Suma toplinskih jedinica potrebna za nicanje različitih populacija korovne vrste Abutilon Theophrasti Med

Kovačić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:245773

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Ivan Kovačić, bacc. ing. agr.

SUMA TOPLINSKIH JEDINICA POTREBNA ZA NICANJE RAZLIČITIH POPULACIJA KOROVNE VRSTE *ABUTILON THEOPHRASTI* Med

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Ivan Kovačić, bacc. ing. agr.

SUMA TOPLINSKIH JEDINICA POTREBNA ZA NICANJE RAZLIČITIH POPULACIJA KOROVNE VRSTE *ABUTILON THEOPHRASTI* Med

DIPLOMSKI RAD

Mentorica: doc.dr.sc. Maja Šćepanović

Zagreb, 2016

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____ s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Maja Šćepanović _____

2. Doc. dr. sc. Klara Barić _____

3. Doc. dr. sc. Dubravka Dujmović Purgar _____

Zahvale

Veliku zahvalu dugujem svojoj mentorici doc.dr.sc. Maji Šćepanović koja me je svojim brojnim savjetima i uputama usmjeravala prilikom izrade diplomskog rada.

Veliku zahvalu upućujem predstojnici Zavoda za herbologiju doc.dr.sc. Klari Barić na pruženoj mogućnosti rada na ovom istraživanju, te zahvaljujem na brojnim pruženim savjetima prilikom petogodišnjeg školovanja kao i savjetima za buduće usmjerenje.

Veliku zahvalu upućujem kolegici i kolegama sa diplomskog studija Fitomedicina Domagoju Ćuku, Vladimiru Rakošu i Marijani Plodinec koji su mi pomagali tijekom ovog istraživanja.

Na kraju veliku zahvalu upućujem svojim roditeljima i bratu, koji su mi bili velika podrška tijekom školovanja, koje bi bez njih bilo nemoguće.

Sažetak

Toplina je jedan od glavnih čimbenika potrebnih za nicanje biljnih vrsta. Sumiranjem efektivnih temperatura (TJ) moguće je utvrditi početak i dinamiku nicanja korovnih vrsta što se koristi kod kreiranja prognoznih modela nicanja. Većina korovnih vrsta ima inter-populacijsku varijabilnost koja se očituje u različitom stupnju dormantnosti, klijanju i nicanju između različitih populacija iste korovne vrste. Postojanje inter-populacijske varijabilnosti može otežati interpolaciju stranih prognoznih modela u naše proizvodno područje. Cilj ovog istraživanja bio je poljskim pokusom usporediti nicanje hrvatskih populacija korovne vrste *Abutilon theophrasti* s 11 populacija ove vrste iz devet država Europe i SAD-a. Za svaku istraživanu populaciju cilj je bio utvrditi sumu toplinskih jedinica zraka i tla potrebnu za početak i duljinu trajanja nicanja. Pokus je postavljen u jesen 2013. godine na pokušalištu Maksimir Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Shema pokusa je bila slučajni blokni raspored u 4 ponavljanja. Rezultati istraživanja ukazuju na postojanje varijabilnosti između istraživanih populacija korovne vrste *Abutilon theophrasti*. Najmanja suma toplinskih jedinica (415,15 toplinskih jedinica) potrebna za ponik 50% posijanih sjemenki utvrđena je kod američkih (Iowa, Minnesota) populacija te također i kod populacije iz Hrvatske. Utvrđena je signifikantna razlika potrebne sume tolinskih jedinica kod hrvatske i portugalske populacije gdje su populaciji iz Hrvatske za ponik bile potrebne 272,8 toplinske jedinice, dok je najsporije nicajućoj populaciji iz Portugala bila potrebna suma 382,1 toplinske jedinice.

Ključne riječi: *Abutilon Theophrasti*, suma toplinskih jedinica, integrirano suzbijanje korova, prognozni modeli nicanja, inter-populacijska varijabilnost

Summary

Warmth is one of the main factor driving germination and emergence processes. It is possible to determine the beginning and dynamic of emergence of weed species by summarizing growing degree days (GDD), which is used with the development of predictive emrgence models. Most of the weed species is characterized by inter-population variability which is manifested through different stages of dormancy, germination and weed emergence among different populations of the same weed species. Inter-population variability makes interpolation of foreign modeling weed emergence difficult for our agricultural domain. The aim of this study was to compare the emergence of Croatian population of the weed *Abutilon theophrasti* with 11 populations of this species from nine European countries and the United States by doing the field trial. For each studied population objective was to determine the growing deegre days for air and soil units needed for beginning and duration of germination. The experiment was set up in the fall of 2013 at Maksimir experimental station of Faculty of Agriculture Zagreb. The scheme of the experiment was randomized block schedule with 4 repetitions. The results of this study proved the existence of variability among researched populations of weed species Abutilon theophrasti. The lowest growing deegre days required for the 50% of emergence of sown seeds (415.15 GDD) were found in the US (Iowa, Minnesota) populations, as well as in the Croatian population. A significant difference was determined in the growing degree days with the Croatian and Portuguese population, where Croatian population needed 272,8 GD for the first emergence, while the slowest emerging populations of Portugal needed 382,1 GD.

Key words: *Abutilon theophrasti*, GDD, integrated weed control, modeling weed emergence, inter-population variability

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Pregled literature 2

2.1. Rasprostranjenost, biologija i morfologija europskog mračnjaka 2

2.2. Štetnost europskog mračnjaka 6

2.3. Dormantnost sjemena 7

2.4. Integrirano suzbijanje korova 9

2.5. Prognozni modeli 9

3. Cilj istraživanja 14

4. Materijali i metode rada: 15

4.1. Osnovni podatci o istraživanju: 15

4.2. Meteorološki uvjeti 17

5. Rezultati rada i rasprava 19

6. Zaključak 23

7. Literatura 24

1. Uvod

Od prelaska čovječanstva na sjedilački način života, odnosno od početka proizvodnje hrane za vlastite potrebe počeo je i problem s korovima, neželjenim biljnim vrstama u željenim i uzgajanim kulturnim biljkama. S gledišta poljoprivrednog proizvođača korovi su uvijek štetne i neželjene biljne vrste koje svojim prisustvom u usjevu umanjuju količinu i kakvoću kultiviranoj vrsti (Ostojić, 1997). Upotrebom novih znanja i primjenom svih agrotehničkih mjera problem korova je bez većih poteškoća uspješno rješavan. Odnedavno se dovodi u pitanje onečišćenje okoliša upotrebom velikih količina pesticida zbog čega je Europska Unija izdala Direktivu 2009/128/EC o održivoj upotrebi pesticida s glavnim ciljem smanjenja rizika, odnosno utjecaja pesticida na ljudsko zdravlje i okoliš (Službeni list EU, 2009). Prema navedenoj direktivi države članice trebaju poticati zaštitu bilja sa smanjenom uporabom pesticida, a posebno integriranu zaštitu bilja koja primjenom znanja teži upotrebi pesticida samo kad je potrebno i s čime je potrebno (www.mps.hr). U sklopu integriranog suzbijanja korova sve se veći značaj daje istraživanju biologije i ekologije korova. Glavni cilj je utvrditi optimalno vrijeme primjene herbicida. S obzirom da nicanje korovnih vrsta nije ujednačeno, optimalno vrijeme primjene herbicida podrazumijeva poznavanje dinamike nicanja korova u usjevu. U tom smislu razvijeni su različiti prognozni modeli s glavnim ciljem predviđanja početka i trajanja nicanja korovnih vrsta. Ovi modeli, temeljem poznavanja bioloških parametara svake korovne vrste, klimatskih prilika na određenoj lokaciji te višegodišnjih provjera dinamike nicanja korova u poljskim uvjetima prognoziraju početak i dužinu nicanja korova. Uvođenjem prognoznih modela olakšali bi suzbijanje korova poljoprivrednim proizvođačima. Međutim izrada ovih modela je dosta kompleksna, dugotrajna i financijski zahtjevna pa je stoga vrlo interesantna mogućnost interpolacije već razvijenih prognoznih modela s drugog područja na domaće proizvodno područje. S obzirom na inter-polacijsku varijabilnost koja je karakteristika većine korovnih vrsta, potrebna su lokalna istraživanja. U ovom radu provjera interpopulacijske varijabilnosti istraživana je na ekonomski značajnoj korovnoj vrsti *Abutilon theophrasti*.

2. Pregled literature

2.1. Rasprostranjenost, biologija i morfologija europskog mračnjaka

Europski mračnjak ili teofrastova lipica (*Abutilon theophrasti* Med.) je invazivna, korovna vrsta okopavinskih kultura. Pripada porodici sljezova (*Malvaceae*). Sinonimi za ovu vrstu su *Abutilon avicennae* Garetn., *Abutilon tilifolia* Fisher., *Sida abutilon* L. i *Abutilon californica* Benth. Potječe iz Kine i Tibeta, a početkom 18. stoljeća je kao zamjena za konoplju proširena na svim područjima umjerenog klimata. S obzirom na dekorativan izgled biljke u početku se ova vrsta nije suzbijala te se vrlo brzo proširila i postala problem kao korov. Širenju je također pridonio uzgoj europskog mračnjaka za industriju vlakana, proizvodnju užadi i grubih platana. Prvi podatci o nalazu europskog mračnjaka na području Hrvatske su objavljeni 1869., (Schliosser i Vukotinović cit. Flegar i Novak, 2005). Navodi je također i Šulek (1879), spominjući hrvatske nazive: žutosljez, duga konoplja, duga konopljika, lipica ili veliki sljez. Podatke o prisutnosti i rasprostranjenosti ove vrste u našoj flori nalazimo kod više autora (Domac, Kovačević, cit. Flegar i Novak 2005). Iz navedenog je vidljivo da je prisutan dugo, a njegovo brzo širenje i problem kao korov započeo je 1980-tih godina te izuzetno brzo od sredine 1990-tih. Prema navodima Flegara i Novaka (2005) danas je ova vrsta proširena u velikom dijelu kontinentalnog područja sve do Karlovca, a nađena je i na više mjesta na obali. Europski mračnjak je jednogodišnja zeljasta korovna biljka brzog rasta što se očituje u kompetitivnim prednostima u odnosu na druge biljne vrste. Posebno mu pogoduje laka i srednje teška i vlažna tla bogata hranivima. Nepogodna su tla s visokom podzemnom vodom koja štetno utječe na rast i razvoj i na skraćenje stabljike. Dobro podnosi visoke temperature. Može poniknuti ranije u proljeće, jer je biološki minimum potreban za nicanje oko 8˚C dok je optimalna temperatura za nicanje oko 24˚C (Leon i sur., 2004). Prema prethodnim istraživanjima na području kontinentalne Hrvatske biološki minimum za ovu korovnu vrstu iznosi 4,5˚C što ukazuje na mogućnost još ranijeg nicanja (Magosso, 2013). Kalendarski gledano ova vrsta niče uglavnom u travnju i svibnju, a cvate od srpnja do rujna. Sjeme može nicati i s dubine i do 13 cm, što je razlog da niče i kasnije tijekom vegetacije pa sve do mrazeva (Flegar i Novak 2005). Prema istraživanju Rakoš (2013) utvrđeno je da sjeme korovne vrste *Abutilon theophrasti* u kontroliranim uvjetima uspješno niče i na 9 cm dubine tla što nije bio slučaj za većinu ostalih sitno sjemenih korovnih vrsta čije je nicanje bilo značajno slabije pri dubinama ispod 4 cm. Mračnjak niče i tijekom ljeta. Brzo reagira na skraćivanje dana skraćivanjem pojedinih fenoloških faza te brzo prelazi u generativni stadij i

do jeseni donosi sjeme. Plodonosi od kraja srpnja do listopada. Prva dva do tri tjedna nakon nicanja raste sporo, prosječno 1 cm na dan, a kod dnevnih temperatura 17-21˚C dnevni porast može biti i šest do osam cm (Flegar i Novak, 2005).

Opisujući ovu vrstu Kojić i Šinžar (1985) navode da sadrži specifičan miris koji se osjeti u slučaju loma ili gnječenja stabljike ili listova. Kotiledoni su okrugli, malo jajasti, oko 10 mm u promjeru, pri osnovi donekle srcoliki. Obrasli su sitnim, jednostavnim i žljezdastim dlačicama. Stabljike kotiledona su duge 8-10 mm i također gusto dlakave (Kojić i Šinžar, 1985). Mlade biljčice mračnjaka podsjećaju na biljčice pamuka.





Slike 1., 2. Kotiledoni europskog mračnjaka (Snimio: Kovačić, I.)

Korijen je vretenast jak i svijetle boje (Slika 3.). Glavni korijen prodire do dubine jednog metra u tlima s niskom razinom podzemne vode. Ako je podzemna voda visoko, glavni korijen ne ide duboko već jače razvija postrano korijenje. Korijen ima veliku moć apsorpcije vode pa je biljka otporna na sušu (Kojić i Šinžar, 1985).



Slika 3. Korijen europskog mračnjaka (Snimila: Plodinec, M.)

Stabljika je snažna, ravna i okrugla, promjera do 5 cm i visine 40 – 350 (400) cm, pokrivena mekanim bjelkastim dlačicama. U rijetkom sklopu se grana (slika 4.), a u gustom sklopu je stabljika tanja i sasvim bez grana (Flegar i Novak, 2005).



Slika 4. Razgranata stabljika mračnjaka u usjevu kukuruza (Snimio: Kovačić, I.).

Prvi list je okruglo jajast, na vrhu oštar, po obodu slabo nazubljen, pri osnovi srcolik, veličine oko 10-15 mm, na peteljci dugoj 8-10 mm, dlakav, a lisna peteljka je maljava. Drugi list je sličan prvom, samo je krupniji i na dužoj peteljci, po osnovi nazubljen (Kojić i Šinžar, 1985). Ostali listovi su naizmjenični, izrazito veliki, na dugim peteljkama, okruglasto srcolikog oblika s povijenim i zašiljenim vrhom (slika 5.). Rubovi listova su lagano valoviti i

plitko nazubljeni. Dužina listova je 10-20 cm, a širina 10 – 25 cm. Lice i naličje su gusto pokriveni nježnim baršunastim dlačicama. Podsjeća na list lipe zbog čega je dobio ime lipica (Flegar i Novak, 2005).

Cvjetovi su smješteni pojedinačno u pazušcu listova ili su skupljeni u mali štitasti cvat na vrhu stabljike. Čaška cvijeta je građena od 5 latica svijetlo žute, žute do žutonarančaste boje (Flegar i Novak, 2005). Plod je tobolac. Zbirni tobolci su dužine 1,3-2,5 cm i promjera 2,5 cm, obrasli dlačicama, u trenutku dozrijevanja su tamnosive do crne boje (Flegar i Novak, 2005).



Slika 5. Razvijeni list mračnjaka. (Snimio: Kovačić, I.)





Slika 6. Žuti cvijet i nedozrjeli zeleni tobolac mračnjaka, (Snimio: Kovačić, I.). Slika 7. (desno) Zreli tobolac mračnjaka (Snimio: Kovačić, I.).

Sjemenke su bubrežastog oblika (slika 8.), spljoštene, debljine 1 mm i dužine 2-3 mm (Flegar i Novak, 2005). Skender i sur., (1998) opisuju pupak sjemena kao ovalan, smješten u udubljenju i zaštićen kukastim ostatkom sjemenkinog drška. Površina je sitno mrežasto rupičasta, obrasla je rijetkim, kratkim dlakama, koje su gušće raspoređene u udubljenju, tamnosivo smeđe boje, bez sjaja. Prema istom autoru dužina i širina sjemena je 2,75- 3,25 mm, a debljina 1,5-1,75 mm. Masa 1000 sjemenki je 8-12g, a u 1 kg ima 100 000 sjemenki. Flegar i Novak (2005) navode da jedna biljka može dati 700-36 800 sjemenki, apsolutne mase sjemenki 4-12 g.



Slika 8. Sjemenke europskog mračnjaka (Snimila: Plodinec, M.)

Flegar i Novak (2005) ističu da sjemenka može u tlu sačuvati klijavost do 50 godina. Sposobnost dugačkog zadržavanja klijavosti (i nakon 40 godina) Hulina (1998) ističe i kod drugih autora (Crocker, 1950; Harrington, 1970. i Americanos 1994.).

2.2. Štetnost europskog mračnjaka

Europski mračnjak je korov okopavina i ruderalnih područja. Flegar i Novak (2005) ga smatraju jednim od najagresivnijih korova okopavina u Hrvatskoj. Prema ovim autorima već tri biljke europskog mračnjaka na 1 m^2 mogu smanjiti urod kukuruza za 10%, a u soji već jedna biljka europskog mračnjaka na istoj površini može smanjiti prinos sjemena soje i do 34%. Međutim, gubitci prinosa ovise i o duljini trajanja zakorovljenosti mračnjakom u usjevima tako da oni mogu biti viši od 90%. Osim o duljini, gubitak prinosa ovisi i o gustoći zakorovljenosti. Tako Beckett i sur. (1988), te Lindquist i sur. (1996) navode da dvije jedinke mračnjaka na 30 dužnih cm reda kukuruza smanjuju prinos kukuruza za 18%. Na našem proizvodnom području gustoća zakorovljenosti može biti izuzetno jaka pa su Flegar i Novak (2005) pregledima nalazili i više od 200 biljaka europskog mračnjaka po metru kvadratnom. Prema anketi u kojoj je ispitano 164 proizvođača povrća ispitanici su naveli europski mračnjak kao drugi najopasniji korov u proizvodnji povrtnica (Barić i sur., 2006). Slično navode i proizvođači šećerne repe koji također svrstavaju mračnjak među najproblematičnije korove u tom usjevu (Barić i Šćepanović, 2015).

Osim kompeticijom, europski mračnjak negativno utječe na prinos uzgajanih kultura alelopatskim djelovanjem. Utvrđeno je da europski mračnjak ima jak alelopatski potencijal što znači da sadrži i izlučuje kemijske tvari koje mogu štetno djelovati na rast i razvoj drugih

biljaka (Flegar, Novak 2015). Gressel i Holm (1964) prikazuju negativan alelopatski utjecaj mračnjaka na usjev kukuruza, soje i rajčice (Qasem i Foy, 2001; Šćepanović i sur., 2007) na početni rast kukuruza dok citirajući rad Reting-a i sur. iz 1972. Colton i Einheling (1980) navode povećanje stanica parenhima u korijenu kupusa. Svjetska iskustva pokazuju da je europski mračnjak, gdje god unesen, vrlo brzo postao jedan od najvažnijih korova (Flegar i Novak, 2005). Spencer (1984) navodi da su u SAD-u godišnji ekonomski gubici nastali uslijed kompeticije europskog mračnjaka u kukuruzu i soji procijenjeni su na približno 343 milijuna dolara. Proizvođači potroše stotine milijuna dolara na suzbijanje, a dodatni milijuni izgubljeni su na područjima gdje se ne provode mjere suzbijanja.

Raznim istraživanjima u različitim kulturama utvrđivan je ekonomski prag štetnosti ove korovne vrste. Scholes, 1995. navodi da je utvrđeno da u kukuruzu samo 3 biljke/m^2 mogu prouzročiti pad prinosa već od 10% (cit. Grubišić, 2001). Citirajući Sattin i sur., iz 1992., isti autor navodi da je ekonomski prag štetnosti za ovu korovnu vrstu u kukuruzu od 0,3 do 1,7 biljaka/m^2 . U soji su štete puno veće, te je ekonomski prag štetnosti već od 0,035 do 0,21 biljaka/m^2 (Cardina i sur., 1995).

Osim direktnog utjecaja na prinos, mračnjak nanosi i indirektne štete. Odrvenjela stabljika otežava žetvu jer može uzrokovati kvarove na strojevima. Također kod ishrane stoke uzrokuje neugodan miris mlijeka (Kurokawa, i sur., 2003). Nadalje, poznata je velika produkcija sjemena mračnjaka kao i stvaranje sjemena s dugotrajnom dormantnosti. Prema istraživanju Plodinec i sur., (2014) jedna biljka europskog mračnjaka proizvodi 3654 sjemenki dok kod većeg broja biljaka po jedinici površine prosječna proizvodnja po jedinki opada, ali po metru četvornom ipak iznosi 20 401 sjemenki. Iz ovog podatka vidljivo je da i jedna biljka mračnjaka ostavljena na polju može prouzročiti visoku zakorovljenost u narednim godinama. Zbog toga nije neobičan navod Zanin-a i Sattin-a (1988) da je ekonomski prag štetnosti za ovu korovnu vrstu 0, odnosno da se u usjevu ne tolerira prisutnost ni jedne jedinke europskog mračnjaka.

2.3. Dormantnost sjemena

Jedno od važnih svojstava korova je sposobnost stvaranja dormantnog sjemena. Dormantnost sjemena je mirovanje sjemenke, odnosno neaktivno razdoblje koje traje od trenutka odvajanja sjemenke od majčinske biljke pa do početka klijanja. Simpson (1990) navodi da pojam mirovanje znači da su sjemenke u potpunosti klijave, ali ne mogu dovršiti

svoj razvojni proces zbog nepovoljnih okolišnih uvjeta kao što su svijetlo, temperatura, kisik ili vlaga. Bewley i Black (1982) navode kako i nakon završetka fiziološke zriobe sjeme većine korovnih vrsta ima neki oblik mirovanja. Taylorson i Borthwick (1969) navode da primarna ili urođena dormantnost može biti uvjetovana zahtjevom za osnovnim stimulansom, npr. svijetlom i toplinom ili hlađenjem.

Prema Baskin i Baskin (2004) dormantnost dijelimo na pet razreda: fiziološku, morfološku, morfofiziološku, fizikalnu i kombiniranu dormantnost. Fiziološka dormantnost najzastupljenija je te može biti dugotrajna, prijelazna i kratkotrajna. Morfološka dormantnost očituje se kod sjemena kod kojeg je embrio, iako nedovoljno razvijen diferenciran. Kod morfofiziološke dormantnosti sjemena embrij također nije razvijen, ali k tome sadrži fiziološke komponente dormancije. Fizikalna dormantnost uzrokovana je za vodu nepropusnim slojevima palisadnih stanica u ovojnici sjemena ili ploda. Kombinirana dormantnost (fiziološka i fizikalna) javlja se kod sjemena s nepropusnom ovojnicom koje ima fiziološku dormantnost. Barić i sur. (2014) navode da je mogućnost zadržavanja sjemena u dormantnom stanju gotovo „elitna“ karakteristika korovnih vrsta, čime osiguravaju opstanak populacije u stresnim, odnosno nepovoljnim uvjetima sredine.

Sjeme europskog mračnjaka ima primarnu dormantnost, poznatu kao „hardseedness“ (Grundy i Jones, 2002) koja je uzrokovana nepropusnošću sjemene ovojnice za vodu. U poljskim uvjetima prekid dormantnosti ovog tipa nastaje uslijed zamrzavanja i odmrzavanja, vlaženja i sušenja, pri čemu dolazi do loma sjemene ovojnice te je sjemenka sposobna proklijati. Da bi došlo do loma sjemene ovojnice i prekidanja dormantnosti prirodnim putem utjecajem atmosferilija može proći i više desetljeća. Prema navodima Warwick i Black (1988) sjeme mračnjaka može zadržati klijavost i do 50 godina zahvaljujući dormantnosti i otpornosti na mikrobiološku aktivnost u tlu. Sjeme europskog mračnjaka ima i drugi tip primarne dormantnosti, embrio–dormantnost, koja je zamijećena prema Warwick i Black (1988) u slučaju kad sjeme s popucalom sjemenom ovojnicom ipak ne klije odmah, nego klije sporadično tijekom određenog razdoblja. Baskin i Baskin (1998) također navode da različiti okolišni čimbenici (tlo, vlaga, kisik i temperatura) utječu na klijavost sjemena. Iako kod većine korovnih vrsta alternirajuće temperature stimuliraju nicanje Leon i sur. (2004) navode da izmjena temperaturnih razlika ne utječe na nicanje europskog mračnjaka.

2.4. Integrirano suzbijanje korova

Pronalaskom visoko djelotvornih herbicida sredinom 50-ih godina prošlog stoljeća borba protiv korova u poljoprivredi se oslanjala samo na kemijske mjere. Primjenom relativno jeftinih, jednostavnih i visoko učinkovitih kemijskih mjera godinama su se zapostavljale nekemijske mjere ranije korištene stoljećima. Dugogodišnjom primjenom isključivo kemijskih mjera došlo je do zagađenja okoliša i štetnog utjecaja na čovjeka. Uvidjevši negativne posljedice na okoliš i ljudsko zdravlje, od osamdesetih godina prošlog stoljeća čovjek se postupno priklanja i vraća starim mjerama i metodama suzbijanja štetnih organizama (Barić i sur., 2014). Sve više se dovodi u pitanje onečišćenje okoliša upotrebom velikih količina pesticida zbog čega je Europska Unija izdala direktivu 2009/128/EC o održivoj upotrebi pesticida s glavnim ciljem smanjenja rizika odnosno utjecaja pesticida na ljudsko zdravlje i okoliš (Službeni list (2009L0128), 2009). Prema ovoj Direktivi države članice dužne su poticati zaštitu bilja sa smanjenom uporabom pesticida. U integriranu biljnu proizvodnju uključena je i integrirana zaštita od korova u kojoj sve veću važnost dobivaju nekemijske mjere koje uključuju plodored, preventivne mjere, inventarizaciju korova, obradu, banku sjemena korova, kasniju ili raniju sjetvu, zelenu gnojidbu, pokrovne biljke, odabir kultivara u odnosu na klimu i korov, kvalitetno i zdravo sjeme brzog i ujednačenog nicanja, pravilan i ujednačen sklop, pravilnu gnojidbu, zaštitu od drugih štetnih organizama, fizikalne, biološke, kemijske i druge mjere (Barić i sur. 2014). Isti autori navode da je glavni cilj integriranog pristupa na ekološki prihvatljiv način sustavno suzbijati korove, ali pri tome zadržati istu razinu ili čak povećati prinose kultura. Da bi postigli cilj integrirani pristup treba primjenjivati na cijelom proizvodnom području, na svim parcelama tijekom više godina, što će rezultirati održivom poljoprivrednom proizvodnjom. U sklopu integriranog suzbijanja korova sve veći značaj dobivaju istraživanja biologije i ekologije korova. Glavni cilj proučavanja biologije i ekologije korova je određivanje optimalnog roka primjene herbicida.

2.5. Prognozni modeli

Racionalna primjenu herbicida uključuje post-emergence primjenu herbicida (nakon nicanja korova). Poznavajući spektar djelovanja herbicida prema sastavu korovne flore na parceli, osigurava se usmjerena (na ciljane korove) i racionalna (mogućnost smanjenih dozacija) primjena herbicida. Osim važnosti odabira herbicida (prema iznikloj korovnoj flori) važna je i njihova pravovremena primjena. Preuranjenom post-em aplikacijom herbicida neće biti zahvaćene jedinke korovne vrste koje će ponići nakon aplikacije. Kod kasnije post-em

aplikacije može doći do slabijeg djelovanja herbicida jer je korov prerastao fazu u kojoj je osjetljiv. Šćepanović i sur. (2015) navode da ponovljena primjena herbicida u većini ratarskih kultura nije ekonomski ni ekološki isplativa te je nužno procijeniti pravo vrijeme za provedbu tretiranja. Zbog navedenog, u poljoprivredno razvijenijim zemljama razvijeni su modeli prognoze dinamike nicanja korova u usjevu. Na temelju prognoze nicanja određujemo kada će korov početi nicati i koliko će razdoblje nicanja trajati, odnosno kad će ponići većina jedinki određene korovne vrste. Primjenom ovih podataka određujemo optimalno vrijeme suzbijanja bilo kojim dostupnom mjerom borbe. Barić i sur. (2014) navode da se ovim sustavom suzbijanja može predvidjeti ponik rano i vrlo kasno nicajućih korovnih vrsta koje katkad „izbjegnu“ osnovnom tretmanu što je upravo slučaj kod vrste s mračnjakom.

Prognozne modele s obzirom na njihov postupak izrade djelimo na fenološke, empirijske i mehanističke modele. Šćepanović i sur. (2016). navode da ni fenološki ni empirijski modeli ne uključuju poznavanje bioloških parametara potrebnih za nicanje pojedine korovne vrste već se zasnivaju na sposobnosti opažanja pojave fenoloških promjena u prirodi te su iz toga razloga manje pouzdani. Najpouzdaniji modeli u području proučavanja problematike koja predviđa nicanje korova su mehanistički modeli. Ovaj model istovremeno uzima u obzir procese unutar sjemenke (starost sjemenke, fiziologija sjemenke, dormantnost) i okolišne uvjete (dubina sjemenke u tlu, svijetlost, temperatura tla, odnos CO_2 i O_2, količina vlage u tlu) koji su uključeni u proces nicanja (Forcella i sur. 2000). Izrada ovog modela je zahtjevnija od već navedenih modela a podijeljena je u više faza. Prva faza je utvrđivanje bioloških parametara u laboratoriju (biološkog vodnog potencijala i biološkog temperaturnog minimuma) potrebnih za nicanje pojedine korovne vrste. Biološki vodni potencijal (Ψ_b) je minimalna količina vlage u tlu koja je potrebna za nicanje. Biološki temperaturni minimum (T_b) je najniža temperatura potrebna za nicanje neke vrste, odnosno pri temperaturama nižim od biološkog minimuma, nicanje je jednako 0 (Gummerson, 1986). Praćenje dinamike nicanja tijekom nekoliko godina, na nekoliko lokacija, uz istovremeno bilježenje dnevnih mikroklimatskih uvjeta u tlu (vodni potencijal tla u zoni nicanja i temperatura tla) spada u drugu fazu izrade mehanističkog modela. Pomoću podataka prikupljenih u polju i laboratorijskih podataka o biološkim parametrima pojedine korovne vrste, temeljem sume vodno-toplinskih jedinica, izrađuju se krivulje nicanja korova u usjevu koje predstavljaju prognozu nicanja (Šćepanović i sur. 2016). Zadnja faza izrade modela odnosi se na provjeru dobivenih parametara praćenjem nicanja u poljskim uvjetima. Na Sveučilištu u Padovi

razvijen je prognozni model nicanja AlertInf koji je namijenjen predviđanju nicanja najvažnijih ljetnih korova za proizvođače soje i kukuruza na području regije Veneto u Italiji. U početku je sustav korišten samo u kukuruzu za prognozu tri korovne vrste (*Chenopodium album*, *Sorghum halapense*, *Abutilon theophrasti*). Masin i sur. (2014) zaključuju da je zbog malog broja vrsta korova i malog broja usjeva, sustav AlertInf limitiran. Zbog toga su proveli istraživanje o mogućnosti korištenja sustava AlertInf u soji na još dvije korovne vrste (*Echinochloa crus-gali, Digitaria sanguinalis*). Istraživanjem je utvrđeno da se algoritam koji se koristi u prognoziranju pojave korova u kukuruzu može uspješno koristiti u prognoziranju nicanja korova u soji što dovodi do daljnjeg razvoja i širenja upotrebe AlertInfa. Model je dosta kompleksan za izradu međutim za krajnjeg korisnika (poljoprivrednog proizvođača) primjena je jednostavna. Za korištenje prognoze sustavom AlertInf, poljoprivredni proizvođač treba unijeti podatke najbliže lokalne meteorološke stanice, navesti datum sjetve ili obrade tla, korovne vrste koje se nalaze na parceli. Nakon toga prognozni model izračunava (prognozira) postotak izniklih korova od ukupnog broja korova koji će niknuti do kraja sezone (Šćepanović i sur. 2016). Ovo omogućuje poljoprivrednom proizvođaču lakše donošenje odluke o roku tretiranja, odnosno tretiranje može prilagoditi što većem broju poniklih korova i time jednim herbicidnim tretmanom suzbiti korove u usjevu (Masin i sur., 2008). Prema navodima autora ovog modela, poljoprivredni proizvođači u Italiji pozitivno reagiraju na mogućnost korištenja rezultata AlertInf-a. U SAD-u (Archer i sur., 2001) i Australiji (Walsh i sur., 2002) također se koriste slični prognozni modeli nicanja za okopavinske usjeve. Dostupan je kroz računalni softver koji također iskazuje dobre rezultate i zadovoljstvo korisnika. Šćepanović i sur., (2015) navode da u Hrvatskoj nema znanstvenih istraživanja ni stručne literature koja obrađuje prognozu nicanja korova u poljoprivrednim usjevima. Shodno tome nema ni razvijenih prognoznih modela nicanja. Od 2013. istražuje se mogućnost aplikacije stranih prognoznih modela.

S obzirom da je temperatura jedan od glavnih čimbenika koji utječe na nicanje korovnih vrsta kao osnova za prognozu nicanja koristi se suma toplinskih jedinica ili Growing degree days (GDD).

Suma toplotnih jedinica izražava se kao suma efektivnih temperatura iznad biološkog minimuma, akumuliranih tijekom promatranog razdoblja (Washitani i Takenaka, 1984).

Suma toplinskih jedinica za određenu za određenu fenološku fazu se izračunava prema formuli: GDD=Tmax+Tmin/2 – Tb, gdje je:

- Tmax= maksimalna dnevna temperatura (ukoliko je maksimalna dnevna temperatura iznad biološkog minimuma za vrstu, tada se u formulu unosi biološki maksimum)
- Tmin= minimalna dnevna temperatura (ukoliko minimalna dnevna temperatura ispod biološkog minimuma, upisuje se vrijednost biološkog minimuma)
- Tb= biološki minimum za određenu vrstu

$$GDD = \frac{Tmax + Tmin}{2} - Tb$$

Da bi se dobio podatak o biološkom minimumu potrebna su laboratorijska istraživanja za svaku željenu korovnu vrstu pojedinačno. Potrebno je utvrditi broj dana za 50%-tni ponik sjemena (T_{50}). Za utvrđivanje biološkog minimuma koristi se linearni regresijski pravac po Bootstrap metodi (Efron, 1979) pri čemu se koristi logaritam 50%-tne klijavosti (l/t_{50}).

Svaka biljna vrsta potrebe za određenom količinom topline za pojedinu fenološku fazu od početka do kraja vegetacijskog razdoblja. Prema podatcima o potrebama određene vrste usjeva za sumom toplinskih jedinica i prema podatcima klimatskih prilika nekog područja, moguće je odrediti pogodnost uzgoja te vrste usjeva u određenom podneblju. Sumu toplinskih jedinica koju su predložili Gilmore i Rogers (1958) koristili su 1964. Gotlin i Šikić za predviđanje datuma svilanja hibrida kukuruza (cit. Kaučić i Pavičić, 1997). Zaključak je da suma toplinskih jedinica preciznije predviđa fenofazu cvatnje od kalendarskih dana (Kaučić i Pavičić, 1997). Kaučić i Pavičić (1997) su pomoću sume efektivnih temperatura odredili optimalno vrijeme berbe jabuke sorte Golden delicious. Isti autori citiraju Vučetić-a iz 1995. koji u svom radu o računanju toplinskih jedinica analizira upotrebu različitih temperaturnih pragova, navodi različite sume toplinskih jedinica, ovisno o zadanom temperaturnom pragu (minimumu). Gilmore i Rogers (1958) navode da je upravo temperatura zraka jedan od limitirajućih faktora koji je u jakoj korelaciji s rastom i razvojem svake biljke, te je sastavni dio ukupnih okolišnih utjecaja na neki genotip. Praćenjem sume toplinskih jedinica s obzirom na zahtjeve promatrane biljne vrste može se izračunati pojava pojedine fenofaze, a na osnovi toga na vrijeme provesti potrebni agrotehnički zahvat. Računanje temperaturnih suma je korisno i u zaštiti bilja. Sume temperatura mogu poslužiti poljoprivrednim proizvođačima i

savjetnicima kod suzbijanja štetočinja kao orijentacija za razvoj kukaca, uzročnika biljnih bolesti i korova u svrhu učinkovitijeg određivanja roka primjene preparata za njihovo suzbijanje. Navedeno rezultira smanjenjem šteta od štetočinja a pravilnim rokom primjene i smanjenjem troškova suzbijanja. Zbog toga korištenje sume toplinskih jedinica ima važnost u predviđanju nicanja i razvoja korova. Ako na istom mjestu istovremeno postoje podatci o nametnicima i meteorološki podatci za izračunavanje temperaturnih suma, može se poboljšati kvantificiranje nametnika, ali i bolje predvidjeti intenzitet pojave nametnika što je u izravnoj vezi s prinosom usjeva (Zalom i sur., 1983., cit., Šarić, 2011).

Inter-populacijska varijabilnost je svojstvo korova koje se očituje kroz dormantnost, klijanje i nicanje. Kurokawa i sur. (2003) navode populacijsku varijabilnost između novih i slučajno unesenih jedinki europskog mračnjaka. Utvrđena je značajna razlika gdje je nativna jedinka imala uspravni rast, kratako razdoblje cvatnje i malu proizvodnju ne dormantnog sjemena, dok je unesena jedinku imala razgranat habitus s dugim razdobljem cvatnje i velikom produkcijom dormantnog sjemena. Inter-populacijske varijabilnosti nam otežavaju interpolaciju stranih podataka o potrebnim toplinskih jedinica za nicanje i razvoj. Time se otežava i razvoj integriranog suzbijanja korova te razvoj prognoznih modela zbog čega su nam potrebna kontinuirana istraživanja u našim pedoklimatskim uvjetima.

3. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je poljskim pokusom utvrditi sumu toplinskih jedinica zraka i tla potrebnu za početak nicanja i za 50% nicanje 12 različitih populacija korovne vrste *Abutilon theophrasti*.

4. Materijali i metode rada:

4.1. Osnovni podatci o istraživanju:

U radu je istraživano sjeme 12 različitih populacija korovne vrste *Abutilon theophrasti*. Većina populacija (10) potječe iz Europe (Hrvatska, Grčka, Mađarska, Italija, Toskana, Portugal, Srbija, Slovenija, Španjolska, Katalonija). Dvije populacije su s područja SAD-a (Iowa i Minnesota). Sjeme je sakupljeno u fiziološkoj zrelosti u rujnu i listopadu 2013. Nakon sakupljanja je očišćeno i uskladišteno na tamno i suho mjesto do sjetve. Prilikom dorade utvrđena je masa 1000 sjemenki (tablica 1).

Tablica 1. Masa 1000 sjemenki

Populacija	Masa 1000 sjemenki (g)	Standardna devijacija
Hrvatska (CRO)	9,1	0,31
Katalonija (CAT)	10,4	0,07
Grčka (GRE)	10,1	0,19
Mađarska (HUN)	8,4	0,09
SAD Iowa (IOWA)	9,5	0,19
Italija (ITA)	9,4	0,04
SAD Minnesota (MIN)	9,3	0,16
Portugal (Por)	8,8	0,04
Srbija (SER)	8,8	0,19
Slovenija (SLO)	9,6	0,23
Španjolska (SPA)	8,8	0,07
Toskana (TOS)	9,0	0,13

Istraživanje u poljskim uvjetima počelo je u jesen 2013. na pokušalištu Maksimir Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u 4 ponavljanja (slika 10) gdje su istraživani tretmani sve navedene populacije korovne vrste *Abutilon theophrasti*. Veličina osnovne parcelice iznosila je 0,25 m^2 (0,5 m x 0,5 m). Sjetva mračnjaka je obavljena 4.12.2013. Na svakoj osnovnoj parceli posijano 250 sjemenki, što u četiri ponavljanja ukupno iznosi 1000 sjemenki svake istraživane populacije. Radi lakšeg utvrđivanja istraživanih parametara, sjetva je obavljena u redove gdje je u svakom redu

posijano po 50 sjemenki (5 redova međurednog razmaka 10 cm s razmakom unutar reda od 1 cm). Sjetva je obavljena ručno na 2 cm dubine, što se smatra optimalnom dubinom za nicanje ove korovne vrste (Loddo i sur., 2013).



Slika 9. Postavljanje pokusa (Snimio: Kovačić, I.).

Prije uspostavljanja pokusa obavljena je i pedološka analiza tla kojom je utvrđeno da je tlo neutralne reakcije, slabo humozno i slabo do umjereno opskrbljeno dušikom. Bogato je biljci pristupačnim fosforom te umjereno bogato kalijem. Sadržaj ukupnih karbonata je nizak.

4.2. Meteorološki uvjeti

Tijekom istraživanja su prikupljeni meteorološki podatci za oborine i temperature. Tijekom 2013./2014. bili su ekstremni što je vidljivo iz tablice br. 2.

Tablica 2. Srednje dnevne temperature (˚C) i količina oborina (mm) tijekom vegetacije mračnjaka.

Mjesec	**Prosječna temperatura ^{0}C**	**Višegodišnji x prosjek**	**Odstupanje od x višegod. prosjeka**	**Oborine, mm**	**Višegodišnji x prosjek**	**Odstupanje od x višegod. prosjeka**
Studeni	7,9			187,5		
Prosinac	-1,5			10,8		
Siječanj	4,9			58,1		
Veljača	5,3			141,3		
Ožujak	10,5			21,0		
Travanj	13,3	10,4	+2,9	70,4	60,7	+9,7
Svibanj	15,7	15,5	+0,2	145,0	76,0	+69
Lipanj	20,2	18,5	+1,7	147,0	102,1	+44,9
Srpanj	21,8	20,5	+1,3	157,8	82,1	+85,7
Kolovoz	20,2	19,8	+0,4	115,2	70,9	+44,3
Prosjek / Ukupno	12,3			866,6		

Prije sjetve (4.12.2013.) u razdoblju od 7 dana je palo 60 litara kiše, što je uz niske srednje dnevne temperature zraka za vrijeme sjetve uvjetovalo otežanu obradu i pripremu tla za sjetvu. Nepovoljni klimatski uvjeti bili su i u 2014., gdje je u veljači palo čak 140 litara kiše što je uvjetovalo nastanak vodoležnih područja na pokusnoj parceli. Relativno visoke srednje dnevne temperature zraka uz izrazitu insolaciju početkom ožujka uzrokovale su pojavu pokorice koja je ručno razbijena 21.03.2014. Da bi poboljšali uvjete nicanja, kod nedostatka oborina je obavljeno zalijevanje u dva navrata.

Utvrđivanje broja izniklih klijanaca je obavljeno dva puta tjedno u fazi razdvojenih kotiledona (slika 10). Nakon svakog utvrđivanja broja, ponikle jedinke su uklonjene.



Slika 10. Potpuno otvoreni kotiledon mračnjaka (Snimio: Kovačić, I.).

Utvrđivanje broja klijanaca pojedine populacije je obavljano sve dok dva tjedna za redom nije utvrđen ni jedan novi ponik. Tijekom istraživanja obavljano je mehaničko suzbijanje širokolisnih korova. Za suzbijanje pirike primijenjen je pripravak Focus ultra u dozi od 4l/ha.

Suma toplinskih jedinica (STJ) potrebna za početak nicanja i nicanje 50% posijanih sjemenki istraživane korovne vrste izračunata je po formuli:

STJ = Tmax+Tmin/2-Tb

Tmax= maksimalna dnevna temperatura

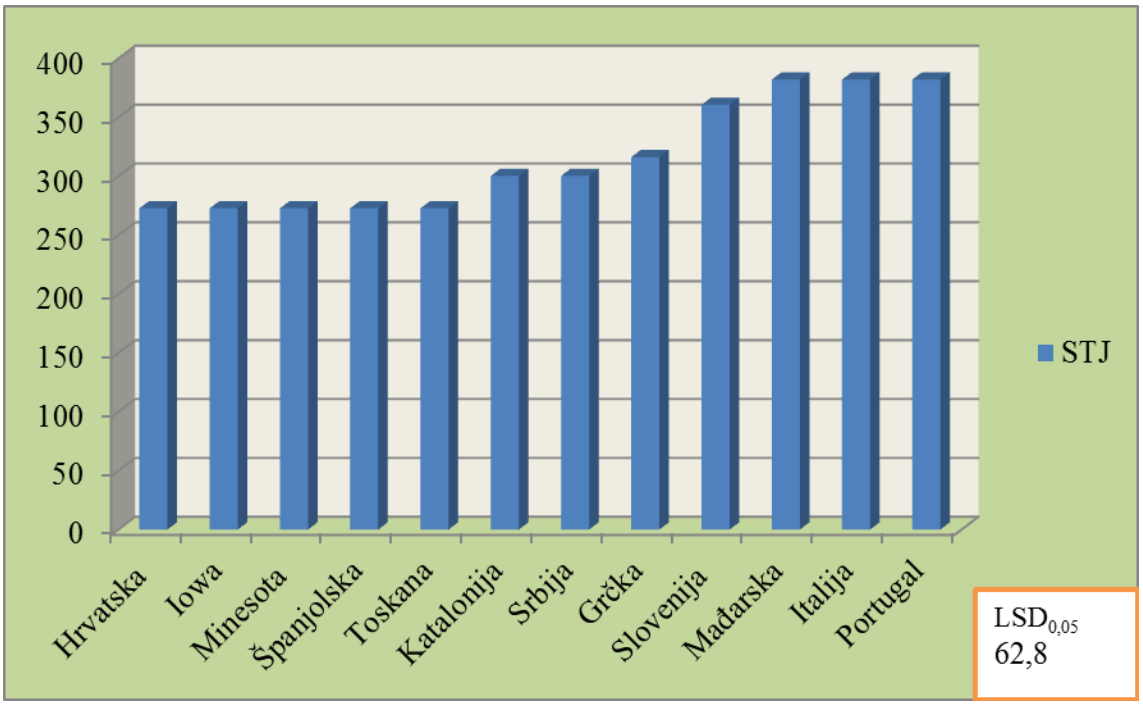
Tmin= minimalna dnevna,

Tb= biološki minimum za korovnu vrstu *Abutilon theophrasti*.

Podatci o maksimalnoj i minimalnoj dnevnoj temperaturi bilježeni su na meteorološkoj stanici u Maksimiru. Biološki minimum za mračnjak je 4,5^{o}C koji je prethodno utvrđen istraživanjem za područja kontinentalne Hrvatske (Magosso, 2013). Podatci o sumi toplinskih jedinica su statistički obrađeni analizom varijance i nakon signifikantnog F testa za usporedbu srednjih vrijednosti korišten je LSD test uz 5% pogreške.

5. Rezultati rada i rasprava

Rezultati rada prikazani su za sve istraživane populacije kroz sumu toplinskih jedinica zraka i tla potrebnu za nicanje. Na temelju prikupljenih meteoroloških podataka (temperatura), biološkog minimuma za mračnjak, datuma početka nicanja te datuma završnog nicanja 50% posijanih sjemenki, za svaku populaciju je izračunata potrebna suma toplinskih jedinica (STJ) zraka za početak nicanja te STJ zraka i tla za 50% nicanje svih istraživanih populacija (grafikoni 1,2 i 3).

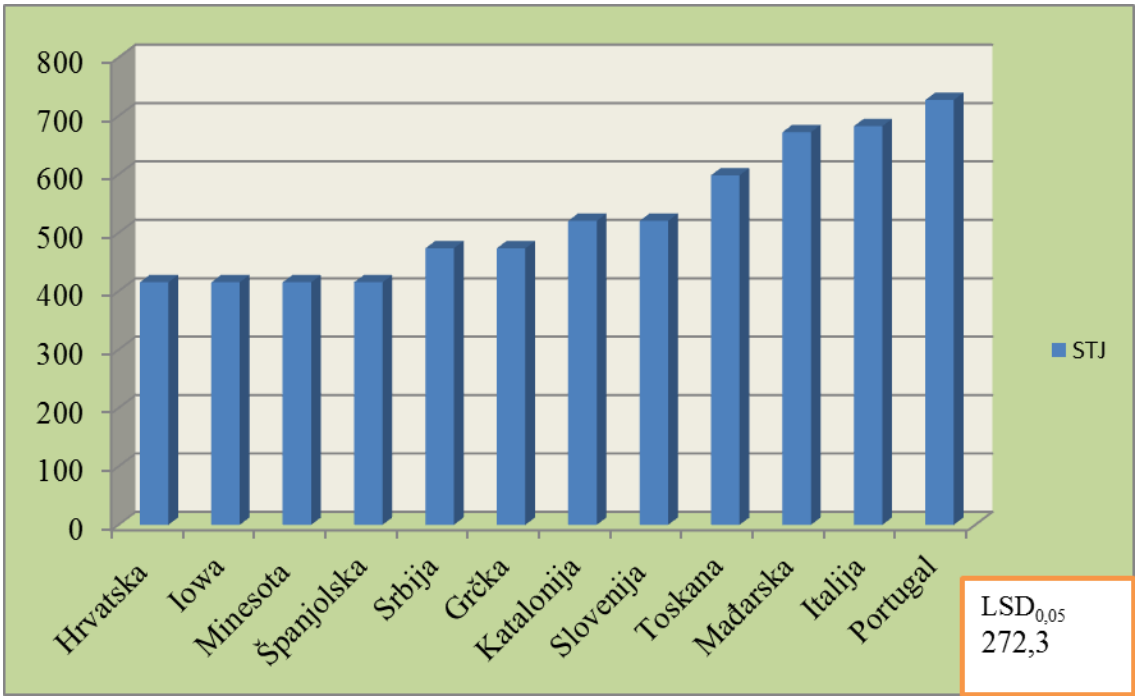


Grafikon 1. STJ zraka potrebna za početak nicanja mračnjaka.

Statistički najbrže nicanje je utvrđeno kod populacija iz: Hrvatske, Iowe, Minnesote, Španjolske i Toskane (grafikon 1). Navedenim populacijama je za prvi ponik bila potrebna najmanja suma toplinskih jedinica (272,8). Populacije kojima je bila potrebna najveća suma toplinskih jedinica (382,1), odnosno koje su imale najsporije nicanje su bile populacije iz

Portugala, Italije i Mađarske. U skupinu sporije nicajućih populacija spada i populacija mračnjaka iz Slovenije kojoj je za prvi ponik bila potrebna suma od 360,7 toplinskih jedinica. Razlike u brzini i početku nicanja između najbrže i najsporije nicajućih populacija je statistički opravdana. Vrijednost sume toplotnih jedinica za populacije iz Katalonije i Srbije (300,3) i Grčke (316,3) se nalazila između najbrže (272,8) i najsporije (382,1) nicajućih populacija koje su u usporedbi s potonjima i statistički opravdane.

Osim sume toplinskih jedinica potrebnih za početak nicanja u istraživanju su utvrđivane i potrebne temperature za nicanje 50% posijanih sjemenki (grafikon 2).

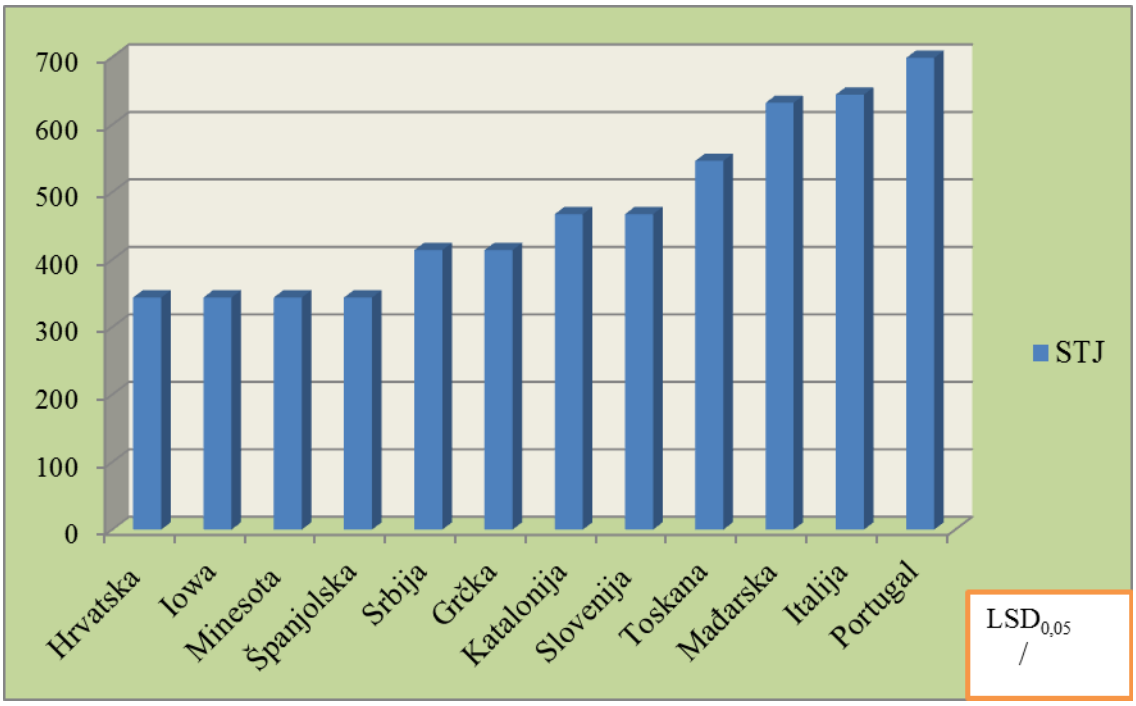


Grafikon 2. STJ jedinica zraka potrebna za 50% nicanje mračnjaka.

Iz grafikona 2. je vidljivo da su najbrži 50%-tni ponik postigle populacije iz Hrvatske, Iowe, Minnesote i Španjolske kojima je bila potrebna suma od 415,1 toplinskih jedinica.

Različitu sumu toplinskih jedinica potrebnu za nicanje ove korovne vrste Dorado i Fernandez-Quintanilla (2009) objašnjava inter-populacijskom varijabilnošću koja je prema ovom autoru povezana s različitim klimatskim uvjetima u kojima sazrijeva sjeme pojedine populacije. Primjerice autori navode da više temperature u Španjolskoj za vrijeme razvoja i sazrijevanja sjemena mogu rezultirati sjemenom s tanje opne a time slabije dormantnim sjemenom (cit. Plodinec i sur., 2014). Istraživane populacije koje su najbrže dostigle 50%-tni ponik se statistički razlikuju od populacije iz Portugala koja je najsporije dostigla 50%-tni

ponik. Potrebna suma temperatura iznosila je 727,2 toplinske jedinice i statistički se razlikuje od populacija koje su postigle 50%-tni ponik nakon 415,1 STJ. Navedena velika razlika ukazuje da sjeme europskog mračnjaka osim što ima primarnu dormantnost, poznatu kao „hardseedness“ (Grundy i Jones, 2002) koja je uzrokovana nepropusnošću sjemene ovojnice za vodu ima i drugi tip primarne dormantnosti, embrio- dormantnost. Prema Warwick i Black (1988) embrio-dormantnost se odnosi na sjeme s popucalom sjemenom ovojnicom koje ne klije odmah, nego klije sporadično kroz određeno vrijeme. Osim populacije iz Portugala, između ostalih populacija nije utvrđena statistički značajna razlika za 50%-tni ponik.



Grafikon 3. STJ tla potrebnu za 50%- tno nicanje mračnjaka.

Populacije koje trebaju najmanju sumu toplinskih jedinica tla za 50%-tno nicanje su populacije iz Hrvatske, Iowe, Minesote i Španjolske kojima je bilo potrebno 343,8 toplinskih jedinica tla za 50%-tni nicanje. Populacija iz Portugala je najsporije dostigla 50%-tni ponik. Bila joj je potrebna suma od 698,9 toplinskih jedinica tla. Prema navedenim podatcima iz grafikona 3 možemo zaključiti da brzina nicanja populacija je vrlo slična sumirajući toplinske jedinice zraka (grafikon 2) ili toplinske jedinice tla (grafikon 3).

Prema našem istraživanju, populaciji Italije potrebna je suma od 644,5 toplinskih jedinica tla za 50%-tni ponik koja se značajno razlikuje od dobivenih rezultata istraživanja iz Italije (Masin, 2012) gdje je potrebna suma iznosila 135 toplinskih jedinica tla za 50% ponik.

Utjecaj pedoklimatskih uvjeta na 50% ponik mračnjaka utvrdili su Lindquist i sur. (1995) tijekom dvogodišnjeg istraživanja (1992. i 1993.). U prvoj godini istraživanja za 50% ponik mračnjaka bila je potrebna suma od 203 toplinske jedinice, dok je u drugoj (1993) za 50% ponik bilo potrebno 20 toplinskih jedinica više (223 TJ). Autori takvu razliku objašnjavaju različitim agrotehničkim mjerama tijekom istraživanja. U našem istraživanju populaciji mračnjaka iz Hrvatske za prvi ponik je bila potrebna suma od 272,8 toplinskih jedinica što je više nego duplo toplinskih jedinica u odnosu na navedeno istraživanje Lindquist i sur. (1995) gdje je za prvi ponik 1993. bila potrebna suma 116 toplinskih jedinica. U našem istraživanju pokusna lokacija se nije dovoljno navodnjavala u sušnom periodu što je vjerojatno jedan od razloga sporijeg početka nicanja ove korovne vrste.

Webster i sur. (1998) su također utvrdili različitu potrebnu sumu toplinskih jedinica od sjetve usjeva do 50%-tnog nicanje mračnjaka, ovisno o godini istraživanja. Utvrđeno je da za 50% ponik 1991. je bila potrebna suma od 294 toplinske jedinice dok je suma 1994. za 50% nicanje iznosila samo 34 toplinske jedinice. Autori takvu razliku objašnjavaju slabijim ukupnim nicanjem 1994.

Sve navedeno je potvrda da specifični pedoklimatski uvjeti mogu značajno utjecati na nicanje ove vrste. Baskin i Baskin (1998) navode da različiti okolišni čimbenici utječu na klijavost sjemena (tlo, vlaga, kisik i temperatura). U našem istraživanju nepovoljni klimatski uvjeti u vrijeme sjetve i u početnom dijelu vegetacije utjecali su na nicanje. Nepovoljni klimatski uvjeti su utjecali na stvaranje sekundarne dormantnosti kod mračnjaka.

Ipak, i u takvim, za nicanje nepovoljnim klimatskim uvjetima, utvrđena je značajna razlika u nicanju između istraživanih populacija. Utvrđena inter-populacijska razlika u potrebnoj sumi za nicanje hrvatskih i talijanskih populacija nam ukazuje na nemogućnost interpolacije podataka o toplinskim jedinicama potrebnim za razvoj korovne vrste, odnosno prijenos prognoznog modela AlertInf-a iz Italije. Nasuprot tome, potrebna suma toplinskih jedinica populaciji Hrvatske nije se statistički značajno razlikovala od potreba američkih populacija iz Minnesote i Iowe što ukazuje, uz daljna potrebna istraživanja na eventualnu mogućnost probnog korištenja američkog prognoznog modela „The Weedometer“.

6. Zaključak

Provedenim pokusom utvrđena je značajna inter-populacijska varijabilnost korovne vrste *Abutilon theophrasti* u odnosu na potrebne akumulirane toplinske jedinice zraka i tla za nicanje te za 50%-tni ponik svih istraživanih populacija:

- Kod populacija iz Amerike utvrđena je najmanja potrebna suma toplinskih jedinica zraka za početak nicanja (272,8 TJ) i zraka (415,1 TJ) i tla (343,8) za 50%-tni ponik.
- Između europskih populacija utvrđena je značajna razlika u odnosu na potrebnu sumu toplinskih jedinica zraka za nicanje (od 272,8 TJ do 382,1 TJ) i zraka (od 415,1 TJ do 727,2 TJ) i tla (od 343,8 TJ do 698,9 TJ) za 50%-tni ponik.
- Najmanja potrebna suma toplinskih jedinica tla (343,8 TJ) i zraka (415,1 TJ) za 50 % ponik je zabilježena kod hrvatske populacije, dok je kod populacije Portugala zabilježena najveća potrebna suma toplinskih jedinica tla (698,9 TJ) i zraka (727,2 TJ) za 50% ponik.
- Populaciji Italije je potrebna suma od 644,5 toplinskih jedinica tla za 50% tni ponik koja se značajno razlikuje od dobivenih rezultata istraživanja iz Italije (Masin, 2012) gdje je potrebna suma iznosila 135 toplinskih jedinica tla za 50%-tni ponik, što je potvrda da specifični pedoklimatski uvjeti značajno utječu na nicanje ove vrste.
- Budući da pedoklimatski uvjeti značajno utječu na nicanje zbog čega je interpolacija stranih prognoznih modela neprihvatljiva, nameće se potreba za kontinuiranim istraživanjima u našim pedoklimatskim uvjetima.

7. Literatura

1. Archer, D. W., Forcella, F., Eklund, J. J., Gunsolus, J. (2001). WeedCast Version 2.0. www.morris.ars.usda.gov
2. Barić, K., Galzina, N., Ostojić, Z., Goršić, M. (2006). Stanje i problemi suzbijanja korova u povrtnim kulturama– anketa. Glasilo biljne zaštite/ Maceljski, Milan (ur.).- Zagreb: Hrvatsko društvo biljne zaštite, 2006. 58-58.
3. Barić, K., Šćepanović, M. (2015). Integrirana zaštita šećerne repe od korova. Šećerna repa – zaštita od štetnih organizama u sustavu integrirane biljne proizvodnje: 96-121. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Općenito o korovnoj flori i suzbijanju korova u povrću. Objedinjeni separati, modula Primjenjene herbologije. Agronomski fakultet, Zagreb.
4. Barić, K., Ostojić, Z., Šćepanović, M. (2014). Integrirana zaštita bilja od korova. Glasilo biljne zaštite. 5/2014.
5. Baskin, C.C., Baskin, J.M. 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution od Dormancy and Germination. San Diego: Academic, 37-39.
6. Baskin, J.M., Baskin, C.C. (2004). A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14: 1-16.
7. Beckett, T. H., Stoller, E. W., Wax, L. M. 1988. Interference of four annual weeds in corn (*Zea mays*). Weed Science, 36:764-769.
8. Bewley, J. D., Black, M. (1982). Physiology and Biochemistry of seed, Viability, Dormancy and Enviromental Control. Springer – Verlag, New York.
9. Cardina, J., Regnier, E., Sparrow, D. (1995). Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Competition and EconomicThreshold in Conventional and No-Tilage Corn (*Zea Mays*), Weed Science, 43, 81-87.
10. Colton, E., Einhellig, A. (1980). Allelopathic mechanisms of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic. Malvaceae) on soybean. American Journal of Botany 67 (10): 1407-1413.
11. Dorado, J.C., Fernandez-Quintanilla, Grundy, A.C. (2009). Germination patterns in naturally chilled nad non-chilled seeds of fierce thornapple (*Datura feroy*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Science, 57:155-162.
12. Efron, B. (1979). Bootstrap methods: another look at the jackknife. Ann. Stat. 7:1–26;

13. Flegar, Z., Novak, N. (2005). Europski mračnjak (*Abutilon theophrasti* Med.). Zavod za zaštitu bilja u poljoprivredi i šumarstvu Republike Hrvatske. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva Republike Hrvatske, Zagreb.
14. Forcella, F., Benech-Arnold, R. L., Sanchez, R. I., Ghersa, C. M. (2000). Modelling seedling emergence. Field Crop Research, 67:123-139.
15. Gilmore, E.C. Jr., Rogers, J.S. (1958). Heats units as a method of meassuring maturity in corn. Agron J., 50, 611-615.
16. Gresselm J. B., Holm, L. G. (1964). Chemical inhibition of crop germination by weed seeds and the nature of inhibition by *Abutilon theophrasti*. Weed Research 4 (1), 44-53.
17. Grubišić D. (2001). Istraživanje entomofaune korovne vrste *Abutilon theophrasti* Med.
18. Grundy, A. C., Jones, N. E. (2002). "What is the weed seed bank?" in Naylor R:E:L:, 2002. Weed managment handbook, ninth edition. Blackwell publishing.
19. Gummerson, R. J. (1986). The effect of constant temperatures and osmotic potential on germination of sugar beet. J. Exp. Bot., 41:1431-1439.
20. Hulina, N. (1998). Korovi, Školska knjiga, Zagreb.
21. Kaučić, D., Pavičić, N. (1997). Primjena toplinskih jedinica u određivanju rokova dozrijevanja jabuke sorte golden delicious, Hrvatski meteorološki časopis, 32, 69-73, 1997.
22. Kojić, M., Šinžar, B. (1985). Korovi, Naučna knjiga, Beograd.
23. Kurokawa, S., Shimizu, N., Uozumi, S., Yoshimura, Y. (2003). Intra-specific variation in morfological characteristics and growth habitat of newly and accidentally introduced velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic.) into Japan. Weed Biology and Management 3, 28-36 (2003).
24. Leon, R.G., Knapp, A.D., Owen, M.D.K. (2004) Effect of temperature on the germination of common waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*), giant foxtail (*Setaria faberi*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Science. 1:67-73.
25. Lindquist, J. L., Mortensen, D. A., Clay, S. A., Schmenk, R., Kells, J. J., Howatt, K., Westra, P. 1996. Stability of corn (*Zea mays*)-velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference relationships. Weed Science, 44:309-313.
26. Loddo, D., Sousa, E., Masin, R., Calha, I., Zanin, G., Fernandez-Quintanilla, C., Dorado, J. (2013). Estimation and Comparison of Base Temperatures for Germination

of European Populations of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and Jimsonweed (*Datura stramonium*). Weed Science, 61:443–451.

27. Magosso, D. (2013). Study of germination parameters of summer weeds: transferability of AlertInf model to Croatia.
28. Masin, R., Cacciatori, G., Zuin, M. C., Zanin, G. (2008). AlertInf: Modello di previsione delle emergenze per il controllo della infestanti del mais in Veneto. Italian Joournal of Agrometerology, 112-113.
29. Masin, R., Loddo, D., Benvenuti, S., Otto, S. i Zanin, G. (2012). Modeling Weed Emergence in Italian Maize Fields. Weed Science 60:254–259.
30. Masin, R., Loddo, D., Gasparini, V., Otto, S., Zanin, G. (2014). Evaluation of Weed Emergence Model AlertInf for Maize in Soybean. Weed Science 2: 360-369.
31. Ostojić, Z. (1997). Priručnik iz zaštite bilja (za zaposlenike u poljoprivrednim ljekarnama). Zavod za zaštitu bilja u RH, Zagreb, 19-26.
32. Plodinec, M., Šćepanović, M., Barić, K., Jareš, D. (2014). Morfološke značajke invazivne korovne vrste *Abutilon theophrasti* Med. ovisno o gustoći sklopa. Zbornik sažetaka (Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama s međunarodnim sudjelovanjem), 18-20.
33. Qasem, J. R., Foy, C. L. (2001). Weed allelopathy, Its Ecological Impacts and Future Prospects: A review. In Allelopathy in Agroecosystems.
34. Rakoš, V. (2013). Nicanje dormantnog sjemena korova – mračnajka (*Abutilon theoprasti* Med.) pri različitim dubinama u tlu. Završni rad.
35. Simpson, G. M. (1990). Seed Dormancy in Grasses. New York: Cambridge University Press, 297p.
36. Skender, A., Kalazić, Z., Knežević, M., Đurkić, M., Martinčić, J., Guberac, V., Kristek, A., Stjepanović, M., Bukvić, G., Matotan, Z., Šilješ, I., Ivezić, M., Raspudić, E., Horvat, D., Jurković, D., Kalinović, I., Šamota, D., (1998.). Sjemenje i plodovi poljoprivrednih kultura i korova na području Hrvatske. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
37. Spencer, N. R., 1984. Velvetleaf, *Abutilon theophrasti* (Malvaceae), History and Economic Impact in the United States. Econ Bot 38:407-416.
38. Šarić, T. (2011). Analiza temperaturnih suma u Hrvatskoj. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-Matematički Fakultet, Geofizički odsjek, Zagreb.

39. Šćepanović, M., Masin, R., Šoštarčić, V., Barić, K., Ostojić, Z. (2015). Prognoza dinamike nicanja korova u integriranoj zaštiti ratarskih kultura. Glasilo biljne zaštite, br. 1/2 - dodatak, godina XV: 45-46.
40. Šćepanović, M., Novak, N., Barić, K., Ostojić, Z., Galzina, N., Goršić, M. (2007). Alelopatski utjecaj korovnih vrsta *Abutilon theophrasti* Med. i *Datura stramonium* L. na početni razvoj kukuruza. Agronomski glasnik 6/2007.
41. Šćepanović, M., Šoštarčić, V., Masin, R. i Barić, K. (2016). Modeli prognoze dinamike nicanja i bioekonomični modeli kao pomoć u integriranom suzbijanju korova. Glasilo biljne zaštite 5 (u postupku objave).
42. Šulek, B. (1879). Jugoslavenski imenik bilja, Tiskom dioničarske tiskare, 1897 Zagreb.
43. Taylorson, R. B., Borthwick, H. A. (1969). Light infiltration by foliar canopies; significance for light controlled weed seed germination. Weed Science, 17: 144-147.
44. Walsh, M., Forcella, F., Archer, D.i Eklund, J. (2002). WEEDEM: turning information into action. Pages 446–449 in Proceedings of the 13th Australian Weeds Conference. Perth, Australia.
45. Washitani, I., Takenaka, A. (1984). Mathematical description of the seed germination dependency on time and temperature. Plant Cell Environ, 7, 35–362.
46. Warwick, S. I., Black, L. D. (1988). The biology of canadian weeds – Abutilon theophrasti. Can. J. Plant Science, 68:1069-1085.
47. Webster, T.M., Cardina, J., Norquay, H. M. (1998). Tillage and Seed Depth Effects on Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Emergence. Weed Science Society of America and Allen Press. Weed Science, Vol. 46, No1 (Jan.-Feb., 1998), pp. 76-82.
48. Zanin, G., Sattin, M. (1988). Threshold levevl and seed production of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medicus) in maize. Weed Research, 28:347-352.

Internet izvori

1. Direktiva 2009/128/EZ Europskog Parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. o utvrđivanju akcijskog okvira Zajednice za postizanje održive uporabe pesticida. http://www.mps.hr/UserDocsImages/HR-Prijevod%20Direktive%202009-128-EZ.pdf Pristupljeno dana 20. travnja 2016.

2. Lindquist, J.L., Maxwell, B., Buhler, D., Gunsolus, J. 1995. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Recruitment, Survival, Seed Production, and Interference in Soybean (*Glycine max*). Agronomy and Horticulture – Faculty Publications paperr 619. http://digitalcommons.unl.edu/agronomyfacpub/619> Pristupljeno dana 24. travnja 2016.