\text{red}}$ ) do dubine od 5 cm oduzme vrijednost biološkog minimuma za tu vrstu (u slučaju koštana 10,8 °C). Tako se početak nicanja koštana očekuje pri sumi od 103 toplinske jedinice, 50 % ponika pri sumi od 250, 90 % ponika očekuje se pri sumi od 439 toplinskih jedinica (Werle i sur., 2014). Primjena herbicidnih sredstava preporučuje se kad je 60-80 % jedinki koštana poniklo, što bi odgovaralo razdoblju između 250 i 439 sumi toplinskih jedinica. Međutim, unutar tog razdoblja potrebno je paziti da se tretiranje provede prije početka busanja, da bi učinak primijenjenog sredstva bio što bolji. Spomenuti prognozni modeli nicanja još uvijek nisu dostupni za primjenu u RH, stoga i nije realno

očekivati da proizvođači sami, temeljem gore opisanog sumiranja temperatura, prognoziraju nicanje i sukladno tome planiraju suzbijanje. Djelatnici Agronomskog fakulteta, Zavoda za herbologiju, nekoliko posljednjih godina intenzivno istražuju mogućnost interpolacije jednog već razvijenog prognosnog modela na naše proizvodno područje. S obzirom na kompleksnost i dugotrajnost izrade takvog modela, mogućnost interpolacije stranog modela uvelike bi ubrzala postupak. Prvi korak jest provjera bioloških parametara nicanja za ekotipove koštana (i ostalih korovnih vrsta) jer se oni mogu znatno razlikovati u odnosu na područje odakle se model interpolira. U iduće dvije do tri godine slijedi praćenje nicanja korova u polju te ako se podatci pokažu sličnim, model će se testirati u usjevu kukuruza.

## THE BIOLOGY AND ECOLOGY OF BARNYARDGRASS

(*Echinochloa crus-galli* [L.] P. Beauv)

### SUMMARY

Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) is annual narrow-leaved weed from the Poaceae family. The success of this weed species may be attributed to large seed production, easy seed dispersal, seed dormancy, ability to flower under different photoperiods and existence of biotypes resistant to herbicides. Therefore, barnyardgrass is considered one of the most important weed species in the world. In Croatia it is ranged on the first place of the most common annual narrow-leaved weed in summer crops. Barnyardgrass is a cosmopolitan species with an area of distribution of 63 °N to 55 °S latitude. It is capable of adapting to different climatic conditions and its biological minimum varies, depending on climate, from 5.5 to 10.8 ° C. It can germinate even at high water stress conditions (-0.97 MPa) as well as in a wide pH range of soil (4.7-8.3). With its presence in crop, depending on the density and growth stage of crop, it can significantly reduce potential yield of row and vegetable crops.

**Keywords:** row crops, grass weed, biological characteristics, ecology, phenology

### LITERATURA

**Aldrich, R. J., Kremer R. J. (1997).** Principles in Weed Management (Second Edition), Ames, Iowa, Iowa State University Press, 455.

**Arai, M., Kawashima, R. (1956).** Ecological Studies on Weed Damage of Rice Plants in Rice Cultivation. : I, II : On the mechanism of competition between rice plants and weeds. Japanese Journal of Crop Science, 25 (2), 115-119.

**Benvenuti, S., Macchia, M., Bonari, E. (1997).** Ecophysiology of germination and emergence of *Echinochloa crus-gali* L. seeds. Rivista di Agronomia, 31(4), 925 – 933.

**Bhowmik, P. C., Reddy, K. N. (1988).** Effects of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) on growth, yield, and nutrient status of transplanted tomato (*Lycopersicon esculentum*). Weed Sci., 36, 775-779.



- Bogdan, I., Guş, P., Rusu, T., Moraru, P. I., Pop, A. I.** (2007). Research concerning the weeding level of autumn wheat – potato – maize – and soybean crop rotation, in Cluj county. Bulletin of USAMV-CN, 63-64, 283-290. Ed. AcademicPres®, Cluj-Napoca.
- Bosnic, C. A., Swanton, C. J.** (1997). Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) time of rising and density on corn (*Zea mays*). Weed Science Journal, 45, 276-282.
- Campagna, G., Rappardini, G.** (2008). Erbe infestanti delle colture agrarie Riconoscimento, biologia e lotta. Edizioni L'Informatore Agrario, 17 – 547.
- Dawson, J. H., Bruns, V. F.** (1962). Emergence of barnyardgrass, green foxtail and yellow foxtail seedlings from various soil depths. Weeds, 10, 136-139.
- Holm, L. G., Pancho, J. V., Herberger, J. P., Plunknett, D. L.** (1991). A geographical atlas of world weeds. Krieger Publishing Company, Malabar.
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J., Herberger, J.** (1997). World Weeds: Natural Histories and Distribution. John Wiley & Sons, New York.
- Kropff, M. J., Vossen, F. J. H., Spitters, C. J. T., Groot, De W.** (1984). Competition between a maize crop and a natural population of *Echinochloa crus-galli* (L.). Netherlands Journal of Agricultural Science, 35, 324–327.
- Lopez-Martinez, N., Salva, A. P., Finch, R. P., Marshall, G., De Prado, R.** (1999). Molecular markers indicate intraspecific variation in the control of *Echinochloa* spp. with quinclorac. Weed Sci., 47, 310–315.
- Magosso, D.** (2013). Study of germination parameters of summer weeds: transferability of AlertInf model to Croatia, tesi di laurea.
- Martinková Z., Honěk A.** (1993). The effects of sowing depth and date on emergence and growth of barnyard grass, *Echinochloa crus-galli*. Ochrana Rostlin, 29, 251–257.
- McWhorter, C. G.** (1993). Epicuticular wax on johnsongrass (*Sorghum halepense*) leaves. Weed Sci., 41, 475–482.
- Meyer, D., Effenberger, J.** (2013). *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (Poaceae), ISTA Universal List, California Department of Food & Agriculture.
- Ostojić, Z.** (2011a). Naši napasni korovi - Koštan zakorovljuje gotovo sve kulture, Gospodarski list, 168 – 1, 13.
- Ostojić, Z.** (2011b). The changes of the composition of weed flora in Southeastern and Central Europe as affected by cropping practices – Croatia. U: The changes of the composition of weed flora in Southeastern and Central Europe as affected by cropping practices. Šarić T., Ostojić Z., Stefanović L., Deneva Milanova S., Kazinczi G., Tyšer L. (ur.), Herbologia, 12, 8-12
- Păunescu, G.** (1997). Researches regarding the depth influence and durability upon caryopsis germination of *Echinochloa crus-galli*. Proplant, 97, 155-164.
- Rahn, E. M., Sweet, R. D., Vengris, J., Dunn, S.** (1968). Life history studies as related to weed control in the Northeast. 5.-Barnyardgrass. Agric. Exp. Sta. Univ. Delaware Bull. 368, 1-46.
- Rusu, T., Bogdan, I.** (2012). Influence of Degree Infestation with *Echinochloa crus-galli* Species on Crop Production in Corn, Herbicides - Properties, Synthesis and Control of Weeds.
- Sadeghloo, A., Asghari, J., Ghaderi-Far, F.** (2013). Seed germination and seedling emergence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus galli*), Planta daninha, 31 (2), 259-266.

.....  
**Smith, R. J., Shaw, W. C.** (1996). Weed and their control in rice production, U.S. Government Printing Office, Washington D.C., Agric. Handbook 292, 64.

**Steinmaus, S. J., Prather, T. S. i Holt, J. S.** (2000). Estimation of base temperatures for nine weed species. *Journal of Experimental Botany*, 51, 275–286.

**Šćepanović, M., Ostojić, Z., Barić, K.** (2012). Ograničenja mogućnosti suzbijanja korova u soji nakon nicanja. U: Zbornik sažetaka 56. seminara biljne zaštite. Cvjetković, B. (ur.). Hrvatsko društvo biljne zaštite, 27-28.

**Šoštarčić, V.** (2015). Biološki parametri toploljubivih korovnih vrsta: transfer AlertInf modela iz Italije u Hrvatsku, Sveučilište u Zagrebu, Rektorova nagrada.

**Vengris, J., Kacperska-Palacz, A. E., Livingston, R. B.** (1966). Growth and development of barnyardgrass in Massachusetts. *Weeds*, 14, 299 – 301.

**Werle, R. Sandell, L., Buhler, D., Hartzler, R., Lindquist, J.** (2014). Predicting Emergence of 23 Summer Annual Weed Species. *Weed Science*, 62(2), 267-279.

**Wilson, R.** (1979). Irrigation weed seed. *Farm, Ranch and Home Quarterly*, 26, 16-18.

**Yabuno, T.** (1983). Biology of *Echinochloa* species. In: Weed control in rice. ANONYMUS (ed.). International Rice Research Institute and International Weed Science Society, Manila, 307–318.

**Pregledni rad**

