

Uticaj meteoroloških prilika na kritičan period suzbijanja korova i prinos kukuruza u Srbiji

Dejan Nedeljković¹, Stevan Knežević², Sava Vrbničanin¹

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, Srbija

²Haskell Agricultural Laboratory-University of Nebraska, Concord, USA

e-mail: dejan_nedeljkovic@aol.com

REZIME

Kukuruz predstavlja jednu od vodećih kultura koja se gaji u Srbiji (na preko 1 000 000 ha), najvećim delom je zastupljen je na teritoriji Vojvodine (oko 60%), a ostatak je u Centralnoj Srbiji. U toku vegetacionog perioda usev kukuruza se nalazi pod velikim uticajem različitih faktora kako abiotičke tako i biotičke prirode. Jedan od faktora koji može imati direktni uticaj na prinos useva kao i na razvoj korovskih vrsta koje se mogu naći u usevu kukuruza, a samim tim na kritičan period suzbijanja korova (KPSK) jesu vremenski uslovi tokom vegetacione sezone. Stoga cilj u ovim istraživanjima je bio ispitivanje uticaja meteoroloških prilika tokom dve vegetacione sezone na početak kritičnog perioda u suzbijanju korova u konvencionalnoj proizvodnji useva kukuruza. Poljski eksperimenti su izvedeni tokom 2015. i 2016. godine na području Padine (Južni Banat). Eksperiment je postavljen po slučajnom blok sistemu pri čemu je eksperimentalno polje podeljeno u dva potpolja, gde su u prvom primenjeni zemljišni herbicidi (pre-em) na bazi S-metolahlora ($1,44 \text{ kg a.s. ha}^{-1}$) i terbutilazina ($0,75 \text{ kg a.s. ha}^{-1}$), a drugo potpolje je bilo bez primene herbicida. U svakom potpolju je ispitivano sedam tretmana (sedam vremena uklanjanja korova) u tri ponavljanja. Veličina eksperimentalne parcele je bila $10 \text{ m} \times 4,2 \text{ m}$.

Dobijeni rezultati su pokazali da je najveći prinos kukuruza ostvaren u varijanti sa primenom pre-em herbicida (12803 kg ha^{-1}) u 2016. godini kada je nivo padavina iznosio 526,4 mm, dok je u istoj godini bez pre-em herbicida prinos za 9,5% bio niži (11588 kg ha^{-1}). U 2015. godini sa padavinama od 281,1 mm, takođe u varijanti sa pre-em primenom herbicida, ostvaren je prinos od 9045 kg ha^{-1} što je u poređenju sa 2016. godinom bilo za skoro 30% manje. U 2015. godini, kao sušnoj sezoni, prinos kukuruza sa pre-em herbicidnim tretmanom je bio za 2,6% veći u poređenju sa varijantom bez pre-em tretmana. KPSK u 2015. godini sa primenom pre-em herbicida počeo je u fazi četiri lista kukuruza (BBCH 14), a bez pre-em tretmana u fazi razvijena dva lista kukuruza (BBCH 12). U 2016. godini KPSK u tretmanu sa pre-em herbicidima je počeo u fazi pet razvijenih listova (BBCH 15), dok je bez pre-em herbicida počeo u fazi prvog lista

kukuruza (BBCH 11). Dakle, zemljišna primena herbicida i povoljniji meteorološki uslovi daju mogućnost fleksibilnijeg suzbijanja korova po pitanju početka i dužine trajanja KPSK u usevu kukuruza na području Južnog Banata.

Ključne reči: meteorološke prilike, kritični period, kukuruz, korovi, zemljišni herbicidi.

UVOD

Kukuruz predstavlja veoma važnu žitaricu koja čini osnovu u ishrani populacije ljudi na globalnom nivou, a prvenstveno u zemljama u razvoju gde je ovaj usev glavni izvor prihoda mnogim poljoprivrednicima (Tagne et al., 2008). Usev kukuruza je adaptibilan u pogledu raznovrsnosti klimatskih prilika, ali ne podnosi izrazito nisku vlažnost i visoke temperature, koje mogu oštetiti listove i omesti oprašivanje, što u tim okolnostima dovodi do lošeg formiranja i nalivanja zrna (Lehoczky et al., 2016). Meteorološke prilike, tj. vlaga i temperatura zemljišta značajno utiču na klijanje semena, brzinu nicanja biljaka, stopu rasta korena; odnosno vlažnost, temperatura vazduha, intenzitet svetlosti i CO₂ utiču na stopu rasta i razvoj nadzemnog izdanka, cvetanje, oplodnju, formiranje i nalivanje zrna (Neenu et al., 2013). Promenljivost klimatskih faktora se značajno reflektuje na prinos useva (Ozkan et al., 2002). Istraživanja pokazuju da prinosi pšenice, pirinča, kukuruza, soje, ječma i sirka padaju za 3-5% za svako povećanje temperature vazduha od jednog Farenhajta (Neenu et al., 2013). Takođe, Lobell i Christopher (2007) ističu da je usled globalnog zagrevanja planete došlo do pada proizvodnje pšenice, kukuruza i ječma za 40 Mt godišnje u periodu 1997-2002. godina. U vezi sa ovim, stres suše koji se javlja čak i u umereno vlažnim regionima, podstiče izraženiju kompeticiju između biljaka (usev-usev, usev-korov) i time značajno utiče na redukciju prinosa useva (Acciaresi and Guamet, 2010). Konkurencija za vodu takođe može izmeniti sposobnost biljaka da koriste druge resurse, poput svetlosti ili hranljivih materija (Berger et al., 2010). Dakle, deficit vode je često limitirajući faktor za optimalni razvoj useva, organogenezu i postizanje visokog prinosa (Lehoczky et al., 2016). Stoga se može konstatovati da je kukuruz visoko rizičan usev jer prinos direktno zavisi od meteoroloških prilika tokom sezone, tehnologije gajenja, nege i primenjenih mera u suzbijanju korova (Hashim and Marwat, 2002).

Poznavanje kritičnog perioda za suzbijanje korova (KPSK) jedna je od osnovnih stavki u integralnom sistemu zaštite useva od korova (Swanton and Weise, 1991). Po Evans-u i sar. (2003) KPSK u usevu predstavlja vremenski period (fazu) u razvoju useva u kom se korov mora suzbiti kako bi se sprečio neželjeni gubitak prinosa. Takođe, Nieto i sar. (1968), Zimdahl (1980) i Kropff i sar. (1993b) su definisali KPSK kao vremenski interval između maksimalne zakorovljenosti useva, perioda u kom se korovi mogu suzbijati, nisu u kompeticiji sa usevom i neće uticati na umanjenje prinosa; odnosno minimalni period bez korova u kom korovi moraju biti uklonjeni odmah nakon njihove pojave. Poznavanjem KPSK stiče se prednost u suzbijanju korova

u vidu formiranja prave strategije sa nizom različitih mera kombinovanih u datom momentu sa ciljem ostvarivanja visoke efikasnosti (Hall et al., 1992). Stoga, cilj ovih istraživanja je ispitivanje uticaja meteoroloških prilika u kombinaciji sa i bez pre-em primene herbicida na definisanje KPSK u konvencionalnoj proizvodnji kukuruza na području Južnog Banata.

MATERIJAL I METODE

Dvogodišnji eksperiment je izveden u 2015. (45°09'171"N; 20°73'936"E) i 2016. (45° 125' 322" N и 20° 693' 786" E) godini na području Južnog Banata (selo Padina). Zemljišta na kojima su eksperimenti izvedeni u obe godine su teksturne klase praškasto glinovita ilovača (Tabela 1). Eksperiment je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja sa veličinom eksperimentalne parcele 10 m x 4,2 m (42 m²). Setva je obavljena sejalicom tipa Monosem ng4, u šest redova sa normom setve od 80000 biljaka ha⁻¹. Eksperimentalno polje je podeljeno u dva potpolja, gde je u prvom potpolju primenjena kombinacija zemljišnih herbicida na bazi S-metolahlora (1,44 kg a.s. ha⁻¹) i terbutilazina (0,75 kg a.s. ha⁻¹), a u drugom potpolju nije bilo primene herbicida. U eksperimentu su ispitivani sledeći tretmani: (T1) kontrola bez uklanjanja korova, (T2) kontrola gde su tokom cele sezone korovi ručno uklanjani, (T3) ručno uklanjanje korova u fazi 3 lista (BBCH 13), (T4) u fazi 6 listova (BBCH 16), (T5) u fazi 9 listova (BBCH 19), (T6) u fazi 15 listova (BBCH 34) i (T7) ručno uklanjanje korova u fazi razvoja metlice useva kukuruza (BBCH 52). Uklanjanje korova je vršeno kada je kukuruz bio u definisanim fazama razvoja useva kukuruza, a za definisanje faze razvoja uzimana je pojava kolara na svakom listu koji je broj na prvih uzastopnih deset biljaka u jednom redu svakog tretmana.

Tabela 1. Hemijske osobine zemljišta

Table 1. Chemical properties of soil

Godina Year	pH		CaCO ₃	C	Humus	K ₂ O	P ₂ O ₅
	u H ₂ O	u KCl	%	%	%	mg/100g	mg/100g
2015.	7,18	6,01	0,95	2,23	3,85	22,1	31,5
2016.	8,19	7,69	0,93	2,11	3,31	16,2	34,2

Utvrđivanje KPSK je računato za gubitak prinosa od 5% i 10%, što se generalno uzima kao prihvatljiv gubitak od strane poljoprivrednih proizvođača a što odgovara nivou statističke značajnosti od 95% i 90%. Tokom pet vremena uklanjanja korova (faza: 3, 6, 9, 15 listova (BBCH 13-39) i faza metličanja kukuruza (BBCH 52)) merena je visina (cm) na 10 uzastopnih biljaka kukuruza u svakom ponavljanju (3x10 = 30). Na kraju vegetacije iz dva centralna reda sa deset biljaka meren je prinos zrna kukuruza (kg ha⁻¹) i preračunat na 14% vlage. Takođe, u svakom tretmanu sa površine od jednog m² utvrđena je brojnost korovskih biljaka po vrsti kao i njihova visina, odnosno dužina.

Meteorološki podaci za računanje sume efektivnih temperatura (GDD – Growing Degree Days) i sume dnevnih padavina su preuzeti iz Meteorološkog centra u Samošu (Tabela 2).

Tabela 2. Sume padavina (mm) i opsezi temperatura vazduha (min i max) po mesecima tokom vegetacionih sezona i višegodišnji proseci (°C) za područje Padine

Table 2. Precipitation (mm) and temperature (min and max) per month during the growing season and long-term averages (°C) for the Padina area

Mesec Month	Padavine (mm) Precipitation (mm)			Temperatura (°C) Temperature (°C)				Višegod. prosek /Long-term average
				2015.		2016.		
	2015.	2016.	Višegod. prosek /Long-term average	Min.	Max.	Min.	Max.	
April	5,0	76,1	43,0	17,0	29,3	15,6	25,5	13,5
Maj	64,0	88,7	82,6	16,5	29,6	14,4	24,8	18,0
Jun	43,5	117,3	82,8	16,6	29,0	18,0	28,8	22,2
Jul	7,0	123,5	49,9	19,1	32,0	18,1	29,2	24,1
Avgust	82,5	87,6	57,8	18,4	31,8	17,2	28,4	23,4
Septembar	79,1	33,2	52,8	15,9	26,3	17,1	29,9	18,4
Ukupno (mm)	281,1	526,4	368,9					
Prosek (C°)				17,25	29,67	16,73	27,76	19,93

Za računanje GDD-a, a radi objašnjenja uticaja temperatura na nicanje useva, korova i kritično vreme uklanjanja korova korišćena je formula po Gilmore i Rogers (1958). Vreme kada je kukuruz nikao uzima se kao referentna tačka za akumuliranje GDD.

$$GDD = (T_{max} + T_{min})/2 - T_{base} \quad [1]$$

gde su:

T_{max} – maksimalne dnevne temperature,

T_{min} – minimalne dnevne temperature,

T_{base} – minimalna/osnovna temperatura za nicanje i razvoj kukuruza je 10°C.

Za analizu dobijenih rezultata korišćen je *log-logistic model* nelinearne regresione analize sa četiri parametra (Streibig, 1988; Knezevic et al., 2007; Ritz et al., 2015) u statističkom programu *R 3.1.1*. (R Development Core Team, 2014) i “*drc*” paket (<http://cran.r-project.org>) pri čemu je korišćena jednačina:

$$Y = \frac{C + (D - C)}{1 + \exp[B(\log X - \log E)]} \quad [2]$$

gde su:

Y- mereni parametar ili inhibicija merenog parametra,
 C и D – donji i gornji limit (procenjena minimlana i maksimalana vrednost),
 X- vrednost GDD koja korespondira sa vremenom uklanjanja korova,
 E – GDD pri kojoj su mereni parametri inhibirani za 50%,
 B – nagib krive.

Na osnovu opisane jednačine izračunat je KPSK (fenofaza razvoja kukuruza, GDD, broj proteklih dana od nicanja do uklanjanja korova) u usevu kukuruza u 2015. i 2016. godini u varijantama sa i bez pre-em primene herbicida za gubitak prinosa od 5% (YR₅) i 10% (YR₁₀).

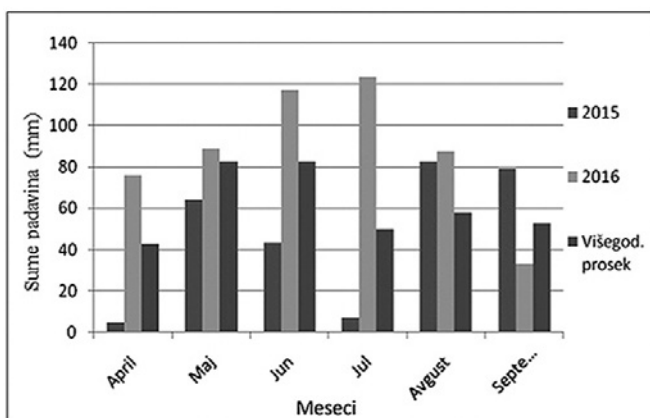
REZULTATI I DISKUSIJA

Vremenske prilike imaju veliki uticaj na ostvarenje prinosa u biljnoj proizvodnji. Gotovo uvek prinos useva zavisi od vremenskih prilika koje mogu uticati pozitivno ili negativno na klijanje, nicanje, rast, razvoj, oplodnju i plodonošenje useva. Po tom pitanju i usev kukuruza zavisi od vremenskih uslova, odnosno nepovoljne meteorološke prilike mogu uzrokovati gubitke u proizvodnji, naročito ako se to poklopi sa kritičnim fazama rasta i razvoja kukuruza. Pojedinačni parametri meteoroloških prilika mogu delovati na usev pojedinačno ali i združeno. U zavisnosti od dužine i intenziteta delovanja meteoroloških parametara, kada oni značajno odstupaju od optimuma, može doći do nesagledivih posledica po pojedine useve. To se upravo desilo tokom 2012. i 2015. godine koje su okarakterisane kao ekstremno stresne godine u biljnoj proizvodnji. Tih godina u pojedinim delovima Srbije pored ekstremno malih suma padavina i izraženih visokih temperatura u kritičnim fazama razvoja kukuruza došlo je do značajnog smanjenja prinosa (Strip ogledi kukuruza, 2012). U 2012. godini suma padavina tokom vegetacione sezone je iznosila svega 217,1 mm sa prosečnom temperaturom od 21,6°C (Bilten PSS Tamiš, 2018) i prinosom od dve do osam t ha⁻² zavisno od lokaliteta (Kikinda, Zrenjanin, Pančevo, Vrbas). Upravo sušna sezona se ponovila i u 2015. godini, u kojoj su izvedena istraživanja prikazana u ovom radu, pri čemu je suma padavina bila 281,1 mm za ceo vegetacioni period sa prosečnom temperaturom od 23,4°C. U tako nepovoljnoj vegetacionoj sezoni, u varijanti sa pre-em primenom herbicida (S-metolahlor + terbutilazin) u čistom usevu kukuruza bez korova ostvaren je prinos od 9045 kg ha⁻¹. Suprotno ovome, u 2016. godini, koja je bila veoma povoljna u pogledu vremenskih uslova za gajenje kukuruza, sa količinom padavina tokom vegetacione sezone od 526,4 mm i prosečnom temperaturom od 22,1°C u varijanti sa pre-em primenom herbicida i uklanjanjem korova tokom cele sezone ostvaren je prinos od 12803 kg ha⁻². Dakle, samo vremenske prilike, prevashodno padavine (razlika u padavinama između 2015. i 2016. godine je bila 245,4 mm) su uticale na dobijanje skoro 30% većeg prinosa u 2016. u odnosu na 2015. godinu pri istim ostalim uslovima gajenja kukuruza (Grafik 3).

Uporednom analizom sume padavina iz 2015. i 2016. vegetacione sezone evidentno je da je oko 47% više kiše palo u 2016. godini. Osim sume padavina i raspored padavina se značajno

razlikovao između dve eksperimentalne godine, pri čemu je tokom 2016. godine bio značajno povoljniji u odnosu na prethodnu sezonu (Grafik 1). U 2015. godini najmanje kiše je palo u julu mesecu (7 mm), a najviše u avgustu (82,5 mm). U 2016. godini najmanje kiše je palo u septembru (33,2 mm; količina padavina je merena do 17. septembra, tj. do žetve useva), a najviše u julu mesecu (123,5 mm) (Grafik 1, Tabela 2). Razlika u padavinama između godina, tokom jula meseca od 116,5 mm (93%) se značajno odrazila na oplodnju, formiranje zrna i prinos useva.

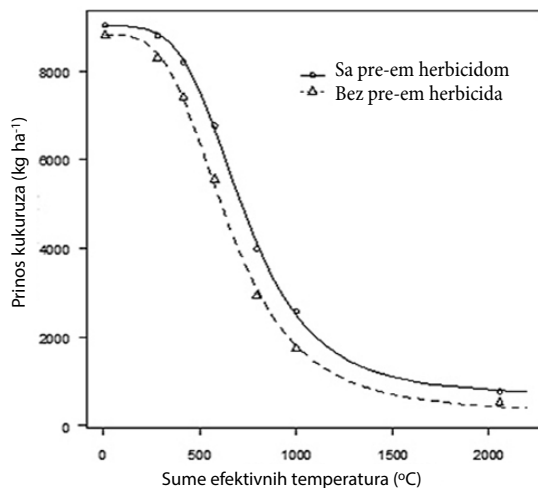
Takođe i u odnosu na višegodišnji prosek padavina (368,9 mm) 2015. godina se može okarakterisati kao ekstremno nepovoljna za gajenje kukuruza. Tako npr. u julu je palo svega 7 mm kiše što je oko 86% manje u odnosu na višegodišnji prosek (49,9 mm). Suprotno ovome, količina vodenog taloga u 2016. godini je u odnosu na višegodišnji prosek bila za 30% veća, što je jednim delom doprinelo ostvarenju visokog prinosa kukuruza. Dakle, evidentne su jasne razlike u pogledu sume i rasporeda padavina tokom celog perioda vegetacije između 2015. i 2016. godine kao i u ključnim fazama razvoja useva kukuruza.



Grafik 1. Sume padavina po mesecima u toku vegetacione sezone kukuruza u 2015. i 2016. godini u odnosu na višegodišnji prosek za područje Padine

Figure 1. Precipitation (mm) per months during the growing season in 2015 and 2016 year in comparison with long-term averages for the Padina area

Osim padavina tokom vegetacione sezone 2015. i 2016. godine postojale su razlike i u pogledu temperature vazduha. U 2015. godini prosečna temperatura je bila 23,5°C, dok je u 2016. bila 22,1°C, dakle za 1,4°C niža tokom druge eksperimentalne godine. Takođe, tokom jula 2015. godine, kada je bilo najmanje padavina, prosečna temperatura je bila 25,6°C. Ujedno u tom mesecu izmerena je i najviša temperatura (35,4°C) za tu sezonu, koja se zadržala nekoliko dana. Za razliku od toga u 2016. godini, za isti mesec, prosečna temperatura je iznosila 23,6°C što je za 2°C niže u poređenju sa prethodnom godinom. Takođe, u odnosu na višegodišnji prosek (19,93°C) temperatura vazduha u 2015. godini je bila značajno iznad



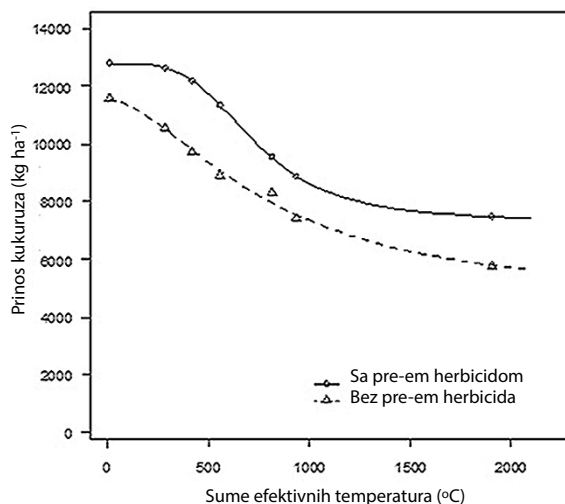
Grafik 2. Uticaj vremena uklanjanja korova na prinos useva kukuruza (kg ha^{-1}) u 2015. godini u varijantama sa i bez pre-em primene herbicida

Figure 2. Effect of time weed removal on corn yield (kg ha^{-1}) in 2015 year in treatments with and without of pre-em herbicides

proseka ($5,7^{\circ}\text{C}$) što se u kombinaciji sa deficitom padavina negativno manifestovalo na stopu rasta, razvoja, oplodnju, formiranje i nalivanje zrna, odnosno na prinos kukuruza (Grafik 2).

Za razliku od 2016. godine kada je ceo vegetacioni period kukuruza bio sa izuzetno dobrim uslovima za razvoj u pogledu optimalnih temperatura i dobrog rasporeda padavina, u 2015. godini u varijanti bez pre-em primene herbicida prinos se kretao od $517,3 \text{ kg ha}^{-1}$ u zakorovljenoj kontroli ($T1$) do $8807,1 \text{ kg ha}^{-1}$ u kontroli bez korova ($T2$) (Grafik 2). Dakle, prinos na parceli bez uklanjanja korova je bio značajno umanjen, odnosno gubitak zrna je iznosio 94,1%. Prinos u tretmanu $T3$ (BBCH 13), tj. kada su korovi uklonjeni u fazi 3 lista je za oko 10% bio niži u odnosu na nezakorovljenu kontrolu. Prinosi u ostalim varijantama su redom padali sa pomeranjem vremena uklanjanja korova, i u poslednjem terminu tj. kada su korovi ukoloni u fazi metličanja (BBCH 39, tj. $T7$) prinos je iznosio svega $1748,7 \text{ kg ha}^{-1}$ (80,1% niži od maksimalno ostvarenog u kontroli bez korova) (Grafik 2).

U 2016. godini, takođe, minimalni ostvareni prinos je dobijen u zakorovljenoj kontroli bez pre-em tretmana (Grafik 3) ($T1 = 5758,9 \text{ kg ha}^{-1}$), a što je za 50,3% manje od maksimalno ostvarenog u nezakorovljenoj kontroli, ali i za 91,02% veći u odnosu na isti tretman iz 2015. godine. Dakle, evidentan je efekat godine na prinos zrna kukuruza koji je apsolutno bio povoljniji u 2016. godini. Maksimalno ostvareni prinos u 2016. godini u varijanti bez pre-em tretmana je kao i u prvoj godini ostvaren u nezakorovljenoj kontroli ($T2 = 11588,2 \text{ kg ha}^{-1}$). Prinos u tretmanu gde su korovi prvi uklanjani (BBCH 13, tj. $T3$) iznosio je $10542,4 \text{ kg ha}^{-1}$ a što je za oko 9% manje od maksimalno ostvarenog u nezakorovljenoj kontroli, dok je u poređenju sa istim tretmanom u 2015. godini prinos za 21,2% bio veći u korist 2016. godine. Prinos kukuruza u ostalim tretmanima, tj. vremenima uklanjanja korova (BBCH 15-39, tj. $T4-7$) u



Grafik 3. Uticaj vremena uklanjanja korova na prinos useva kukuruza (kg ha^{-1}) u 2016. godini u varijantama sa i bez zemljišne primene herbicida.

Figure 3. Effect of time weed removal on corn yield (kg ha^{-1}) in 2016 year in treatments with and without of pre-em herbicides

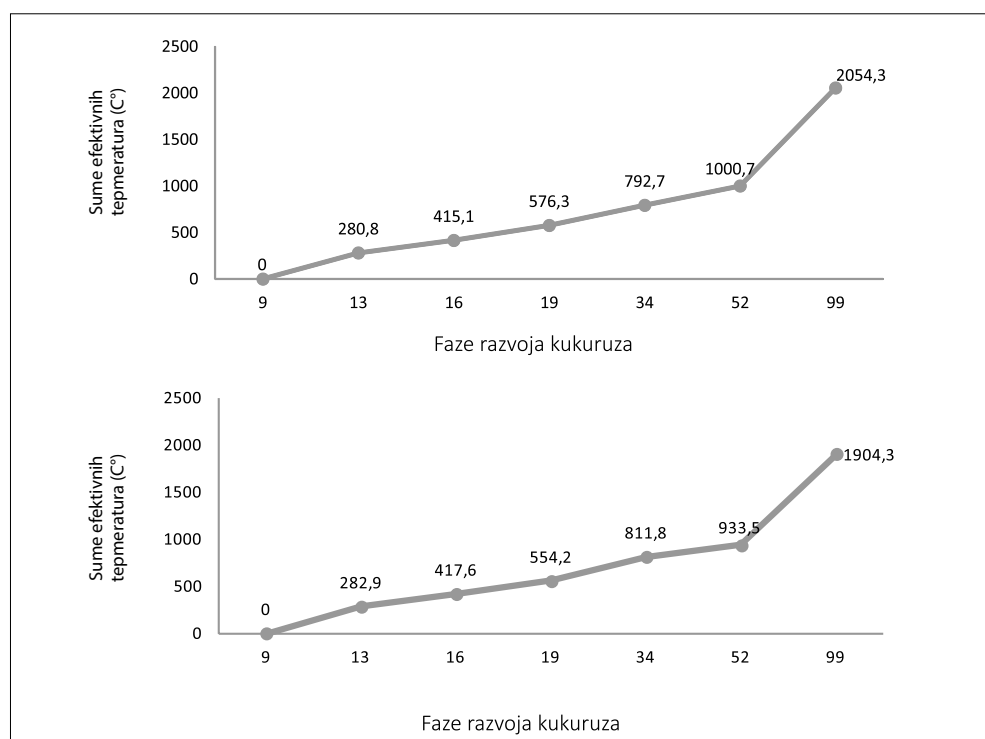
2016. godini je redom opadao sa protokom vremena uklanjanja korova (Grafik 3), dok je u poređenju sa prinosima iz istih tretmana u 2015. godini nastavljen trend kao u tretmanu T3.

U 2015. godini, u varijanti sa pre-em primenom herbicida, takođe minimalni prinos je ostvaren u zakorovljenoj ($777,5 \text{ kg ha}^{-1}$), odnosno maksimalni u nezakorovljenoj kontroli ($9045,4 \text{ kg ha}^{-1}$) (Grafik 2). Osim toga, prinosi u ostalim tretmanima su redom bili u padu počev od T3 tretmana (BBCH 13) gde je prinos iznosio $8799,3 \text{ kg ha}^{-1}$ (2,7% niži od maksimalnog ostvarenog) do tretmana T7 (BBCH 39) gde je postignut prinos od $2588,0 \text{ kg ha}^{-1}$ i koji je za 71,4% bio niži od maksimalno ostvarenog u varijanti sa pre-em primenom herbicida (Grafik 2).

Za razliku od 2015. godine u 2016. godini tretmani sa pre-em primenom herbicida su generalno dali bolji prinos suvog zrna kukuruza pri istim ostalim uslovima (u kontroli i svim vremenima uklanjanja korova). Generalno, prinos se kretao od $7491,0 \text{ kg ha}^{-1}$ u zakorovljenoj kontroli (T1) do $12803,6 \text{ kg ha}^{-1}$ u nezakorovljenoj kontroli (T2), što je generalno bio najbolji ostvareni prinos za obe godine i sve tretmane. Maksimalni ostvareni prinos u 2016. godini je za 41,5% bio veći od minimalno ostvarenog u ovoj godini, ali i za 9,5% veći u odnosu na nezakorovljenu kontrolu bez pre-em tretmana, kao i za 29,4% veći od istog tretmana iz 2015. godine. Slično prethodnom, prinos u tretmanu gde su korovi prvi uklanjani tj. u fazi 3 lista kukuruza (T3) je iznosio $12640,1 \text{ kg ha}^{-1}$, a to je za 1,3% manje od maksimalno postignutog u nezakorovljenoj kontroli u istoj godini i pre-em primeni herbicida, dok je u odnosu na isti tretman u 2015. godini bio veći za 34,3%. Prinosi u ostalim tretmanima tj. vremenima uklanjanja korova

(BBCH 15-39, tj. $T4-7$) su takođe redom padali sa protokom vremena tj. kasnijim uklanjanjem korova. Evidentno je da su minimalni i maksimalni prinosi bili veći pri istim tretmanima u odnosu na varijantu bez pre-em primene herbicida. Dakle, efekat pre-em herbicida je u izvesnoj meri umanjio štete po prinos useva bez obzira o kojoj godini se radi. Do sličnih rezultata su došli Knezevic i sar. (2013) koji su utvrdili pomeranje kritičnog perioda za suzbijanje korova u IMI suncokretu u varijanti sa zemljišnom primenom herbicida za 6-12 dana.

Osim toga, sezone su se razlikovale i u pogledu sume efektivnih temperatura (GDD) pri čemu je GDD u 2016. godini iznosio $1904,3^{\circ}\text{C}$ a u 2015. godini $2054,3^{\circ}\text{C}$ (Grafik 4).



Grafik 4. Fenofaze razvoja kukuruza u korelaciji sa sumom efektivnih temperatura u 2015. i 2016. godini

Figure 4. Correlation between corn growing stage and growing degree days in 2015 and 2016 year

Na osnovu utvrđenog prinosa kukuruza za 2015. i 2016. godinu i izračunatog gubitka prinosa od 5% koji se uzima kao referentna tačka za utvrđivanje KPSK sa definisanjem fenofaze razvoja kukuruza, kao i broj proteklih dana od nicanja uz utvrđivanje sume efektivnih temperatura (GDD) došlo se do sledećeg. U 2015. godini u varijanti bez pre-em primene herbicida KPSK je nastupio u fenofazi 2 prava lista kukuruza (BBCH 12) a to je nastupilo 19 dana nakon nicanja pri čemu je GDD iznosio $279,12^{\circ}\text{C}$. Za razliku od toga u 2016. godini pri istim varijantama KPSK je nastupio u fenofazi razvoja prvog lista (BBCH 11), nakon 16 dana od nicanja useva,

pri čemu je GDD iznosio 161,07°C. Poredeći fenofaze razvoja kukuruza između godina može se konstatovati da je u 2016. godini KPSK nastupio ranije, a to je tri dana pre nego što je to bio slučaj u 2015. godini (Tabela 3). Ovo se može dovesti u vezu sa većim padavinama u 2016. godini koje su pored dobrog efekta na usev (ostvareni veći prinosi u svim tretmanima) povoljno delovale na veću pojavu korova.

U varijanti sa pre-em primenom herbicida u 2015. godini KPSK je nastupio u fenofazi razvoja četiri prava lista (BBCH 14), a to je 24 dana nakon nicanja useva pri čemu je GDD iznosio 336,11°C, a što je u poređenju sa varijantom gde nije primenjivan herbicid pet dana (BBCH 12) kasnije. S druge strane, u 2016. godini uz pre-em tretman KPSK je nastupio u fenofazi pet pravih listova kukuruza (BBCH 15), a što je 39 dana od nicanja kukuruza tj. kada je GDD iznosio 362,04°C. U odnosu na varijantu iz iste godine gde nije primenjen zemljišni herbicid utvrđena je razlika od 23 dana u korist pre-em tretmana koji je obezbedio da polje duže bude čisto od korova. U poređenju sa 2015. godinom u varijanti sa pre-em primenom herbicida period od nicanja do nastupanja KPSK je bio 15 dana duži u korist 2016. godine. Dakle, pre-em herbicidni tretmani su pružili prednost u odnosu na varijantu gde nije primenjivan herbicid u obe godine, s tim što je u 2016. godini pokazao značajno bolje efekte, što je u direktnoj korelaciji sa meteorološkim prilikama (prvenstveno suma i raspored padavina) koje su u toj godini bile značajno povoljnije nego u 2015. godini. Ovo upućuje na konstataciju da je pre-em primena herbicida doprinela pomeranju tj. kašnjenju početka KPSK u 2016. godini u odnosu na 2015. godinu za čak 15 dana. Dakle, uticaj godine tj. meteoroloških prilika se značajno odrazio na ostvarene prinose, a samim tim i na početak i kašnjenje KPSK u usevu kukuruza.

Tabela 3. Parametri kritičnog perioda za suzbijanje korova u usevu kukuruza u 2015. i 2016. godini za gubitak prinosa od 5%

Table 3. Parameters of a critical period for weed control in corn in 2015 and 2016, for a 5% yield loss

Godina Year	Primena herbicida Herbicide application	Kritičan period suzbijanja korova Critical period for weed control		
		Sume efektivnih temperatura Growing degree days (GDD)	Faza razvoja kukuruza Corn growth stage	Dani posle nicanja Days after emergence
2015.	bez pre-em	279,12±5,36	BBCH 12	19
	sa pre-em	336,11±5,30	BBCH 14	24
2016.	bez pre-em	161,07±9,25	BBCH 11	16
	sa pre-em	362,04±5,96	BBCH 15	39

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su vremenski uslovi tokom 2015. i 2016. godine ispoljili veoma značajan uticaj na klijanje, nicanje, rast, razvoj, kao i na zakorovljenost useva, KPSK i ostvareni prinosi kukuruza.

Godina 2015. u odnosu na 2016. se značajno razlikovala u pogledu vremenskih uslova (palo samo 281,1 mm kiše, tj. 245,3 mm manje nego u 2016.), što je značajno uticalo na prinose

useva kao i na KPSK. Nedostatak padavina tokom zimskih meseci u 2015. godini i dug period suše tokom vegetacione sezone takođe su uticali da ove razlike budu tako izražene. Takođe razlike u temperaturi i količini padavina evidentne su i po pojedinačnim mesecima što je i uticalo na zakorovljenost parcela, a pored toga vremenski uslovi su pogodovali i usevu što je rezultiralo vrlo visokim prinosima suvog zrna kukuruza u 2016. godini u svim tretmanima u odnosu na iste u 2015. godini.

Najbolji prinos je ostvaren u tretmanima sa pre-em primenom herbicida gde je uklanjanje korova rađeno u periodu 3-6 listova (BBCH 13-16) u kojima prinos nije mnogo odstupao od nezakorovljene kontrole. Gubici prinosa su rasli što je uklanjanje korova bilo kasnije i pad prinosa je bio izraženiji u 2015. godini što se može dovesti u vezu sa nepovoljnim vremenskim uslovima za rast i razvoj kukuruza u toj godini. Takođe, veći gubici prinosa su bili u varijanti bez pre-em primene herbicida u odnosu na iste sa primenom zemljišnih herbicida. U 2016. godini značajno bolji efekat je ostvaren u pre-em tretmanima zbog povoljnijih vremenskih uslova, što je dodatno uticalo na pomeranje KPSK, a samim tim i vremenski fleksibilnije suzbijanje korova u post-emu. Dobijeni rezultati su potvrdili hipotezu da vremenski uslovi utiču na prinos useva, na delovanje pre-em herbicida i pomeranje KPSK.

Generalno, može se zaključiti da je veoma važno poznavanje KPSK kako bi se pravovremeno reagovalo u pogledu suzbijanja korova i smanjili gubici prinosa useva. Odlaganje uklanjanja korova može dovesti do velikih gubitaka prinosa i po pravilu što je odlaganje duže time su gubici veći. Dakle dobra praksa u suzbijanju korova treba da se zasniva na pravovremenoj primeni različitih mera pod datim meteorološkim prilikama i tehnologiji gajenja useva.

ZAHVALNICA

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (projekat III46008).

LITERATURA

- Acciaresi, H. A., Guiamet, J. J.*: Below- and above-ground growth and biomass allocation in maize and *Sorghum halepense* in response to soil water competition. *Weed Research*, 50, 481–492, 2010.
- Berger, A., McDonald, A., Riha, S.*: A coupled view of above and below-ground resources capture explains different weed impacts on soil water depletion and crop water productivity in maize. *Field Crop Research*, 119, 314–321, 2010.
- Bilten rezultati ogleđa 2018. godine*: Institut Tamiš – Pančevo, 2018.
- Evans, S. P., Knezevic, S. Z., Lindquist, J. L., Shapiro, C. A., Blankenship, E. E.*: Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science*, 51, 408–417, 2003.
- Gilmore, E. C., Rogers, R. S.*: Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agronomy Journal*, 50, 611–615, 1958.

- Hall, M. R., Swanton, C. J., Anderson, G. W.: The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). Weed Science, 40, 441–447, 1992.
- Hashim, S., Marwat, K. B.: Invasive weeds a threat to the biodiversity: a case study from Abbotabad district, N-W Pakistan. Pakistan Journal of Weed Science Research, 8 (1-2), 1-12, 2002.
- Knezevic, S. Z., Elezovic, I., Datta, A., Vrbnicanin, S., Glamoclija, Dj., Simic, M., Malidza, G.: Delay in the critical time for weed removal in imidazolinone-resistant sunflower (*Helianthus annuus*) caused by application of pre-emergence herbicide. International Journal of Pest Management, 59 (3), 229-235, 2013.
- Knezevic, S. Z., Streibig, J. C., Ritz, C.: Utilizing R software package for dose response studies: the concept and data analysis. Weed Technology, 21, 840–848, 2007.
- Lehoczy, É., Kamuti, M., Mazsu, N., Sándor, R.: Changes to soil water content and biomass yield under combined maize and maize-weed vegetation with different fertilization treatments in loam soil. Journal of Hydrology and Hydromechanics, 64 (2), 150-159, 2016.
- Lobbel, D. B., Christopher, B. F.: Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. Public Health Resources, 152, 2007. (<http://digitalcommons.unl.edu/preuzeto> 18.09.2019.)
- Neenu, S., Biswas, A. K., Subba, A. R.: Impact of climatic factors on crop production – a review. Agricultural Reviews, 34 (2), 97-106, 2013.
- Ozkan, B., Akcaoz, H.: Impacts of climate factors on yields for selected crops in the Southern Turkey. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 7, 367-380, 2002.
- Ritz, C., Baty, F., Streibig, J. C., Gerhard, D.: Dose-Response Analysis Using R. PLoS ONE 10 (12), e0146021. doi:10.1371/journal.pone.0146021, 2015.
- Strip *ogledi kukuruza*, 2012. (<http://www.sorte.minpolj.gov.rs/>; preuzeto 18.09.2019.)
- Streibig, J. C.: Herbicide bioassay. Weed Research, 28 (6), 479–484, 1988.
- Swanton, C. J., Weise, S. F.: Integrated weed management: the rationale and approach. Weed Technology, 5, 657-663, 1991.
- Tagne, A., Feujio, T. P., Sonna, C.: Essential oil and plant extracts as potential substitutes to synthetic fungicides in the control of fungi, ENDURE International Conference, Diversifying crop protection, O.42, 2008.

Impact of weather conditions on the critical period for weed control and corn yield in Serbia

SUMMARY

Corn is one of the leading crops grown in Serbia (on over 1 000 000 ha), mostly in the territory of Vojvodina (about 60%), with the rest being grown in Central Serbia. Corn production is affected by a number of different factors during the vegetation season, both abiotic and biotic. Weather conditions during the season are a factor which can affect both the crop yield directly and the development of weeds that can be found in the corn field, and consequently determine the critical period for weed control (CPWC). Therefore, the aim of this paper is to study the impact of weather conditions during two vegetation seasons on the start of the critical period for weed control in conventional corn production. Field experiments were conducted during 2015 and 2016 in the area of Padina (South Banat region). The experiment was set up as a randomized block system, divided into two sections. Soil-applied herbicides (PRE-EM) based on S-metolachlor (1.5 L ha⁻¹) + terbuthylazine (1.5 L ha⁻¹) were applied in the first section, while the second section was left untreated. Seven treatments (seven weed control periods) were tested in each section, in three replicates. The size of the experimental plot was 10 m x 4.2 m.

The obtained results have shown that the highest corn yield (12803 kg ha^{-1}) was achieved in the treatment with PRE-EM herbicide application in 2016, when the precipitation was 526.4 mm, while in the same year the untreated plots yielded 9.5% less (11588 kg ha^{-1}). In 2015, with the precipitation of 281.1 mm, corn yield in the PRE-EM treatments was 9045 kg ha^{-1} , which was approximately 30% less, when compared to 2016. In 2015, which was a dry season, the corn yield in PRE-EM treated plots was 2.6% higher, when compared with the untreated plots. In 2015, the CPWC started in the four leaves growth stage (BBCH 14) in the PRE-EM treatments and in the two leaves growth stage (BBCH 12) in the untreated plots. In 2016, the CPWC in PRE-EM treatments started in the five leaves growth stage (BBCH 15), while in the untreated plots it began with the first leaf growth stage (BBCH 11). Therefore, soil-applied herbicides and better suited weather conditions enable a more flexible weed control, in terms of the start and length of the CPWC in corn fields in the region of South Banat.

Keywords: weather conditions, critical period, corn, weeds, soil-applied herbicides.