



INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO
INSTITUT OD NACIONALNOG ZNAČAJA ZA REPUBLIKU SRBIJU
NOVI SAD

ZBORNİK REFERATA

*56. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i
2. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske*
ZLATIBOR, 30.01-03.02.2022.



ZBORNİK REFERATA

56. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i
2. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske
ZLATIBOR, 30.01-03.02.2022.

ORGANIZATOR I IZDAVAČ:

**Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju
Novi Sad**

PROGRAMSKI ODBOR:

Prof. dr Radovan Pejanović
Prof. dr Dragana Latković
Prof. dr Jegor Miladinović
Prof. dr Dragana Miladinović
Prof. dr Ana Marjanović Jeromela
Prof. dr Radivoje Jevtić
dr Ivica Dalović
Doc. dr Željko Lakić

ORGANIZACIONI ODBOR:

Prof. dr Radovan Pejanović
Prof. dr Dragana Latković
Prof. dr Jegor Miladinović
Prof. dr Vojislav Trkulja
Dr Vuk Radojević
Dr Goran Malidža
Dr Ivica Dalović
Dušan Šikoparija

GLAVNI UREDNIK:

prof. dr Ana Marjanović Jeromela

TEHNIČKA PRIPREMA:

Tanja Vunjak
Ivana Knežević

ISBN 978-86-80417-86-8



SADRŽAJ

NEODRŽIVI RAZVOJ POLJOPRIVREDE	5
Radovan Pejanović, Marijana Dukić-Mijatović	
RESPONSE OF FOOD GRAIN CROPS TO CLIMATE CHANGE FACTORS	26
P.V. Vara Prasad (apstrakt)	
REZISTENTNI KOROVI I USEVI TOLERANTNI NA HERBICIDE U REPUBLICI SRBIJI	28
Goran Malidža, Siniša Jocić, Jovana Krstić, Goran Bekavac, Vladimir Miklič	
UTICAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA POJAVU ŠTETNIH ORGANIZAMA	45
Vojislav Trkulja	
NS HIBRIDNI – POUZDAN PARTNER U PROIZVODNJI KUKURUZA	62
Goran Bekavac, Ivica Đalović, Božana Purar, Goran Malidža, Miroslav Zorić, Bojan Mitrović	
SOJA U 2021. GODINI	69
Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Vuk Đorđević, Marina Čeran, Predrag Randelović, Marjana Vasiljević, Aleksandar Ilić, Dragana Valan, Larisa Merkulov Popadić	
NS SORTE KRMNOG BILJA ZA VISOK PRINOS I KVALITET	78
Snežana Katanski, Vojislav Mihailović, Sanja Vasiljević, Dalibor Živanov, Zlatica Mamlić, Ana Uhlarik, Anja Dolapčev	
NS HIBRIDNI SUNCOKRETA – GARANCIJA USPEŠNE PROIZVODNJE	88
Milan Jocković, Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Nada Hladni, Jelena Ovuka, Dragana Miladinović, Nedjeljko Klisurić, Ilija Radeka, Nemanja Čuk, Vladimir Miklič	
REZULTATI PROIZVODNJE NS ULJANE REPICE U 2020/21. I PREPORUKA SORTIMENTA ZA 2022/23. GODINU	97
Ana Marjanović Jeromela, Željko Milovac, Petar Mitrović, Dragana Rajković, Sreten Terzić, Jovan Crnobarac	
GUMOZA ŠEĆERNE REPE OZBILJNA PRETNJA PROIZVODNJI ŠEĆERNE REPE U CENTRALNOJ EVROPI	105
Živko Čurčić, Andrea Kosovac, Emil Rekanović, Jelena Stepanović, Bojan Duduk	



PROIZVODNJA NS STRNIH ŽITA U 2020/21. GODINI	113
Bojan Jocković, Vladimir Aćin, Ljiljana Brbaklić, Milan Mirosavljević, Radivoje Jevtić, Sanja Mikić, Dragan Živančev, Vesna Župunski, Mirjana Lalošević, Vojislava Momčilović, Sonja Ilin, Branka Orbović, Tanja Dražić, Slaviša Štatkić	
NOVE NS SORTE POVRTARSKIH BILJNIH VRSTA	121
Dario Danojević, Janko Červenski, Jelica Gvozdanović-Varga, Maja Ignjatov, Slađana Medić-Pap, Aleksandra Ilić, Dušanka Bugarski, Adam Takač, Slobodan Vlajić, Vukašin Popović, Biljana Kiprovska, Ivana Bajić, Svetlana Glogovac, Dragana Milošević, Nadežda Stojanov, Tijana Zeremski	
NOVI PRAVCI U OPLEMENJIVANJU SIRKOVA I INDUSTRIJSKE KONOPLJE	130
Vladimir Sikora	
PRIMENA TETRAZOLIJUM TESTA KOD ISPITIVANJA KVALITETA SEMENA	139
Dušica Jovičić, Gordana Tamindžić, Zorica Nikolić, Dragana Milošević, Milena Tatić, Dragana Marinković, Milan Stojanović	
ODRŽIVI RAZVOJ I UPRAVLJANJE PRIRODNIIM RESURSIMA REPUBLIKE SRPSKE	144
Novo Pržulj	
KORIŠĆENJE, UREDENJE I ZAŠTITA POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA	149
Tihomir Predić, Petra Nikić Nauth, Kristina Rapić, Stefan Jovanović	
VRSTE I KVALITET KABASTE STOČNE HRANE SPREMLJENE NA PORODIČNIM FARMAMA U REPUBLICI SRPSKOJ	163
Željko Lakić, Tihomir Predić, Bojana Savić, Rada Jovičević, Dijana Mihajlović	
PRODUKTIVNOST PARADAJZA U USLOVIMA REDUKOVANE ISHRANE UZ PRIMJENU BIOSTIMULATORA	174
Vida Todorović, Izudin Klokić, Nikolina Đekić, Borut Bosančić, Đorđe Moravčević	
KORJENOVE GALOVE NEMATODE NA KROMPIRU I MRKVI U REPUBLICI SRPSKOJ	184
Branimir Nježić (apstrakt)	



NEODRŽIVI RAZVOJ POLJOPRIVREDE

Radovan Pejanović¹, Marijana Dukić-Mijatović²

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet

²Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka
radovan.pejanovic0603@gmail.com

Sažetak

Dosadašnji koncept neodrživog razvoja doveo je, između ostalog, do ozbiljnih problema poljoprivrede i proizvodnje hrane. Negativni efekti dosadašnje konvencionalne poljoprivrede su mnogobrojni: erozija i degradacija poljoprivrednog zemljišta, povećano korišćenje veštačkih đubriva, povećano korišćenje pesticida, neracionalno korišćenje vodnih resursa, korišćenje antibiotika i stimulansa i negativni efekti stočarske proizvodnje, korišćenje GMO kao kontroverzne biotehnologije, klimatske promene. Posledice svega toga su problemi zdravstvene bezbednosti hrane. Opasnost je biološka, hemijska ili fizička materija u namirnicama ili stanje namirnica koje može uzrokovati štetne posledice po ljudsko zdravlje. Pored ovih opasnosti rizik predstavljaju i hemijski kontaminanti: teški metali, industrijski zagađivači, lekovi i mikrotoksini. U hemijske kontaminante spadaju i sredstva za zaštitu bilja. Nužne su radikalne promene na svim nivoima. Ekonomska nauka je preuzela taj istorijski zadatak: kroz koncept tzv. nove ekonomije sve se više teži ostvarenju toga cilja. Važan segment nove ekonomije je zelena ekonomija, koja treba da obezbedi koncept održive poljoprivredne proizvodnje, nasuprot dosadašnjem konceptu neodrživog razvoja. Održivost podrazumeva nužnost da se u intenzivnoj biljnoj i stočarskoj proizvodnji zaštiti životna sredina. Zelena ekonomija (zelena poljoprivreda) je jedan od najperspektivnijih globalnih razvojnih koncepata koji treba posebno da dođe do izražaja u poljoprivredi i proizvodnji zdravstveno bezbedne hrane. S tim u vezi važno je slediti i primenjivati strategije EU u okviru „Zelenog dogovora“. Posebno je važno razvijati organsku poljoprivredu.

Ključne reči: neodrživi razvoj, problemi poljoprivrede i proizvodnje hrane, nužnost promena, zelena ekonomija, „Zeleni dogovor“, organska poljoprivreda, održivi razvoj

Uvod

Dosadašnja paradigma razvoja temelji se na *homo ekonomikusu*, koga pokreće profitna motivacija. To je težnja ljudi da svojom ekonomskom aktivnošću, po svaku cenu, ostvare dobit i



time povećaju svoje bogatstvo. Profit se smatra legitimnom pobudom čoveka i osnovnim pokretačem inicijative i napretka u svim oblastima, pa i u poljoprivredi.¹

Kapitalizam je uveo agrarnu revoluciju u poljoprivredu, kao proces ubrzanog unapređenja poljoprivredne proizvodnje primenom visokog stepena mehanizacije, hemizacije i novih metoda obrade zemljišta, kao izraz težnje ka maksimizaciji prinosa. Ova industrijalizacija poljoprivrede izaziva mnogobrojne negativne posledice po poljoprivredu, zemljište i hranu, kao i ubrzane promene na selu (ruralni egzodus i deagrarijaciju). Nužne su promene u pravcu nove paradigme rasta zasnovanog na konceptu održivog razvoja, koji se u poljoprivredi ogleda kroz zdravstveno bezbednu i organsku proizvodnju hrane.

Ključno pitanje daljeg društveno-ekonomskog razvoja, a u tom kontekstu i poljoprivrede i hrane, jeste pitanje novog koncepta održivog razvoja, i s tim u vezi nove ekonomije. Reč je o novim obrascima razmišljanja i ponašanja, koji podrazumevaju, pre svega, tzv. zeleno poslovanje, tj. koncept zelene ekonomije, koji je u skladu s nužnošću održivog razvoja. Biznis, pa i agrobiznis, mora, naime, da poštuje ekološke principe, kao i principe poslovne etike, u funkciji zaštite čoveka, društva i prirode od posledica dosadašnjeg neodrživog razvoja.

Razvoj masovne poljoprivredne proizvodnje za tržište posledica je podele rada, sve veće specijalizacije u zemljoradnji i stočarstvu, raščlanjivanja na razne grane poljoprivredne proizvodnje. Zajedno sa tim došlo je do stručnog usavršavanja poljoprivrednika, do savršenije upotrebe poljoprivredne tehnike, do selekcije semena, životinjskih rasa, unapređenja agrotehnike, itd. Za relativno kratko vreme (od početka 19. veka) mnogobrojni pronalasci učinili su da je hemijsko đubrivo (čilska šalitra, fosfat, amonijačni sulfat, itd.) postalo glavno obeležje zemljoradnje u Evropi i u svetu. Time otpočinje moderna industrijska proizvodnja hrane (konvencionalna poljoprivreda), sa svim pozitivnim (hiperprodukcija hrane), ali i negativnim efektima (ekološka destrukcija zemljišta, voda, problem zdravstvene bezbednosti hrane). Globalno zagrevanje, naime, izaziva teške meteorološke (klimatske) poremećaje koji ugrožavaju bioravnotežu na Zemlji. Tome doprinosi i dosadašnja konvencionalna poljoprivreda.

Posledice sveukupnog ugrožavanja okoline (prirodne sredine) jesu ugroženost kvaliteta života, hrane, vode i vazduha, ljudske vrste i života uopšte.²

U ovom radu osvrnućemo se na probleme poljoprivrede i hrane kao važne indikatore neodrživog razvoja. Objasnićemo negativne efekte dosadašnjeg neodrživog razvoja po poljoprivredu i hranu. Nakon toga ćemo naznačiti novu ulogu ekonomije u rešavanju ovog važnog, egzistencijalnog globalnog problema.

¹ Videti: Pejanović R. (2018): *Ekonomija i politika u globalnom društvu*. Akademska knjiga, Novi Sad.

² Srbija ima najzagađenije vodotokove u Evropi. Samo 7% površinskih voda (reka i jezera) ima status „dobar“, 83% „loš ili veoma loš“, a nijedan % kao „odličan“. Vazduh u većini naših gradova je među najzagađenijim u svetu. Naša zemlja je prva u Evropi, a deseta u svetu po broju prerano umrlih zbog zagađenja životne sredine (12% godišnje) (prema: „Politika“, Beograd, 01.XI 2021., str. 19).



Negativni efekti neodrživog razvoja poljoprivrede

Od početka civilizacije najveći broj ljudi bavio se poljoprivredom. Danas, u prvoj polovini 21. veka, polovina svetskog stanovništva živi u ruralnim područjima i ima veze sa poljoprivredom. Poljoprivreda je glavni izvor sredstava za čak 70% siromašnih u svetu, koji žive u ruralnim područjima i pretežno u zemljama u razvoju. Uticaj čoveka, međutim, doveo je do neodrživih ekoloških posledica.

Globalni poljoprivredni sistem ne samo što prelazi planetarne granice, nego ima i druge negativne posledice. Jedan od problema je to što sistem proizvodnje i korišćenja hrane podstiče, između ostalog, nastanak novih patogenih klica (opasnih virusa kakvi su npr. zastrašujući virusi SARS iz 2003. godine i virus COVID-19 iz 2020. godine).

Agrarna revolucija, koja je trajala od 50-ih do 80-ih godina prošlog veka, dovela je do toga da je uticaj poljoprivrede na životnu sredinu veći nego što se to na prvi pogled čini. Agrarna revolucija, naime, uvodi nauku, pre svega agrikulturnu hemiju u poljoprivrednu proizvodnju (hemizacija i mehanizacija poljoprivrede), što dovodi do industrijalizacije poljoprivrede.

Od tada pa do danas, uticaj poljoprivrede na životnu sredinu manifestuje se na više načina:

- Krčenjem zemljišta radi njene obrade (emisije ugljen-dioksida doprinose klimatskim promenama);
- Korišćenje veštačkih đubriva, koja su glavni izvor antropogenog isticanja azota i fosfora;
- Poljoprivredna proizvodnja dovodi i do hemijskog zagađenja (korišćenjem veštačkog đubriva, pesticida, herbicida i sl.);
- Agensi za rashlađivanje koji se koriste u proizvodnji i skladištenju hrane razaraju ozonski omotač;
- Monokulturna³ poljoprivreda izaziva veliko smanjenje biodiverziteta.

Moderna proizvodnja hrane zasniva se, dakle, na inputima intenzivne poljoprivrede, što znači da u velikoj meri ona zavisi od veštačkih đubriva, pesticida, sistema za navodnjavanje i mehanizacije. A sve to, opet, zavisi od energije fosilnih goriva.

Razmatrajući uticaj poljoprivrede na životnu sredinu, američki profesor Džonatan M. Haris („*Ekonomija životne sredine i prirodnih resursa*“) ističe mnogobrojne negativne efekte.

³ Reč je o uzgoju samo jedne kulture u nekom poljoprivrednom području, kao posledica procesa specijalizacije i rentabilnosti poljoprivredne proizvodnje. Neprekidno gajenje jedne biljne vrste na istom polju (njivi) duže od jedne godine (vegetacione sezone) ima višestruki negativni efekat na uslove gajenja biljaka. To, naime, nepovoljno deluje: na fizičke osobine zemljišta, na jednosmerno iskorišćavanje hranljivih elemenata, doprinosi širenju korovskih biljaka, pojavi bolesti, štetočina i dr.



Erozija i degradacija poljoprivrednog zemljišta

Mnoga istraživanja pokazuju da erozija oštećuje produktivnost useva smanjivanjem dostupnosti vode, hranljivih sastojaka i organskih materija. Zemljište postaje sve siromašnije humusom.⁴ Vodeni resursi su, takođe, degradirani sedimentima i zagađujućim materijama usled erozije. Stope gubitka tla najviše su u zemljama u razvoju (i kod nas). Uz gubitke tla usled erozije, javlja se i dodatna degradacija tla usled navodnjavanja, preterane ispaše i uništavanja šumskog zemljišnog pokrivača.⁵

Erozija i degradacija poljoprivrednog zemljišta posledica su i uklanjanja vegetacije (seča šuma, požari), neregulacije bujičnih tokova i neadekvatne obrade i zaštite zemljišta. Javlja se dezertifikacija zemljišta usled nepredvidivog rasporeda padavina, naročito u uslovima suve klime (klimatske promene). Na gubitak zemljišta utiče i izgradnja industrijskih objekata na obradivom zemljištu, bez prethodno utvrđenih prostornih planova, kao i dispozicija „kiselih kiša“ na zemljište i šume. Veliki uticaj ima i nagomilavanje toksičnih materija i radionuklida iz industrijskog otpada i otpadnih materija.

Erozija i degradacija zemljišta ogledaju se i u smanjivanju sadržaja humusa i hraniva u poljoprivrednom zemljištu. Smanjila se, naime, stabilnost strukturnih agregata, pojačalo ispiranje i erozija, tj. smanjila se plodnost černoze. Polovinom prošlog veka sadržaj humusa u černozeu je bio oko 5%, dok danas takve vrednosti imaju samo male oaze. Prosečna vrednost sadržaja humusa u zemljištima Vojvodine je oko 3%, što je drastično smanjenje.⁶

Kao što je poznato, erozija i degradacija zemljišta mogu se, umnogome, smanjiti rotacijom uzgajanih kultura i neobrađivanjem što se, nažalost, u mnogim zemljama ne poštuje.

Ekološki održiva politika upravljanja poljoprivrednim zemljištem, koja podrazumeva da se u kontrolu erozije investira danas zarad dugoročnih koristi, zavisi od države do države, tj. od agrarne politike države, predviđanja poljoprivrednika, ekonomskih uslova, prostornog planiranja (Srbija godišnje gubi po 25.000 ha najplodnijeg zemljišta neplanskom izgradnjom infrastrukturnih objekata).

Korišćenje veštačkih đubriva

Jasno je da je povećano korišćenje veštačkih đubriva u modernoj poljoprivredi blisko povezano sa višim prinosima. Međutim, korišćenje ovog, kao i drugih inputa (npr. pesticida)

⁴ Dezertifikacija je jedan od planetarno najdestruktivnijih procesa. Degradacioni procesi, koji su na delu, smanjuju ekonomsku i biološku produktivnost zemljišta.

⁵ Višedecenijsko preterano ogoljavanje zemljišta, seča šuma i gajenje biljaka u monokulturi, uz nekontrolisanu upotrebu hemijskih sredstava i mineralnih đubriva, izazvalo je mnogo negativnih posledica, između ostalog i odlazak ptica sa svih prirodnih staništa.

⁶ Pre pola veka poljoprivredno zemljište u Vojvodini je imalo 4-6% humusa. Slično je i u drugim krajevima Srbije. Zato smo u situaciji da su nam prosečni prinosi zaostali.



povezan je sa problemima u životnoj sredini. Naime, znatan deo promenjenih hranljivih materija koje sadrži đubrivo (nitrati, fosfati i kalijum) ne stigne do useva kao što je planirano. Umesto toga, oni prodiru u zemlju i površinske vode, gde postaju ozbiljni zagađivači. Prekomerna koncentracija nitrata u vodi opasna je po ljudsko zdravlje. Nitrati i fosfati pospešuju i rast neželjenih algi, koje guše druge oblike života u rekama, jezerima, čak i okeanima. Preterano i neefikasno korišćenje đubriva stvorilo je teške ekološke probleme na srednjem zapadu i zapadu SAD-a, u Meksičkom zalivu, na Mediteranu (Egejsko i druga mora), u Rusiji i istočnoj Evropi. Kao posledica toga, u zatvorenim morima, kao što su Crno i Kaspijsko, izumrle su brojne lokalne žive vrste. Korišćenje đubriva, takođe, direktno doprinosi raznim globalnim atmosferskim problemima, uključujući globalno zagrevanje i iscrpljivanje ozona.

Pored toga, proizvodnja veštačkih đubriva intenzivna je zahvaljujući energiji dobijenoj prvenstveno iz fosilnih goriva. Poljoprivredna potrošnja energije tako produbljuje probleme životne sredine. Na poljoprivredu odlazi oko 5% ukupne potrošnje energije. Predviđa se da će se korišćenje veštačkih đubriva stalno povećavati, kako bi se obezbedili prinosi potrebni za potrebe stalno rastuće svetske populacije.

Korišćenje pesticida

Poput korišćenja veštačkih đubriva, upotreba pesticida rapidno je porasla širenjem moderne poljoprivrede. Tako se npr. u SAD-u korišćenje pesticida udvostručilo između 60-ih i 80-ih godina prošlog veka. Ono se širom sveta i dalje povećava. To povećanje prate brojni zdravstveni problemi i problemi životne sredine. Dobro su poznati kancerogeni efekti mnogih pesticida, dok je težište novijih istraživanja na uticajima na reproduktivni trakt kod čoveka. Pesticidi, takođe, utiču na ekosisteme na razne načine: zagađenje podzemnih voda ili nenamerno uništavanje korisnih živih vrsta (što uzrokuje navalu štetočina).

Kao i sa drugim pitanjima agrotehnološkog uticaja na životnu sredinu, i ovde je problem asimetrija informacija. Naime, proizvođači pesticida generalno najviše znaju o hemijskom sastavu i potencijalnim uticajima pesticida. Te informacije, međutim, nedostupne su za potrošače. Državni regulatorni organi imaju teškoće da održe korak s rapidnim uvođenjem novih hemijskih komponenti. Tu je, nažalost, i korupcija, koju praktikuju moćne kompanije koje osvajaju tržište. U takvim okolnostima malo je verovatno da će eksterni troškovi korišćenja pesticida u potpunosti biti uvaženi.

Irigacija i resursi vode

Za ekspanziju poljoprivrednog outputa, širenje irigacije je podjednako važno kao i povećano korišćenje veštačkih đubriva. Irigacija povećava prinose i često omogućava višestruke



žetve u područjima koja su zavisna od sezonskih kiša. Međutim, kao i kod đubriva i pesticida, kratkoročne koristi od irigacije često izazivaju dugoročna oštećenja životne sredine.⁷

Zbog loše drenaže, voda od irigacije se taloži pod zemljom i na kraju plavi oranice. U tropskim područjima voda koja stiže do površine brzo isparava i ostavlja za sobom talog rastvorenih soli, što uzrokuje salinizaciju i alkalizaciju tla. Na taj način, salinizacija u mnogim krajevima sveta uništava milione hektara zemljišta. Irigacija, takođe, povećava opticaj đubriva i pesticida, što zagađuje lokalne površinske i podzemne vode.

Poljoprivredno zemljište koje najviše zavisi od irigacije često se nalazi baš u onim sušnim predelima gde postoji nedostatak izvora vode. To dovodi do prekomernog crpljenja podzemnih voda - podzemni rezervoari se ispumpavaju brže nego što prirodni ciklus vode može da ih napuni - što je klasičan primer problema resursa u zajedničkom vlasništvu. Nijedan farmer ne pokazuje inicijativu da ograniči korišćenje vode. Kao rezultat toga, poljoprivredni regioni koji su trenutno produktivni suočiće se u budućnosti sa nedostatkom vode, jer će se podzemni rezervoari vode iscrpiti.

Ispumpavanje vode iz reka u sušnim predelima može biti višestruko štetno. Aralsko more u bivšem Sovjetskom Savezu možda je najgori slučaj težnje za prekomernom irigacijom. To potpuno zatvoreno more se isušuje iz reka koje se u njega ulivaju (prvenstveno za proizvodnju pamuka).

Ograničenja izvora vode mogu biti velika prepreka budućoj poljoprivrednoj ekspanziji u velikim regionima sveta. Na irigaciju odlazi 65% ukupnog ispumpavanja vode širom sveta i više od 80% u zemljama u razvoju. Veći deo Kine i Indijskog potkontinenta približili su se granici svojih raspoloživih zaliha vode, a urbana, odnosno industrijska potrošnja vode neprekidno raste. Veći deo Afrike sačinjen je od sušnih ili polusušnih regiona, kao i veći deo zapadne i centralne Azije i zapadnih delova SAD-a.

Korišćenje antibiotika

U borbi za profit farmeri aktivno koriste antibiotike. Oni pomažu u smanjenju smrtnosti stoke i u stimulaciji ubrzanog rasta životinja. Prema časopisu *Scientific American* u SAD-u farme su jedan od najvećih izvora superbakterija. Antibiotici koji se koriste na farmama mogu u početku biti efikasni, ali ovo relativno zatvoreno okruženje postaje „bazen“ u kom se razvijaju bakterije izuzetno otporne na lekove. Mutirani mikroorganizmi, na taj način, ugrožavaju čoveka. Superbakterija, naime, kroz evoluciju razvija otpornost na antibiotike.

⁷ Pre tri veka trećina površina Vojvodine činile su bare, močvare i ritovi. Bilo je dosta i šuma. Izgradnjom hidromeliracionog kanala DTD, zemljište je isušeno (sada 85% teritorije Pokrajine čini poljoprivredno zemljište). Šume zauzimaju samo 7% teritorije, što je najmanje u Srbiji. Stvaranjem ogromnih poljoprivrednih površina, primerenih upotrebi velikih i snažnih mašina, nestali su salaši, međe, živići i zakorovljene površine koje su bile staništa za mnoge ptice gnezdilice.



Negativne efekte po životnu sredinu ostavlja, dakle, stočarska proizvodnja, zagađujući zemljište, vazduh i vodu.⁸ Pored toga, negativne posledice ostavljaju stimulatívne materije koje se dodaju u ishrani domaćih životinja. Koriste se u cilju poboljšanja iskorišćavanja hrane, stimulanja rasta mladih grla, ubrzavanja tova, poboljšavanja mlečne sekrecije i konzumiranja hrane, kao i preventivnog i lekovitog dejstva. Biljne boje ksantofili i karotinoidi dodaju se hrani za živinu, da bi meso i jaja imali odgovarajuću boju. Stimulatívne efekte na rast i iskorišćavanje hrane ima znatan broj materija: bakar-sulfat, arsenova jedinjenja, antibiotici, stilbestrol, preparati mlečnokiselinskih bakterija i druge. Od lekova se najčešće hrani dodaju kokcidiostatici i antihelmintici. Aromatične materije se dodaju radi boljeg konzumiranja hrane. Za očuvanje masti u hrani od užeglosti dodaju se antioksidansi (BHT, vitamin E, rinolin i dr.). Za potpunije emulgovanje masti dodaju se emulganti (lecitin i dr.).

GM hrana kao kontroverzna tehnologija

Milioni hektara u SAD-u i širom sveta kultivisano je genetski modifikovanim (GM) usevima. S tim u vezi, došlo je do oštre podele na zagovornike i protivnike upotrebe GMO. Zagovornici ističu da primena biotehnologije u poljoprivredi ima veliki potencijal da rastućoj svetskoj populaciji obezbedi hranu koja je bezopasna, hranljiva, otporna na štetočine, prilagodljiva i daje velike prinose. To bi, navodno, pomoglo ne samo da se prehrani rastuća populacija, već bi takođe smanjilo stopu pretvaranja prirodnih šuma u poljoprivredno zemljište. Protivnici tvrde da su prednosti korišćenja GMO znatno manje od ekoloških i zdravstvenih posledica i rizika. Genetički inženjering, naime, može da napravi katastrofalne posledice po životnu sredinu.

Klimatske promene

Antropogene klimatske promene već imaju veoma negativne posledice. Usled klimatskih promena najviše je ugrožena atmosfera, jer joj se menja sastav zbog nekontrolisanog sagorevanja fosilnih goriva. Povećani efekat „staklene bašte“ doveo je do porasta srednje globalne temperature vazduha od 0,3°C do 0,6°C u odnosu na predindustrijski period, dok je poslednja decenija prošlog veka najtoplija od kada postoje merenja temperature. Porast temperature uzrokuje topljenje ledenog pokrivača i dovodi do porasta nivoa mora, dok na

⁸ Pored ugljen-dioksida, kao najveći uzročnik globalnog zagrevanja sve više se pominje metan, gas bez boje i mirisa, koji vezuje za sebe veće količine toplote. Nakon 2014. godine primećeno je ubrzano povećanje metana u atmosferi (čak 10 puta u odnosu na prethodni period). Postojeća ispitivanja pokazuju da u stvaranju metana industrija učestvuje sa 38%, transport sa 21%, a poljoprivreda sa 10%. U okviru toga govedarska proizvodnja učestvuje čak sa 50%. Preko 95% gasa goveda ispuštaju podrigivanjem (prema: "Poljoprivrednik", Novi Sad, 13.XI 2020., str. 23).



kopnu dolazi do pomeranja granica temperaturnog i padavinskog režima. Postoje indikacije da će nastavak dosadašnjih stihijskih antropogenih uticaja u 21. veku proizvesti dramatične uticaje na globalnu privredu, društvo i čovekovu okolinu. Najneposrednija manifestacija promena jeste, dakle, porast temperatura. Zagrevanje je sveopšte i obuhvata gotovo celu površinu Zemlje - i kopno i okeane. Povećanje prosečne globalne temperature prati sve veća učestalost ekstremnih toplotnih talasa.⁹ To ima i imaće višestruke negativne efekte: to će npr. delovati na proizvodnju hrane. Usevi će, po svoj prilici, biti izloženi temperaturnim stresovima. Pri višim temperaturama može da dođe do smanjenja prinosa ratarskih kultura. Klimatske promene ugrožavaju vlažnost vazduha, što sa svoje strane ugrožava produktivnost useva. Zagrevanje će biti praćeno i promenama u obrascima regionalnih globalnih padavina. Problemi sa velikim padavinama mogli bi da budu zahvaćeni većim poplavama i ekstremnim tropskim olujama.¹⁰ Klimatske promene će uticati i utiču na zdravlje stoke, tj. dovode do porasta bolesti životinja.

Problemi zdravstvene bezbednosti hrane

Pođe li se od navedenih i drugih negativnih efekata konvencionalne proizvodnje hrane, očito je da postoje brojne opasnosti različitog tipa i porekla koje mogu ući u lanac hrane (od njive do trpeze) i učiniti namirnicu potencijalno štetnom za konzumiranje, što otvara problem bezbednosti hrane. Opasnost je biološka, hemijska ili fizička materija u namirnici ili stanje namirnice koje može uzrokovati štetne posledice po ljudsko zdravlje (Videti: Havranek, Jasmina i sar.: "Sigurnost hrane - od polja do stola").

Pored ovih opasnosti rizik predstavljaju i hemijski kontaminanti: teški metali, industrijski zagađivači, lekovi i mikotoksini. U hemijske kontaminante spadaju i sredstva za zaštitu bilja.

Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije u industrijski razvijenim zemljama učestalost trovanja ljudi hranom zadnjih desetak godina je između 10 i 15 procenata godišnje. Istovremeno se učestalost trovanja mlekom i mlečnim proizvodima procenjuje na približno pet odsto godišnje. Istraživanja sprovedena u 11 evropskih zemalja potvrdila su da godišnje na 100.000 stanovnika njih 30.000 boluje od gastrointestinalnih infekcija uzrokovanih biološkom kontaminacijom hrane. Podaci za SAD pokazuju da se hranom godišnje otruje približno 76 miliona ljudi. Od tog broja prosečno 325.000 njih završi u bolnici, a za 5.000 ljudi trovanje hranom se završava smrću.¹¹

⁹ Širom sveta, u periodu od 1960. Do 2020. godine prosečna temperatura vazduha povećala se za preko jedan stepen Celzijusa. Iz godine u godinu svedoci smo postavljanja novih temperaturnih rekorda. Visoke temperature dovode do bržeg otapanja leda na Arktiku, što dovodi do većeg oticanja vode u okean i utiče na porast nivoa mora ("Dnevnik", Novi Sad, 28.VI 2020, str 12.)

¹⁰ Kada je reč o poplavama, Srbija je 2014. godine platila visok ceh klimatskim promenama. Uzmu li se u obzir suše i ostale nepogode koju je Srbija platila od 2000. godine na ovamo iznosi preko 7 milijardi evra. (Prema "Politika". Beograd, 1.XI 2021., str.19)

¹¹ Prema: "Dnevnik", Novi Sad, 29. X 2016., str. 24



Oko 4,5 milijarde ljudi u zemljama u razvoju svake godine je izloženo aflatoksinima. Prema novom izveštaju Programa UN za životnu sredinu, Evropa će takođe biti pogođena rastućom količinom aflatoksina u lokalnim usevima ako globalna temperatura naraste, usled klimatskih promena, kako se predviđa (za dva stepena Celzijusa). U izveštaju se ističu usevi za koje se smatra da akumuliraju previše nitrata u stresnim periodima - kukuruz, pšenica, ječam, soja, proso i šećerna trska. Ako su nakon dužih perioda suše izloženi velikim količinama kiše, neki usevi otpuštaju veoma otrovan plin - cijanovodonik, poznatiji kao pruska kiselina. Čak i kratkotrajna izloženost ovom otrovu može biti štetna, jer sprečava dotok kiseonika u organizmu. Biljke poput manioke, lana, kukuruza i šećerne trske najranjivije su pred opasnom akumulacijom ovog otrova koji oštećuje jetru čoveka, izaziva rak i slepoću i dovodi do smetnji u razvoju fetusa i dece. Keniju je 2004. pogodio niz teških slučajeva trovanja aflatoksinima, pri čemu se više od 300 ljudi razbolelo, a 100 ljudi umrlo nakon duge suše.

U izveštaju Svetske zdravstvene organizacije predlažu se ideje koje farmeri i poljoprivredni stručnjaci mogu da usvoje kako bi pokušali da smanje štetan uticaj toksina, poput mapiranja kontaminiranih područja. Naučnici predlažu i razvijanje useva za ekstremne vremenske uslove kojim bi se smanjila količina toksičnih hemikalija u hrani, a svetski agrarni istraživači već rade na razvijanju takvog semena.

Razumevanje svih tih opasnosti temelj je za razvoj HACCP sistema i analize opasnosti. Timovi za razvoj novih proizvoda, menadžeri na području bezbednosti hrane, te HACCP timovi, moraju voditi računa o potencijalnim opasnostima pri razvoju novih proizvoda i proizvodnih procesa, te pri sprovođenju analize rizika, kako bi se mogle odrediti odgovarajuće korektivne mere. Sledljivost hrane, uz sigurnost, sezonska svojstva i nutritivnu vrednost, te društvenu prihvatljivost (način držanja, dobrobit životinja, način usmrćivanja životinja, očuvanje životne sredine i dr.) jedna je od važnih kvalitativnih karakteristika prehrambenih proizvoda. Sledljivost predstavlja mogućnost ulaženja u trag prehrambenim proizvodima kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije, životinjama koje se koriste za proizvodnju namirnica, krmivu kojim se životinje hrane, te materijama koje se direktno ili indirektno ugrađuju u namirnice.

Pored toga, važna je veterinarsko-sanitarna kontrola namirnica animalnog porekla. Reč je o zaštiti i kontroli zdravlja i dobrobiti životinja, suzbijanju zoonoze, osiguranju zdravstveno ispravnih i neškodljivih proizvoda životinjskog porekla, te drugih poslova veterinarskog javnog zdravstva, unapređenju reprodukcije životinja i veterinarske zaštite životne sredine.

Kada je u pitanju bezbednost hrane, posebnu pažnju treba obratiti na kontaminante hrane. To su različita hemijska jedinjenja koja unosom u organizam ljudi i životinja (gutanjem, putem udisaja ili preko kože) mogu prouzrokovati trovanje.

Izvori kontaminacije hrane mogu biti različiti, počev od mikroorganizama koji nastaju u procesu njenog kvarenja, putem plesni, bakterija, gljiva i virusa, koji su najčešći i kvantitativno najvažniji faktor kvarenja hrane i predstavljaju biološke faktore, preko hemijskih agenasa koji se



moгу naći u hrani (različiti neorganski i organski kontaminanti poput pesticida, i različitih dodataka hrani - aditiva, konzervanasa, veštačkih boja i aroma, hormona, antibiotika).

Mnogo je supstanci koje kontaminiraju hranu. Zato postoji veći broj mogućih podela. Prednjači podela na osnovu načina njihovog dospevanja u hranu. Tako se toksične materije prisutne u hrani dele na:¹²

- toksine prirodnog porekla - mikotoksini, odnosno toksini plesni; toksini prisutni u biljkama (biljnog porekla) i u životinjama (animalnog porekla);
- kontaminante nastale tokom procesa proizvodnje hrane, obrade ili čuvanja;
- kontaminante nastale iz materijala i predmeta koji dolaze u dodir sa hranom;
- kontaminante poreklom iz životne sredine.

Veoma velika grupa kontaminanata su pesticidi i veštačka đubriva, koji dospevaju u lanac ishrane putem tretmana zemljišta i biljnih kultura tokom njihove proizvodnje. Široko su u upotrebi, gotovo u svakoj poljoprivrednoj proizvodnji. Veliki broj jedinjenja iz ove grupe i kod niskih koncentracija, kakve se najčešće detektuju, nose rizik po zdravlje, izazivajući hronične negativne posledice i povećanu verovatnoću pojave kancera. Sadržaj pesticida u hrani se najčešće ne može smanjiti posebnim načinom njihove obrade, izuzev pranja i ljuštenja. Pesticidi se ne smeju naći u namirnicama iz organske proizvodnje.

Dodaci stočnoj hrani, poput hormona i antibiotika, mogu se kao rezidue naći u hrani životinjskog porekla. Njihovo prisustvo, zavisno od količine, može da izazove razne alergije, upale, crevne bolesti, trovanja i karcinom. Zato je 2006. godine u zemljama Evropske unije zabranjena upotreba hormona kao promotora rasta, dok druge zemlje, poput SAD-a i dalje zakonom dozvoljavaju njihovu upotrebu.

Kontaminanata hrane je, dakle, puno, različitog porekla, razni su i načini i put dospevanja u lanac ishrane, kao i rizici koje nose po zdravlje ljudi. Njihova kontrolisana upotreba kroz strogi nadzor industrijske proizvodnje, kao i proveru uslova pakovanja, upotrebe odgovarajuće ambalaže, načina skladištenja i transporta su jedini put za sprečavanje i smanjenje njihovog rizika po zdravlje ljudi. Povećanje broja laboratorijskih ispitivanja ispravnosti namirnica pre ulaska na tržište hrane, usklađivanje propisa i zakona pojedinih zemalja sa ostalim članicama EU i van nje, promovisanje prednosti organske proizvodnje hrane i smanjenje emisije raznih toksičnih jedinjenja iz tehnosfere u ekosistem su načini obezbeđenja uslova za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane.

Važno je, stoga, adekvatno zakonodavstvo u vezi sa hranom. U Evropskoj uniji prehrambena industrija je, posle automobilske i hemijske industrije, treća grana po snazi zakonske regulative. U početku je regulacija prehrambenog sektora poticala iz potreba dobrog

¹² Prema: D. Mitić, M. Pucarević : Kvalitet hrane, "Poljoprivrednik", Novi Sad, 5.II 2021, str. 11.



regulisanja unutrašnjeg tržišta, a potom se nastavila i zbog zaštite zdravlja potrošača. Usaglašenom međunarodnom pravnom regulativom omogućuje se postavljanje zajedničkih standarda za međunarodnu trgovinu hranom, te time i za sigurnost i poverenje u hranu koju nalazimo na tržištu, bez obzira na zemlju i mesto proizvodnje. Srbija je donela Zakon o zdravstvenoj bezbednosti hrane, po ugledu na EU, ali je problem u njegovom nedoslednom sprovođenju.

Da bi se zaštitilo zdravlje potrošača, pored navedenog, potreban je odgovarajući alat koji onemogućava zastupljenost raznih materija u hrani. Alat koji obezbeđuje potpunu (sistemsku) i dugoročnu koncepciju bezbednosti hrane čine: dobra proizvođačka praksa (GMP); dobra poljoprivredna praksa (GAP); dobra distributivna praksa (GDP); dobra higijenska praksa (GHP); HACCP i analiza rizika. To su ujedno i strategije kontrole opasnosti koje treba da deluju na operativnom nivou. Standardi u vezi sa bezbednosti hrane navedeni su u opštem zakonu o hrani, odnosno Uredbi 178/2002 Evropskog parlamenta i Saveta od 2002. godine.

Takođe, postoji i set uredbi nazvan Higijenski paket (Uredbe 852/2004/E3, 853/2004/E3, 854/2004/E3, 882/2004/E3), kao i pravni propisi EU koji regulišu specifične oblasti hrane i hrane za životinje, kao što su ishrana životinja (uključujući mediciniranu hranu), higijena hrane i hrane za životinje, zoonoze, sporedni životinjski produkti, ostaci, zagađivači, kontrola i iskorenjivanje bolesti životinja koje mogu da utiču na javno zdravlje, označavanje hrane i hrane za životinje, aditivi za hranu i hranu za životinje, vitamini, minerali, soli, materijal koji dolazi u kontakt sa hranom, voda za piće, nova hrana, genetski modifikovani organizmi.

Pored standarda za bezbednost hrane, koji su predviđeni gore navedenim propisima EU, oblast bezbednosti hrane treba proširiti pravilima i principima Sporazuma o primeni sanitarnih i fitosanitarnih mera (SPS), Sporazuma o tehničkim barijerama (OIE), Kodeksom alimentarijusom Komisije za međunarodne standarde za hranu i Međunarodnom konvencijom za zaštitu zdravlja bilja (IPPC) u okviru Svetske trgovinske organizacije, u čije članstvo Srbija treba da bude primljena.

Svetska zdravstvena organizacija definiše pristup bezbednosti hrane kao zajedničku odgovornost vlade, prehrambene industrije, potrošača i nauke. Iz toga se vidi da je koncepcija sistema bezbednosti hrane vrlo složena i odgovorna jer je reč o hrani koja za modernog čoveka mora i treba postati "lek, a ne otrov".

Kada su poljoprivreda i proizvodnja hrane u pitanju, nužan je, dakle, sistem održive poljoprivrede, koji treba da proizvede stabilan nivo outputa bez degradacije životne sredine. To znači da metodi poljoprivredne proizvodnje moraju postati ekološki razumni. To nadalje podrazumeva tzv. pametan rast i ekološku (zelenu) ekonomiju. Za realizaciju koncepta održive poljoprivrede neophodne su politike za održivu poljoprivredu. Jedna od takvih politika treba da podstakne, stimuliše i podrži razvoj organske poljoprivrede, koja je najbolji predstavnik novog koncepta održive poljoprivrede, kao i primene novih tehnologija u poljoprivredi, ali i garant zdravstveno bezbedne hrane. Organska proizvodnja hrane je, kod nas, na žalost, na relativno



niskom nivou (na 19.200 ha, od čega svega 300 ha pod povrćem). Nužne su podsticajne i stimulatívne mere agrarne politike za razvoj organske poljoprivrede.

Umesto zaključka: Nužnost promena - ka održivom razvoju

Prema proceni organizacije FAO, trend rasta ljudske populacije i njenih potreba u pogledu hrane je takav da se do 2050. godine poljoprivredna proizvodnja mora povećati za oko 60%. Pri tom, težnja ka maksimalnim prinosima, po svaku cenu, pre ili kasnije će nam ispostaviti račun, koji svi zajedno (i potrošači i proizvođači) nećemo moći da platimo. Živimo u vremenu uočljivih i teško popravljivih promena u životnoj sredini, koje su posledica neumerenih aktivnosti čoveka.¹³ Svi mi snosimo odgovornost kakav svet ostavljamo u nasledstvo potomcima.

Nužne su promene u pravcu nove razvojne paradigme. U tom procesu važnu ulogu treba da ima nauka, posebno ekonomska nauka.

Ekonomija je nauka i struka koja je odigrala i igra ogromnu ulogu u razvoju proizvodnih snaga društva. Otuda joj se ne slučajno dodeljuje Nobelova nagrada za doprinos razvoju od 1968. godine. Ekonomija je, međutim, takođe odgovorna za dosadašnji neodrživi rast i razvoj. Ekonomija je, naime, izrodila *homo ekonomikusa* koji je u svojoj nekontrolisanoj pohlepi i trci za profitom doveo do nemilosrdnog raubovanja prirodnog kapitala, što je kulminiralo razornim klimatskim promenama. Potom je doveo do nepodnošljivih nejednakosti u društvu, problema socijalnog siromaštva, problema poljoprivrede i hrane, migracija, i mnogih drugih problema koji su ostavili i ostavljaju zabrinjavajuće posledice. Otuda se pred ekonomijom postavlja kao imperativ: nužnost realizacije koncepta održivog razvoja. Ekonomska nauka je već preuzela taj istorijski zadatak: kroz koncept tzv. nove ekonomije sve više se teži ostvarenju toga cilja. Važan segment nove ekonomije je zelena ekonomija, koja treba da obezbedi koncept održive poljoprivredne proizvodnje, nasuprot (do)sadašnjem konceptu neodrživog razvoja. Održivost podrazumeva nužnost da se u intenzivnoj biljnoj i stočarskoj proizvodnji zaštiti životna sredina, sačuvaju korisni organizmi i prirodna ravnoteža u eko-sistemu, kao najvažniji preduslovi održive poljoprivrede. Prelazak na "zelene" izvore energije, poput sunca, vetra i vode, više nije pitanje izbora, već uslov opstanka.

Važan aspekt neodrživog razvoja poljoprivrede i proizvodnje hrane je problem poljoprivrednog zemljišta. Poljoprivredno zemljište je, naime, jedan od najvažnijih prirodnih resursa i neprocenjivo je dobro celog čovečanstva. To je ograničeno i uništivo dobro. Od 2015. godine, koju su Ujedinjene nacije proglasile za godinu zemljišta, ono je proglašeno za neobnovljiv resurs. Zemljište je dinamičan sistem, koji se stalno menja, uz stalnu razmenu materije i energije sa geosferom koja ga okružuje. Na zemljištu se proizvodi hrana za čoveka,

¹³ Rizici tehnonauke: klimatske promene, masovno izumiranje bioloških vrsta, nuklearni i hemijski otpad, nove bolesti itd. (Prema: Slijepčević, P., „Svetac i grešnik. Kako zloupotrebljavamo nauku i budućnost čovečanstva“).



posredno ili neposredno, prečišćava i obavlja detoksikacija vode, obezbeđuje neophodan životni prostor za čoveka, životinje i biljke, na njemu se podižu kuće, fabrike i drugi infrastrukturni objekti. Zbog toga moramo čuvati zemljište od erozije i degradacije, od njegovog neracionalnog i nedomaćinskog korišćenja. Potrebno je očuvati plodnost zemljišta, kao što je zaštita od eolske i vodene erozije, usvajanje i sprečavanje ispiranja hraniva povećanjem sadržaja organske materije i drugim agrotehničkim merama agronomске nauke.¹⁴

Važan faktor kvaliteta poljoprivrednog zemljišta je plodored kao agrotehnička mera ratarske proizvodnje. Reč je o planskom, organizovanom iskorišćavanju vegetacione sredine, gajenjem biljnih kultura jednim određenim redosledom, kako u vremenu, tako i u prostoru. U vremenskom smislu to je smenjivanje useva (plodosmena) iz jedne godine u drugu, a u prostornom smislu to je smenjivanje polja (poljosmena), tj. gajenje jedne biljne vrste uvek na drugom polju. Biljne vrste se, naime, rotiraju, čime se dugoročno čuva kvalitet zemljišta.

Organizacija za hranu i poljoprivredu UN-FAO procenjuje da biljne bolesti i štetočine uzrokuju štete na gotovo 40% useva i zasada širom sveta. Treba imati u vidu da postoji mogućnost da dođe do intenzivnog širenja biljnih bolesti, posebno onih koje prouzrokuju štetni organizmi, za koje fitomedicina još uvek nije našla druga rešenje osim prevencije.

Evropska unija ima (od 1991.) zajednička pravila o odobravanju i primeni sredstava za zaštitu bilja, a pre toga države članice treba da primenjuju svoja pravila. Sva sredstva za zaštitu bilja moraju, naime, proći postupak odobrenja. Prvo, Evropska komisija odobrava aktivne materije, pa tek nakon toga može odobriti komercijalne oblike sredstava za zaštitu bilja koji ih sadrže. U merilima EU za odobravanje navedeno je da sredstva za zaštitu bilja ne smeju imati nikakve štetne efekte na zdravlje ljudi ili korisne organizme, kao ni neprihvatljive efekte na okolinu.¹⁵

Zemljište moramo koristiti razumno i čuvati najbolje moguće, jer od njega zavisi kvalitet hrane, vazduha, pijaće vode, podzemnih voda i stanje biodiverziteta. Pošumljavanje je jedan od načina da sačuvamo zemljište, sprečimo njegovo devastiranje i pretvaranje u neplodna područja, i tako istovremeno sačuvamo vazduh, biodiverzitet, i samog čoveka.

¹⁴ S tim u vezi veoma je značajan projekat EU pod nazivom "Best 4 Soil", kojim se stvara mreža u Evropi promovišući primenu četiri najbolje mere: upotrebu komposta, zelenišnog đubriva, anaerobne dezinfekcije i (bio) solarizacije, za suzbijanje prouzrokovala biljnih bolesti koje se prenose zemljištem. Projekat se realizuje u 20 zemalja: Austrija, Bugarska, Kipar, Češka, Danska, Estonija, Francuska, Nemačka, Mađarska, Irska, Italija, Letonija, Litvanija, Holandija, Poljska, Srbija, Slovačka, Španija, Švajcarska i V. Britanija (Prema: "Poljoprivrednik", Dnevnik, Novi Sad, 1.V 2020, str. 3)

¹⁵ Veoma su značajne i zakonske uredbe koje se odnose na primenu sredstava za zaštitu bilja, kojima se uvode principi održive, odnosno odgovorne i bezbedonosne upotrebe sredstava za zaštitu bilja. Između ostalog, predviđene su obavezujuće obuke i sertifikacija korisnika pesticida, kao i kontrolno testiranje uređaja za primenu pesticida. Na ovaj način se sprečava neadekvatno korišćenje sredstava za zaštitu bilja. Za primenu ovih odredbi predviđen je rok do 1. I 2022. godine (Prema: "Poljoprivrednik", Novi Sad, br.2709/8., januar 2021, str. 9).



Nužno je uspostaviti optimalnu strukturu poljoprivredne proizvodnje, koja je u Srbiji ozbiljno narušena. U Srbiji je, naime, više razvijena biljna nego stočarska proizvodnja u poređenju sa drugim zemljama Evrope, što umanjuje intenzivnost poljoprivredne proizvodnje. Podsticaji države preko subvencija, regresa, premija i zaštite domaće proizvodnje mogu da utiču na strukturu poljoprivredne proizvodnje. Pored podsticaja države na strukturu utiču i prirodni uslovi, tržište, cene, ekonomski uslovi, raspoloživa sredstva i radna snaga. Merama agrarne politike treba voditi računa o strukturi poljoprivredne proizvodnje.

Drastičan pad stočarske proizvodnje u Srbiji ima višestruke negativne posledice po poljoprivredno-prehrambeni sektor. Pored smanjenja izvoza mesa i mesnih prerađevina, smanjenje stočnog fonda dovelo je do smanjenja proizvodnje stajnjaka. To se negativno odražava na sadržaj humusa u poljoprivrednom zemljištu, što je ograničavajući faktor razvoja biljne proizvodnje.¹⁶

Ukrupnjavanje poljoprivrednog zemljišta je jedan od važnih problema, kojim se dugoročno bavi agrarna politika EU, dok se u Srbiji ovim problemom nedovoljno bavi. Problem je posebno izražen na jugu i jugoistoku Srbije, gde se nalazi najveći broj malih i rascepanih parcela prosečne veličine 0,15 ha, koje su najčešće zapuštene i ne obrađuju se. Lokalne samouprave nemaju zakonsku snagu niti rešenje kako da motivišu vlasnike tih parcela da pristanu na komasaciju i na taj način povećaju efikasnost korišćenja poljoprivrednog zemljišta. Zbog toga je potrebno doneti novi zakon o ukрупnjavanju poljoprivrednih površina, po ugledu na agrarno zakonodavstvo EU.

Pored nepovoljne strukture, poljoprivredu Srbije karakteriše i nerazvijenost prehrambeno-prerađivačkog sektora, što je suprotno od evropskog modela poljoprivrede. Prodaja sirovina umesto prerađenih proizvoda jedna je od ključnih tačaka zaostajanja agrara. Na to se nadovezuje i preovlađujući mali posed, nizak udeo stočarstva u strukturi poljoprivrede, nepovoljan položaj poljoprivrede u privrednoj strukturi, itd. Zbog svega toga, kao i zbog neadekvatne agrarne politike, vrednost ukupne poljoprivredne proizvodnje u Srbiji ne prelazi 5,5 milijardi dolara (2019. godine). S obzirom na bogatstvo i neiskorišćenost prirodnih resursa, ta vrednost može biti višestruko veća.¹⁷ Da bi se to ostvarilo neophodno je obezbediti stabilnost i postojanost agrarnog budžeta, adekvatne cene, održivost upravljanja resursima (pre svega zemljištem), kao i agrotehničke uslove za proizvodnju i zaštitu životne sredine. Veliki izazov su i klimatske promene, sa kojima se treba uhvatiti u koštac.

¹⁶ Agrarni stručnjaci predlažu da se svake četvrte godine u njive unosi oko 40 tona stajnjaka. Osnovni razlog je intenzivirana proizvodnja i pojačano iscrpljivanje hranljivih materija iz zemljišta.

¹⁷ Od 35 pregovaračkih poglavlja EU, tri se odnose na oblast poljoprivrede i ruralnog razvoja, bezbednost hrane, veterinarsku i fitosanitarnu politiku i ribarstvo. Kada je u pitanju Srbija, još se nisu stekli uslovi da se o njima detaljnije pregovara i poglavlja budu otvorena (Prema: "Poljoprivrednik", Novi Sad, 24. VII 2020, str. 3).



Kada su u pitanju klimatske promene, nužno je globalne i nacionalne politike prilagođavati klimatskim promenama.¹⁸ Osnovne aktivnosti države u prilagođavanju klimatskim promenama treba da budu usmerene na tehnološke, upravljačke, političke i obrazovne aktivnosti. Reč je prvenstveno o potrebi da se na klimatske promene odgovori novim tehnologijama u aktivnostima mnogih privrednih grana, posebno poljoprivrede.

Ključno pitanje daljeg društveno-ekonomskog razvoja, jeste, dakle, pitanje novog koncepta ekonomije, novih obrazaca nove razvojne strategije, čije se konkurentske prednosti zasnivaju na održivom razvoju, poslovnom moralu, slobodnom tržištu, pravnoj državi, znanju, inovacijama, informacijama, preduzetništvu i kreativnosti. Reč je, pre svega, o tzv. zelenom poslovanju, kao i konceptu cirkularne ekonomije, koji su u skladu sa nužnošću održivog razvoja. Osim aktivnosti usmerenih na stvaranje profita ono podrazumeva i brigu za prirodnu okolinu i društvenu zajednicu. Naglasak ekološkog poslovanja treba, naime, da bude stavljen na zaštitu životne sredine, kako bi se negativan učinak na životnu sredinu sveo na minimum. Evropska unija u dokumentu "Zeleni dogovor" ističe značaj zelene ekonomije.

Zelena ekonomija je jedan od najperspektivnijih globalnih razvojnih koncepata, koji smanjuje rizike po životnu sredinu, što dalje pozitivno utiče na vazduh, vodu i zemljište, tj. hranu (kvalitet i zdravstvenu bezbednost), što je u funkciji opšte dobrobiti. A kada se to poveže sa prirodnim lepotama Srbije i njenim turističkim i agrarnim potencijalima - to je onda višestruki dobitak, pa i ekonomski. Zelena ekonomija se najbolje ogleda u konceptu organske (ili integralne) poljoprivrede, koja potiskuje do sada preovlađujuću koncepciju industrijske (intenzivne), konvencionalne poljoprivrede.

Strategija EU "Od farme do trpeze" u okviru "Zelenog dogovora" ističe da "hrana mora ostati bezbedna, nutritivna i visokog kvaliteta". Mora biti proizvedena sa minimumom uticaja na prirodu. S tim u vezi posebno mesto i ulogu zauzima organska proizvodnja hrane.

Organska poljoprivreda je sistem proizvodnje koji ne dozvoljava ili znatno isključuje primenu sintetičkih mineralnih đubriva, regulatora rasta i aditiva za stočnu hranu. U najvećoj mogućoj meri sistem organske proizvodnje zavisi od plodoreda, biljnih ostataka, stajnjaka, leguminoza, zelenišnog đubriva, organskih otpadnih materija izvan farme, mehaničke obrade zemljišta, mera biološke borbe protiv štetočina, s ciljem održavanja plodnosti zemljišta i oraničnog sloja, obezbeđenja hranljivih materija potrebnih biljkama i suzbijanja korova i štetočina. Cilj organske poljoprivrede je da se obezbedi aktivno očuvanje životne sredine i obezbedi kvalitetna, zdravstveno bezbedna hrana.

¹⁸ Sedamnaest od 18 najtoplijih godina zabeleženo je od početka 21. veka. Čak 11% svetske populacije trenutno je ranjivo na uticaje klimatskih promena, kao što su suše, poplave, toplotni talasi, ekstremne vremenske nepogode i porast nivoa mora. Planeta koja se zagreva ozbiljno pretili životu, zbog čega su nužne promene, kako bi se sprečila globalna katastrofa (Prema: "Politika", Beograd, 02 II 2020., str. 17).



Organska poljoprivreda u regionu se razvija i raste. Ovaj rast je brži u Sloveniji i Hrvatskoj (članicama EU), nešto je sporiji u ostalim zemljama bivše Jugoslavije, uključujući i Srbiju. Brzina i obim rasta ove proizvodnje u svim državama u direktnoj je vezi sa podrškom koju dobija na svim nivoima upravljanja.¹⁹ Tako, na primer, u Sloveniji organski proizvođači, ali i sama organska proizvodnja, imaju bolji status.²⁰ Pri tom, organska stočarska proizvodnja je mnogo zahtevnija od klasične. Da bi se neko, naime, bavio organskim stočarstvom mora da zadovolji stroge zahteve ishrane, nege, zdravstvene zaštite i uslove držanja životinja. Koliko je sve to teško ispuniti govori i činjenica da uprkos dobrim podsticajima, koji su za organsku stočarsku proizvodnju 40% veći u poređenju sa konvencionalnom, ovih proizvođača kod nas nema mnogo, iako se površine povećavaju već četvrtu godinu zaredom.²¹

Od 2010. do 2018. godine površine na kojima se uzgajaju organski proizvodi povećane su u Srbiji sa 5.800 ha na 19.200 ha, s tim što su one i veće jer nema zvaničnih podataka o površinama sa kojih se sakupljaju šumski plodovi (divlje jagodasto voće, pečurke i lekovito bilje). U ovom periodu značajno je poraslo interesovanje proizvođača za organsku proizvodnju, a očekuje se da će uz veće subvencije taj rast biti i veći.²² Pre jednu deceniju bilo ih je svega 137, a 2018. registrovano je oko 6.500 poljoprivrednih proizvođača, uključujući i kooperante. U 2019. godini vrednost izvoza organskih proizvoda iz Srbije dostigao je 29,7 miliona evra, što je 2,3 miliona više nego u 2018. godini. Najveća potražnja stranih kupaca već godinama je za smrznutim jagodastim voćem i jabukama. Najviše se gaji organsko voće, žitarice, industrijske biljke, stočna hrana, povrće, kao i lekovito i začinjeno aromatično bilje.²³

Na nužnosti promena insistira i Evropska unija (EU), koja je usvojila strateški dokument "Zeleni dogovor" ("Green Agreement"). Reč je o dugoročnom planu izgradnje novog modela privrednog i društvenog razvoja, koji u prvi plan stavlja zdravlje ljudi i životnu sredinu. Njegov suštinski deo je agrarna strategija "Od njive do trpeze", koja između ostalog predviđa smanjenje

¹⁹ U Sloveniji je veća tražnja organskih proizvoda od ponude, što je posledica i visokog nivoa svesti ljudi i važnosti zdrave hrane, kao i velike uloge države u podsticaju ove proizvodnje.

²⁰ U Sloveniji je najrazvijenije organsko stočarstvo, pa upravo iz tog razloga najviše organskih površina (čak 80%) zauzimaju livade i pašnjaci.

²¹ U 2019. godini organskom proizvodnjom u Srbiji se bavilo oko 6,3 hiljade proizvođača. Biljna proizvodnja odvijala se na više od 21 hiljade hektara. Značajno je povećana pčelarska i živinarska organska proizvodnja (objavila je organizacija "Serbia organica"). Ova proizvodnja podjednako je zastupljena u Vojvodini i regionu južne i istočne Srbije (sa nepunih 40%), dok je 20,2% organske biljne proizvodnje bilo u Šumadiji i zapadnoj Srbiji (Prema: "Dnevnik", Novi Sad, 12. II 2021., str. 5).

²² Subvencije u organskoj proizvodnji povećane su u Srbiji u 2020. godini za 400% i iznose 26.000,00 dinara po hektaru. Ovo je pet puta više od podrške koju dobijaju ratari i ostali proizvođači biljne hrane u konvencionalnoj proizvodnji (Prema: "Politika", Beograd, 13. V 2020, str. 10). Obim proizvodnje u 2019. godini u odnosu na 2018. porastao je za 10,4 %, s tim što je organsko stočarstvo slabije razvijeno („Poljoprivrednik“, Novi Sad, 16. X 2020, str. 9).

²³ Prema: "Poljoprivrednik", Novi Sad, 16. V 2020, str. 9.



upotrebe pesticida za 50%.²⁴ "Zeleni dogovor" predviđa smanjenje korišćenja mineralnih đubriva za 20%, pesticida za 50%, antibiotika u stočarstvu za 50%, kao i povećanje organske proizvodnje na 25% obradivih površina. Taj dokument nije obavezan, već predstavlja strateški dokument. Evropska agencija za bezbednost hrane (EFSA) objavljuje godišnji izveštaj o stanju na tržištu. Ovaj dokument daje detaljne informacije o ostacima pesticida koji se nalaze u hrani na tržištu Evropske unije.²⁵ Evropski parlament je oktobra 2021. usvojio strategiju "Od njive do trpeze" kojom je predviđeno da se do 2030. godine za 50% smanji upotreba pesticida i antibiotika u poljoprivredi, a za 25% povećaju površine pod ekološkim uzgojem. Strategija predviđa i izmenu evropskih propisa o označavanju porekla hrane, sadržaja, hranljivosti, metoda proizvodnje, oglašavanja i trajanja prehrambenih proizvoda.²⁶ Problem je, naime, što je sve više prevara u prehrambenim proizvodima.²⁷

Evropska komisija je, naime, 20. maja 2020. usvojila dve važne strategije. Jedna je posvećena biodiverzitetu ("Biodiverzitet") i ima za cilj da vrati prirodu u živote ljudi, a druga "Od njive do trpeze" se odnosi na poljoprivrednu proizvodnju i ima zadatak da izradi prihvatljiv prehrambeni sistem. Ove dve strategije se međusobno dopunjuju i združuju poljoprivrednike, prirodu, preduzeća i potrošače u zajedničkom zalaganju za konkurentno održivu poljoprivredu u budućnosti. Strategije su napravljene u skladu sa "Evropskim zelenim planom", a u njima se predstavljene ambiciozne mere i obaveze koje se odnose na sve zemlje članice. Ove mere i obaveze imaju za cilj da zaustave smanjenje biodiverziteta, ne samo u Evropi nego i u svetu, kao i da obezbede konkurentnu održivost, zdravstvenu zaštitu ljudi i planete, te egzistenciju svih aktera u vrednosnom lancu prehrambenih proizvoda.

U cilju razjašnjavanja novih ambicioznih mera, koje će u budućnosti morati da primenjuju poljoprivrednici, kao i drugi u prehrambenom lancu, 25. maja 2020. na vebinaru koji je organizovala Evropska komisija, predstavljen je okvir Zajedničke agrarne politike u narednih 10 godina. Da je neophodno stvoriti održiviji i ekološki prihvatljiviji sistem proizvodnje hrane videlo se za vreme pandemije korona-virusa (COVID 19).²⁸ "Prethodna dva meseca jasno smo rekli da je najvažnije da se obezbedi sigurnost u hrani, nutrijentima i javnom zdravlju, a sada

²⁴ Ekonomska komisija je zapretila svim članicama da će ih izvesti na sud ako budu nastavile da ignorišu pravila o upotrebi pesticida i dobrobiti životinja. Utvrđeno je da čak 23 članice ne ispunjavaju standarde iz direktive o pesticidima (Prema: "Politika", Beograd, 11. XI 2020, str. 2).

²⁵ Prema: „Politika“, Beograd, 59. IV 6465, str. 55.

²⁶ Prema: „Politika“, Beograd, 69. X 6465, str. 55

²⁷ Analize iz EU pokazuju da su zloupotrebama pogođeni proizvodi poput maslinovog ulja, ribe, organskih proizvoda, meda (Prema: "Politika", Beograd, 1. XI 2021, str. 12).

²⁸ Teško je prognozirati efekte Covid-19 dok se virus još uvek širi planetom. Do sada se, međutim, vidi koliki je značaj proizvodnje hrane za prehrambenu sigurnost. Pokazalo se, takođe, da je kao i u vreme svetske ekonomske krize iz 2018. godine, poljoprivreda otpornija na recesiju od drugih sektora privrede, poput usluga, automobilske industrije, itd. Zbog toga je neophodno da vlade i međunarodne finansijske institucije pomognu ovoj grani većim finansijskim sredstvima.



hrana mora biti u dovoljnoj količini dostupna svima. Primena novih strategija omogućiće da Evropska unija ide ka zdravijim i ekološki prihvatljivim sistemima obezbeđenja hrane do 2030. godine", rekao je između ostalog u svom govoru na webinaru tadašnji komesar za poljoprivredu Evropske unije Janoš Vojčehovski, koji je uz Stelu Kiriakidis, evropskog komesara za zdravlje i bezbednost hrane, predstavio okvirno novine i ciljeve strategija.²⁹

Strategija "Od njive do trpeze" doneće po svemu sudeći, značajne promene u načinu poljoprivredne proizvodnje. Tako je ovom strategijom predviđeno da se do 2030. smanji upotreba pesticida za 50%. Osim toga plan je da 2030. organska proizvodnja bude zastupljena čak na 25% obradivih površina. Cilj je da se i potrošači motivišu za kupovinu organskih proizvoda. Evropska unija ima i viziju da ove strategije postanu na neki način i globalni trend, koji će vremenom u praksi biti prihvaćen u čitavom svetu.

Po svemu sudeći, kako se moglo čuti na webinaru na kome su učestvovali i drugi predstavnici Evropske komisije iz resornih sektora koji se tiču primene ovh strategija, još uvek se precizno ne zna buduća zajednička agrarna politika kroz koju će se sprovoditi ove strategije. Zna se, na primer, da će i svaka država članica propisati mere u skladu sa Zajedničkom agrarnom politikom, ali i nacionalnim strategijama, međutim učesnici webinara nisu dali detaljnije odgovore na pitanja novinara u vezi zajedničke politike. Tako je ostalo nejasno šta zapravo znači smanjena primena pesticida za 50%, da li se to odnosi na količinu ili na tretiranu površinu, što svakako nije isto. Navedeno je i to da za sada ne postoji lista sa dozvoljenim hemijskim preparatima, ali da se zna šta više neće moći da se koristi, dok se još uvek traže zamenska sredstva i alternativna rešenja. Takođe je napomenuto da će u periodu tranzicije kroz zajedničku agrarnu politiku poljoprivrednicima biti na raspolaganju sredstva za nabavku savremenih tehnologija i korišćenje precizne poljoprivrede, kako bi se postigli zadati ciljevi.

Evropska unija će menjati i svoj odnos prema hrani koja se uvozi. Najverovatnije će ta hrana morati biti proizvedena na prihvatljiv (održiv) način, koji je, takođe, u skladu sa novim strategijama. Skrenuta je pažnja i na animiranje potrošača da kupuju lokalne proizvode što je i jedan od načina da se smanje troškovi transporta robe s jednog na drugi kraj Evrope.

Takođe se radi na novim programima i alatima za monitoring poljoprivredne proizvodnje, odnosno praćenja korišćenja inputa s akcentom na hemijska sredstva i mineralno đubrivo.³⁰

Pred poslanicima Evropske komisije nije nimalo lak zadatak jer moraju da nađu način da stvore balans između održive produktivne proizvodnje i fer odnosa na tržištu među proizvođačima hrane, kako onim u konvencionalnom tako i u organskom sistemu proizvodnje.

²⁹ Prema: "Poljoprivrednik", Dnevnik, Novi Sad, 29. V 2020, str. 2

³⁰ U EU je od januara 2020. zabranjena sva rutinska upotreba antibiotika na farmama. Antibiotici se, naime, koriste za lečenje bolesti životinja, ali se neki od njih u malim dozama preventivno daju životinjama kako bi se bolesti sprečile. U SAD-u su dozvoljene značajno veće količine antibiotika na farmama nego u Evropi. Problem je što bakterije koje vremenom mogu da budu otporne na antibiotike, mogu da zaraze ljude. ("Politika", Beograd, 1. VII 2020., str. 12).



Organska poljoprivreda može da bude okosnica razvoja ruralnih sredina. Ovo zbog toga što je svuda u svetu povećanja tražnja za zdravim, posebno organski proizvedenim namirnicama. Danska je, na primer, odlučila da u najskorije vreme sve svoje poljoprivredne površine stavi u službu organske proizvodnje. Rusija je za ovu namenu odvojila oko 4,5 miliona hektara, a sličan trend je u čitavom svetu, posebno Indiji, Kini, SAD, EU. Evropska unija je izgradila evropsku prehrambenu strategiju. Cilj je između ostalog da se znatno smanji upotreba pesticida i veštačkih đubriva u proizvodnji hrane.

Pandemija (Covid-19) je pojačala navedeni trend. Pandemija je, naime, probudila svest ljudi da se moraju brinuti o svom zdravlju i zdravlju planete. Ne sme se zaboraviti da je upravo način na koji se danas najčešće proizvodi hrana u velikoj meri doveo do zagađenja vode, vazduha i zemljišta. Najbolji način da se zaustavi ovaj i ovakav proces je usvajanje dobre prakse poljoprivredne proizvodnje, kao i cirkularne i zelene ekonomije (zelene poljoprivrede).

Zelena poljoprivreda predstavlja, dakle, koncept proizvodnje koja se odvija u skladu sa zaštitom životne sredine i razvoja ruralnih predela. To je u stvari zaokružen proces u kome se prirodi vraća ono što je od nje uzeto, a istovremeno podrazumeva multifunkcionalnost, odnosno uključivanje i drugih delatnosti u proces proizvodnje, prerade i plasmana hrane. Multifunkcionalnost se ogleda u razvoju obnovljivih izvora energije, energetske efikasnosti i zelene ekonomije. Energiju bi, naime, trebalo što više obezbeđivati preradom nusproizvoda iz poljoprivredne proizvodnje. Zeleni ostaci iz poljoprivrede treba da se upotrebe za proizvodnju toplotne ili električne energije.³¹ Istovremeno, poljoprivredni proizvođači treba da teže ka tome da svoje proizvode valorizuju nas svom gazdinstvu u okviru turističke ponude. Ono što ne uspeju prodati na ovaj način, treba da prerade i ponude kupcima u zemlji i inostranstvu. Povezivanje poljoprivrede i ruralnog turizma može da obezbedi značajan broj radnih mesta, a samim tim i da utiče na razvoj ovih sredina i popravljjanje demografske slike zemlje.

Kada govorimo o nužnosti promena mislimo na budućnost poljoprivrede. Pored navedenog, budućnost agrara vezana je, kao i kod ostalih privrednih delatnosti, za četvrtu industrijsku revoluciju. Nju karakteriše veliki proboj računara, interneta, senzora i pametnih uređaja, kako u svakodnevni život, tako i u poljoprivredu. Elektromagnetne sonde daju nam, naime, nove informacije o zemljištu, senzori nam koriste da pratimo vlažnost lista i količinu mineralnih materija, a sateliti i bespilotne letelice nam daju sveobuhvatan uvid u stanje useva.³²

Primenom naprednih metoda digitalnog učenja i veštačke inteligencije u mogućnosti smo da analiziramo ogromne skupove podataka i iz njih izvučemo nova znanja o poljoprivrednoj

³¹ Primer dobre prakse u Srbiji, s tim u vezi, je projekat "Upravljanje biljnim otpadom u kontekstu klimatskih promena". Plan je da se na površinu od 10.000 kvadratnih metara godišnje preradi oko 5.000 tona biootpada. Pri tom, biljni otpad treba da postane dragoceno organsko đubrivo (Prema: "Dnevnik, Novi Sad, 5. VIII 2020, str. 3)

³² Deo koncepta tzv. precizne poljoprivrede je precizno navodnjavanje. Ova vrsta navodnjavanja treba da obezbedi održivo korišćenje vode, što je sve značajniji faktor razvoja poljoprivrede, posebno u uslovima klimatskih promena. Očekuje se da će klimatske promene vršiti dodatni pritisak na povećanje potrošnje vodnih resursa (Prema: "Poljoprivrednik", Novi Sad, 21. VIII 2020., str. 18).



proizvodnji i razvoju useva. Ova znanja možemo dalje da koristimo da odgovorimo na praktična pitanja ključna za proizvodnju. U skladu sa konceptima precizne poljoprivrede možemo da dobijemo preporuke za đubrenje, navodnjavanje i primenu pesticida na metarskom nivou, čime štedimo resurse, smanjujemo rizike, povećavamo prinose i proizvodimo kvalitetnu hranu, što je u funkciji održivog razvoja poljoprivrede.

Zbog straha od nepovratnih klimatskih promena, proučavanje klime je postalo strateško pitanje. Klima je postala nauka u razvoju i u velikom broju zemalja su odluke zasnovane na klimatskim informacijama i prognozama. Zbog toga je borba protiv klimatskih promena postala predmet međunarodne konvencije, programa i projekata, koji predlažu i sprovode mere za očuvanje klime i čovekove okoline.

Sve to potvrđuje mudrost vrhunskih naučnika sa MIT-a (Masačusetskog instituta za tehnologiju) koji su još 70-ih godina prošlog veka u kultnoj knjizi "Granice rasta" dali savet čovečanstvu: "Ipak, čovek može da stvori društvo koje bi živelo beskrajno, ukoliko postavi granice sebi i proizvodnji materijalnih dobara, kako bi se postigla globalna ravnoteža".

Literatura

- Atali, Ž. Gijom, M. (1987): *Ekonomska nauka i problem čovekove sredine, antieconomika*. IEP, Beograd.
- Drašković, B. (1998): *Ekonomija prirodnog kapitala*. IEN, Beograd.
- Filipović, M., Vujošević, M. (2008): *Nova generacija evropskih dokumenata održivog razvoja, pouke za Srbiju*. CID, Ekonomski fakultet i IAUS, Beograd.
- Gorc, A. (1982): *Ekologija i politika*. Prosveta, Beograd.
- Haris, M.Dž. (2006): *Ekonomija životne sredine i prirodnih resursa: savremeni pristup*. Data status, Beograd.
- Havraneck, J. i saradnici: *Sigurnost hrane od polja do stola*. M.E.P.d.o.o., Zagreb, 2015.
- Karavidić, M., Dukić-Mijatović, M., Pejanović, R., Karavidić, S. (2021): *Obrazovanje za održivi razvoj*. Službeni glasnik, Beograd.
- Njegomir, V., Marović, B., Pejanović, R., Kuzmanović, B. (2017): *Klimatske promene i osiguranje poljoprivrede*. Princip Pres, Beograd.
- Pejanović, R., Njegovan, Z. (2011): *Principi ekonomije i agrarna politika*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Pejanović, R. (2013): *Ogledi iz agrarne i ruralne ekonomije*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Pejanović, R. (2010): *Uvod u metodologiju ekonomskih nauka*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Pejanović, R. (2016): O razvojnim problemima naše agroprivrede. *Stanje i perspektive agroprivrede u Srbiji, Zbornik radova*, Ekonomski fakultet, Beograd, 69-91.
- Pejanović, R. (2017): *Razvojni problem privrede i društva*. Akademska knjiga, Novi Sad.
- Pejanović, R. (2019): *Izazovi ekonomskog obrazovanja*. Akademska knjiga, Novi Sad.
- Pejanović, R., Ješić, J. (2020): Challenges of (non) Sustainable Development. *GEA, (Geo Eco- EcoAgro), International Conference, Book of Abstracts*, Podgorica, Montenegro, 7².
- Pejanović, R., Adamović, J., Cvijanović, D., Krivokapić, R. (2020): Waste Management in Environmental Function: Example of an agricultural enterprise. *GEA (Geo Eco- EcoAgro), International Conference, Book of Abstracts*, Podgorica, Montenegro, 244.
- Pejanović, R., Pržulj, N., Spalević, V., Zejak, D., Markoska, V., Tafiloska, P. (2020): *Poljoprivreda i zelena ekonomija*. Centar za razvoj agrara, NDAEB, GEA, RAPS, Bijelo Polje (Crna Gora).
- Slijepčević, P. (2018): *Svetac i grešnik, kako zloupotrebavamo nauku i budućnost čovječanstva*. Akademska knjiga, Novi Sad.



UNSUSTAINABLE DEVELOPMENT AND AGRICULTURE

Pejanović R., Dukić-Mijatović M.

Summary

The current concept of unsustainable development has led, among other things, to serious problems in agriculture and food production. The negative effects of conventional agriculture so far are numerous: erosion and degradation of agricultural land; increased use of fertilizers; increased use of pesticides; irrational use of water resources; use of antibiotics and stimulants and negative effects of livestock production; use of GMOs as controversial biotechnology; climate changes. The consequences of all these negative effects are food safety problems. A hazard is a biological, chemical or physical substance in food or a food condition that can cause harmful effects on human health. In addition to these hazards, chemical contaminants also pose a risk: heavy metals, industrial pollutants, drugs and microtoxins. Chemical contaminants include plant protection products. Radical changes are needed at all levels. Economics has taken over this historical task: through the concept of the so-called new economy, there is an increasing aspiration to achieve that goal. An important segment of the new economy is the green economy, which should provide the concept of sustainable agricultural production, as opposed to the previous concept of unsustainable development. Sustainability implies the necessity to protect the environment in intensive plant and livestock production. Green economy (green agriculture) is one of the most promising global developmental concepts, which should be especially evident in agriculture and the production of safe food. In this regard, it is important to follow and implement EU strategies within the framework of the "Green Agreement". It is especially important to develop organic agriculture.

Key words: unsustainable development, problems of agriculture and food production, necessity of changes, green economy, "Green Agreement", sustainable development



RESPONSE OF FOOD GRAIN CROPS TO CLIMATE CHANGE FACTORS

P.V. Vara Prasad

University Distinguished Professor; R.O. Kruse Endowed Professor and Director
Sustainable Intensification Innovation Lab, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA
vara@ksu.edu

Crop production is highly sensitive to changing environmental conditions. In recent years' long-term climate change and year-to-year climate variability has become a major challenge to crop productivity. Current knowledge on effects of climate change factors (particularly carbon dioxide, temperature and their interactions) on various physiological, growth and yield processes will be presented and discussed. Focus will be on major grain crops. Elevated carbon dioxide concentration will increase photosynthesis and vegetative growth of major food crops. There are strong interactions between elevated carbon dioxide concentrations in major food grain crops. The beneficial effects of elevated carbon dioxide mediated through increased photosynthesis will be negated by rising temperatures resulting in lower seed yields. For some crop species, benefits of elevated carbon dioxide were observed at optimum temperature, but not at above optimum temperatures, in terms of grain yield. Above optimum temperatures will have negative impacts on reproductive processes (such as pollen production, pollen germination, fertilization, seed numbers and individual seed weight) resulting in lower seed yield. Grain crops are most sensitive to high temperature stress during gametogenesis flowering and early stages of grain filling. Stress during these stages leads to loss of gamete fertility, poor pollination, decreased fertilization, embryo abortion, delay in start of grain filling and shorter grain filling duration, ultimately resulting in fewer seed numbers, smaller seed size and lower yields. Development of high temperature tolerant cultivars will be of prime importance for adaptation to climate change and climate variability. Genetic variability exists for high temperature tolerance in grain crops. Some physiological traits that may contribute to high temperature tolerance include increased membrane thermostability, increased green leaf duration, canopy temperature depression, optimum respiration, higher reproductive fertility, early morning flowering, and faster and/or longer grain filling period. New emerging biochemical, molecular, biotechnological and genomic tools and high-throughput phenotyping provides tremendous opportunities for efficient screening of large germplasm collection and using advanced breeding techniques to develop stress tolerant genotypes. Future research focus should be on better understanding the interactions between various climatic change factors on yield and nutritional composition of food grain crops. In addition, a better understanding of interaction of climate change factors on biotic



pests (e.g. diseases, insects and weeds) and on host plant susceptibility is essential to quantify the overall impact on food production and developing best management practices. Continued collaboration between physiologists, biotechnologists, molecular biologists, breeders, plant pathologists, entomologists and agronomists are essential for developing strategies to combat effects of climate change and management practices on productivity of food grain crops.



REZISTENTNI KOROVI I USEVI TOLERANTNI NA HERBICIDE U REPUBLICI SRBIJI

Goran Malidža, Siniša Jocić, Jovana Krstić, Goran Bekavac, Vladimir Miklič

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja, Novi Sad
goran.malidza@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

Korovi rezistentni na pojedine herbicide postali su veoma važan problem za poljoprivrednu proizvodnju u Republici Srbiji, gde su do sada potvrđeni slučajevi rezistentnosti *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Helianthus annuus* i *Sorghum halepense* na ALS inhibitore, kao i *Sorghum halepense* na pojedine inhibitore acetil koenzim A karboksilaze (ACC-aze), uključujući i višestruku rezistentnost ove vrste na inhibitore oba prethodno pomenuta mehanizma delovanja. Zbog površina na kojima su rasprostranjene i prouzrokovanih šteta, ekonomski najznačajnije korovske vrste u Srbiji su *A. retroflexus*, *A. artemisiifolia* i *S. halepense* rezistentni na ALS inhibitore. Procenjuje se da su ove tri korovske vrste sa svojstvom rezistentnosti na pomenute dominantne herbicide za njihovo suzbijanje rasprostranjene na stotinama hiljada hektara, pri čemu najveće štete pričinjavaju u severnom delu Srbije. Značajne ekonomske štete, ali na znatno manjim površinama od prethodnih slučajeva, prouzrokuju biotipovi *S. halepense* rezistentni na pojedine herbicide inhibitore ACC-aze, zajedno sa slučajevima višestruke rezistentnosti na inhibitore ACC-aze i ALS inhibitore. Ovi nalazi su opomena da je više nego ikad potrebno dosledno sprovođenje antirezistentne strategije na celoj teritoriji Srbije. To podrazumeva edukaciju, praćenje rezistentnosti korova prema dominantnim herbicidima i sprovođenje proaktivnog i aktivnog upravljanja rezistentnošću korova na herbicide. Iako su se ranije pojavili u Srbiji, usevi tolerantni na pojedine herbicide su zastupljeni na manjim površinama, od kojih su najzastupljeniji hibridi suncokreta i uljane repice tolerantni na ALS inhibitore i hibridi kukuruza tolerantni na cikloksidim. Najveći izazov i pretnja za useve tolerantne na ALS inhibitore (suncokret, uljanu repicu i šećernu repu) su potvrđeni pomenuti veoma rasprostranjeni korovi rezistentni na iste herbicide. Za razliku od prethodnih useva, kukuruz tolerantan na cikloksidim se nalazi u boljoj poziciji i očekuje se blago povećanje udela u ukupnoj površini kao jedno od rešenja u suzbijanju *S. halepense* rezistentnog na ALS inhibitore. Najveći problem za održivost gajenja ovih useva u Srbiji je što se uzgajivači ovih useva oslanjaju uglavnom na herbicide na koje su tolerantni, zanemarujući druge mere u integrisanom suzbijanju korova.

Ključne reči: korovi, usevi, herbicidi, rezistentnost, tolerantnost



Uvod

Evolucija rezistentnosti korova na herbicide možda je najjača opomena i pokretačka snaga u traganju za herbicidima novih mehanizama delovanja, novih tehnologija u suzbijanju korova i promovisanje najbolje prakse za održivu proizvodnju useva. Ovaj globalni fenomen je odličan primer brzog prilagođavanja biljaka ljudskoj aktivnosti, jer je odavno potvrđeno da rezistentnost nije problem herbicida već ponašanja njihovih korisnika. Ubediti poljoprivredne proizvođače da što ranije uvedu promene u upravljanje rezistentnošću korova, predstavlja veliki izazov i dugoročni zadatak za sve savetodavce i druge relevantne činioce u poljoprivredi. Najvažniji istraživački napor u ovoj oblasti treba da budu usmereni ka razvoju ekonomski održivih strategija za odlaganje pojave i upravljanje rezistentnošću.

Usevi tolerantni na pojedine herbicide su veoma značajna dostignuća čiji se početak komercijalne upotrebe vezuje za kraj prošlog i početak ovog veka. Glavni izazovi koji su podstakli širu upotrebu ovih useva su spor razvoj novih herbicida, zabrana nekih herbicida u Evropskoj uniji, kao i brza evolucija i širenje korova rezistentnih na pojedine herbicide. Korišćenje ovih useva u Republici Srbiji započeto je u 2004. godini uvođenjem u praksu hibrida suncokreta tolerantnih na herbicide iz grupe imidazolinona. Četiri godine nakon početka gajenja suncokreta tolerantnog na imidazolinone, na tržište Srbije uvedeni su hibridi suncokreta tolerantni na tribenuron-metil i hibridi kukuruza tolerantni na cikloksidim. U introdukciji ovih hibrida i edukaciji njihovih korisnika, najveći doprinos je imao Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Posle ovih gajenih biljaka, na tržištu su se mnogo kasnije pojavili hibridi uljane repice tolerantne na imidazolinone i šećerne repe tolerantne na ALS inhibitore. Stvaranje gajenih biljaka tolerantnih na pojedine herbicide i evolucija korova rezistentnih na herbicide zasnivaju se na istim principima. Rezistentnost korova na herbicide je fenomen koji se mnogo ranije pojavio u svetu od biljaka tolerantnih na pojedine herbicide. Međutim, u Srbiji se desilo obrnuto, mada se ne može proceniti da li su i koliki doprinos u ovom procesu imali usevi tolerantni na herbicide. Iako su ukupno posmatrano usevi tolerantni na herbicide konstantno povećavali svoj udeo na tržištu, korovi rezistentni na herbicide su za kraće vreme osvojili daleko veće površine. Usevi tolerantni na herbicide su kao mač sa dve oštrice: mogu pomoći u suzbijanju rezistentnih korova (kao cikloksidim za suzbijanje divljeg sirka u tolerantnom kukuruzu) ili povećati selekcionu pritisak i uticati na razvoj novih i širenje postojećih korova rezistentnih na herbicide (kao u hibridima suncokreta, uljane repice i šećerne repe tolerantnim na ALS inhibitore). Najveći problem za održivost gajenja ovih useva u Srbiji i koegzistenciju sa korovima rezistentnim na iste herbicide, je što se uzgajivači ovih useva oslanjaju uglavnom ili isključivo na herbicide na koje su ovi usevi tolerantni, zanemarujući druge mere u integrisanom suzbijanju korova. Ovaj pregledni rad ima za cilj detaljniji prikaz korova rezistentnih na herbicide i useva tolerantnih na iste herbicide u Republici Srbiji.



Rezistentnost korova na herbicide u Republici Srbiji

Rezistentni biotipovi korova razvijaju se veoma brzo kao prirodni odgovor na dugotrajniji selekcionni pritisak uzastopnog korišćenja istog herbicida ili više herbicida istog mehanizma delovanja. Rezistentnost korova na herbicide dovešće do diverzifikacije postupaka za suzbijanje korova i sistema gajenja ratarskih useva. Održiviji sistemi će promeniti fokus sa direktnih hemijskih mera suzbijanja korova i zaštite prinosa useva, na upravljanje bankom semena korova u zemljištu i stvaranje okruženja koje je manje povoljno za rast i reprodukciju korova. Primarni izazov će biti zamena relativno jednostavnog sistema za poljoprivrednike sa drugim složenijim sistemom koji se oslanja na integraciju više strategija, gde je poljoprivrednom proizvođaču teško da proceni doprinos pojedinih komponenti (Heap, 2014). Iako relativno slabo poznat široj agronomskoj javnosti u Republici Srbiji, ovaj fenomen poslednjih nekoliko godina pričinjava velike štete u proizvodnji nekoliko ekonomski najvažnijih ratarskih useva. Korovi rezistentni na pojedine herbicide zahtevaju brze i radikalne promene u suzbijanju korova i proizvodnji konkretnog useva, povećavaju troškove, ugrožavaju održivost upotrebe herbicida, dovode do gubitaka profita i zahtevaju mnogo znanja za sprovođenje antirezistentne strategije. Prvo proučavanje rezistentnosti korova na herbicide započeto je 90-ih godina na vrstama *Amaranthus retroflexus* i *Chenopodium album* u odnosu na herbicide inhibitore fotosistema II (Janjić i sar., 1994ab i 1995). Do sada, u Srbiji je kod više korovskih vrsta potvrđena smanjena osetljivost na inhibitore fotosistema II (*A. retroflexus*, *Setaria viridis*, *C. album* i *Abutilon theophrasti*) i ALS inhibitore (*A. retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*, *Datura stramonium*, *Chenopodium album*, *Helianthus annuus* i *Sorghum halepense*) (Pavlović i sar., 644⁰, 644¹ i 644², Božić i sar., 644¹ i 2015, Vrbničanin i sar., 2017). Da bi pravilno potvrdili rezistentnost korova prema herbicidima potrebno je pridržavati se definicije rezistentnosti. Na prvom mestu uvek treba imati na umu da je to nasledna osobina, a informacije o njoj potrebno je potvrditi primenom naučno prihvaćenih protokola i pokazati praktični značaj rezistentnosti na polju (WSSA, 1998, Heap and LeBaron, 2001). Ukoliko neki od preduslova nije ispunjen, ne može se govoriti o rezistentnosti korova na herbicide. Uzimajući prethodno u obzir, ekonomski najznačajnije korovske vrste u Srbiji su *A. retroflexus* i *S. halepense* rezistentni na inhibitore ALS-aze. Na osnovu naših ispitivanja, procenjuje se da su ove dve vrste sa svojom rezistentnosti na pomenute dominantne herbicide za njihovo suzbijanje rasprostranjene na desetinama hiljada hektara pri čemu pričinjavaju najveće štete ratarima u severnom delu Srbije (Malidža i sar., 2014, 2015ab). Takođe, u 2017. godini potvrđeno je prisustvo i značajne ekonomske štete od biotipova *S. halepense* rezistentnih na pojedine herbicide inhibitore acetil koenzim A karboksilaze (Malidža i Rajković, 2017 i 2018). Ovi nalazi su opomena da je potrebno više nego ikad dosledno sprovođenje antirezistentne strategije na celoj teritoriji Srbije. To podrazumeva edukaciju, praćenje rezistentnosti korova prema dominantnim herbicidima i sprovođenje proaktivnog i aktivnog upravljanja rezistentnošću korova na herbicide. Tokom pisanja ovog teksta, velika je verovatnoća da se negde u Srbiji umnožava populacija neke druge korovske vrste rezistentne prema najčešće primenjivanim



herbicidima i mehanizmima delovanja. Međutim, u ovom radu prikazani su samo potvrđeni slučajevi sa trenutno najvećim ekonomskim značajem za Republiku Srbiju i predlogom mera antirezistentne strategije.

Rezistentnost običnog štira (*A. retroflexus*) na ALS inhibitore. Herbicidi inhibitori enzima acetolaktat-sintetaze (ALS inhibitori) pripadaju hemijskim grupama imidazolinona, sulfonilurea, triazolopirimidina, pirimidinil-tio-benzoata i sulfonilamino-triazolinona. ALS enzim ima katalitičku ulogu u sintezi esencijalnih aminokiselina valina, leucina i izoleucina, a njegovom inhibicijom se zaustavlja sinteza pomenutih aminokiselina, proteina, a što na kraju ima za posledicu uginuće biljaka (Ray, 1984). ALS inhibitori se odlikuju povoljnim osobinama, primenjuju se u količinama od nekoliko grama do nekoliko desetina grama po hektaru i dominantni su herbicidi u ratarskoj proizvodnji Srbije i drugih evropskih zemalja. Zbog oslanjanja najviše na ove herbicide i dugogodišnjeg selekcionog pritiska, za naučnu javnost nije bilo iznenađenje pojava rezistentnosti kod pojedinih vrsta korova (Tranel and Wright, 2002). U poslednje dve decenije, rezultati domaćih autora ukazivali su na pojavu smanjene osetljivosti populacija nekih korovskih vrsta na ALS inhibitore (Božić i sar., 2007 i 2015, Vrbničanin i sar., 2017). Tek na osnovu analize aktivnosti ALS enzima prema imazetapiru potvrđena je rezistentnost u populacijama *A. retroflexus* sa lokaliteta Kačarevo, Kikinda i Krivaja (Meseldžija, 2009). U 2013. godini na širem području južne Bačke i južnog Banata utvrđena je povećana zastupljenost rezistentnih populacija štira običnog prema predstavnicima četiri hemijske grupe herbicida ALS inhibitora. U biotestovima na nivou cele biljke sa preporučenim i višestruko uvećanim količinama odabranih herbicida ALS inhibitora, razlike u osetljivosti između biljaka osetljive i rezistentnih populacija *A. retroflexus* bile su od nekoliko stotina do nekoliko hiljada puta (Malidža i sar., 2015b).

Rezistentnost divljeg sirka (*S. halepense*) na ALS inhibitore. Uvođenjem u praksu sulfonilurea herbicida 90-ih godina prošlog veka, započela je era efikasnog suzbijanja travnih korova posle nicanja u usevu kukuruza. Poseban doprinos ovih herbicida je u unapređenju suzbijanja divljeg sirka, koji je u mnogim regionima bio jedan od glavnih uzroka niskih prinosa kukuruza. U poslednje dve decenije u mnogim državama je potvrđena rezistentnost *S. halepense* na ALS inhibitore (SAD, Čile, Italija, Mađarska, Meksiko, Srbija, Španija i Venecuela) (Heap, 2021). U poslednjih deset godina u pojedinim regionima Srbije registrovana je sve učestalija pojava slabe efikasnosti sulfonilurea herbicida u suzbijanju divljeg sirka u kukuruzu, uključujući višekratne primene različitih preparata registrovanih za ovu namenu. Na skoro celom području južnog Banata i nekim lokalitetima u Mačvi, severnoj i zapadnoj Bačkoj, Sremu i Braničevskom okrugu, potvrđeno je povećano prisustvo rezistentnih populacija divljeg sirka prema ALS inhibitorima, od kojih su ekonomski najvažniji sulfonilurea herbicidi za suzbijanje ovog korova u kukuruzu.



Kao u prethodnom slučaju kod običnog štira, ukrštena rezistentnost divljeg sirka je takođe potvrđena prema herbicidima iz četiri grupe ALS inhibitora. U biotestovima na nivou celih biljaka sa preporučenim i višestruko uvećanim količinama odabranih herbicida ALS inhibitora, razlike u osetljivosti između biljaka osetljivih i rezistentnih populacija divljeg sirka bile su od nekoliko stotina do nekoliko hiljada puta (Malidža i sar, 2014, 2015ab). Ove informacije ukazuju da je nemoguće i ujedno ekološki i ekonomski neprihvatljiv svaki pokušaj suzbijanja ovog korova višestrukim uvećanjem količina ovih herbicida. Zbog slabe efikasnosti herbicida i neznanja, proizvođači kukuruza su u pojedinim slučajevima bezuspešno izvodili 3–4 tretmana sa različitim preparatima na bazi nikosulfurona, foramsulfurona i rimsulfurona, a često iz nemoći u mnogo većim količinama od preporučenih.

Rezistentnost ambrozije (*A. artemisiifolia*) na ALS inhibitore. Pelenolisna ambrozija ili samo ambrozija, predstavlja jednu od najvažnijih invazivnih korovskih vrsta u Srbiji, za čije suzbijanje se u većini ratarskih useva najčešće koriste herbicidi ALS inhibitori. U poslednjih nekoliko godina na području južne i centralne Bačke, ovi herbicidi nisu ispoljili očekivanu efikasnost u suzbijanju ove korovske vrste. U 2018. i 2019. godine, na prostoru centralne i južne Bačke, sa 36 polja soje, suncokreta, šećerne repe i kukuruza, sakupljeno je seme populacija ambrozije u kojima se pretpostavljalo da je došlo do razvoja rezistentnosti na herbicide ALS inhibitore. Rezistentnost ambrozije na ALS inhibitore prvi put je potvrđena u biotestovima izvedenim 2019. godine na osnovu uzoraka semena uzetih 2018. godine sa područja južne Bačke (Plavna i Rimski šančevi), a u kojem dominiraju usevi soje, kukuruza i suncokreta, čija proizvodnja se u velikoj meri zasniva na upotrebi ovih herbicida. Testovima u 2020. godini potvrđena je rezistentnost na imazamoks u 34 od 36 uzoraka iz 2019. godine. Na osnovu dobijenih rezultata iz samo ovog prvog testa, utvrđeno je da je rezistentnost rasprostranjena na celoj teritoriji južne i centralne Bačke sa koje su uzeti uzorci semena, odnosno od mesta Plavna i Bođani na zapadu do Kovilja i Žablja na istoku, Bačkog Brestovca na severu do Čeneja i Futoga na jugu Bačke. Na osnovu smanjenja suve mase biljaka, rezistentan biotip sa lokaliteta Rimski šančevi u poređenju sa osetljivim biotipom imao je 19, 79 i 94 puta veće srednje efektivne doze (GR₅₀) za imazamoks, tribenuron-metil i tienkarbazon-metil. Ove vrednosti pokazuju da povećanjem količina primene ovih herbicida ne može se suzbiti rezistentna populacija ovog korova. Kako je rezistentnost potvrđena sa predstavnicima različitih hemijskih grupa (imidazolinona, sulfonilurea i sulfonil-amino-karbonil triazolinona), ovo je prvi potvrđen slučaj ukrštene rezistentnosti ambrozije na ALS inhibitore u Srbiji (Malidža i Rajković, 2019).

Rezistentnost divljeg sirka (*S. halepense*) na inhibitore ACC-aze. Herbicidi inhibitori enzima acetil-koenzim A karboksilaze (skraćeno ACC-aze) na našem tržištu su graminicidi, odnosno herbicidi za suzbijanje korova iz familije *Poaceae* u širokolisnim usevima i u hibridima kukuruza



tolerantnim na cikloksidim (gde je moguća primena samo cikloksidima). Predstavnici ovih herbicida pripadaju hemijskim grupama ariloksifenoksi – propionata (koristi se i FOP kao skraćen naziv podgrupe), cikloheksandiona (podgrupa DIM) i fenilpirazolina (podgrupa DEN). Mehanizam delovanja ovih herbicida je inhibicija pomenutog enzima ACC-aze koji je odgovoran za biosintezu masnih kiselina. Inhibicija sinteze masnih kiselina i lipida dovodi do razaranja ćelijskih membrana, usled čega prestaje rast i što na kraju rezultira uginućem korovskih biljaka (Rendina et al., 1990). Rezistentnost travnih korova na inhibitore ACC-aze je česta pojava i do sada je u svetu potvrđena kod 48 korovskih vrsta (Kaundun, 2014; Heap, 2021). Preko tri decenije u Srbiji ovi herbicidi se koriste sa velikim uspehom u dikotiledonim gajenim biljkama za suzbijanje jednogodišnjih i višegodišnjih travnih korovskih vrsta, među kojima najznačajnije mesto zauzima divlji sirak. Rezistentnost divljeg sirka na pojedine inhibitore ACC-aze potvrđena je u Sjedinjenim Američkim Državama, Grčkoj, Italiji, Izraelu i Argentini (Heap, 2021). Prvi slučaj rezistentnosti ovog korova na inhibitore ACC-aze u Srbiji potvrđen je 2017. godine u zapadnom delu Vojvodine u opštini Bač (Malidža i Rajković, 2017 i 2018a). Najverovatniji uzrok ove pojave je preveliko oslanjanje i ponovljena primena nekih inhibitora ACC-aze u višegodišnjoj monokulturi soje. Ovakvo ponašanje rezultiralo je selekcijom rezistentnih populacija divljeg sirka na herbicide iz podgrupe grupe FOP i neznatno smanjenje osetljivosti na herbicide iz podgrupe DIM. Od ukupno 20 testiranih populacija ovog korova, rezistentnost na fluazifop-p-butil utvrđena je u 13 populacija koncentrisanih na teritoriji prečnika oko 10 km. Bez obzira na smanjenu osetljivost populacija divljeg sirka na cikloksidim i kletodim, preporučene količine ovih herbicida iz podgrupe DIM su efikasne u suzbijanju rezistentnih populacija divljeg sirka na tzv. FOP herbicide. Za razliku od DIM herbicida, primenom čak i nekoliko puta uvećanih količina FOP herbicida nije moguće suzbiti populaciju divljeg sirka iz pomenutih lokaliteta. Ove informacije su od velikog praktičnog značaja, jer je potvrđeno da je za suzbijanje ovog korova izbor herbicida veoma sužen, ali i da se preostala dva herbicida iz grupe cikloheksandiona mogu koristiti za njegovo suzbijanje. Važno je istaći da ovaj fenomen treba da bude važna opomena da se ne ponovi greška, odnosno da se ratari previše ne oslone na cikloksidim i kletodim (DIM herbicide), jer je takav pristup doveo do selekcije rezistentnih populacija divljeg sirka na FOP herbicide i ponoviće se ukoliko se ponovi ponašanje korisnika ovih herbicida koje je i dovelo do pomenute rezistentnosti. Nažalost, najnoviji biotestovi dve populacije divljeg sirka iz lokaliteta Plavna i Vajska u 2021. godini potvrdili su ukrštenu rezistentnost na cikloksidim, fluazifop-p-butil, ali ne i na kletodim (Malidža, neobjavljeni podaci). Za ove razlike su odgovorne specifične mutacije koje su prouzrokovale promene na mestu delovanja ovih herbicida (Kaundun, 2014). Samo godinu posle otkrića rezistentnosti divljeg sirka na FOP herbicide, potvrđena je višestruka rezistentnost ovog korova na lokalitetu Vajska. Ovo je značilo da pored rezistentnosti na FOP podgrupu herbicida, u populaciji divljeg sirka sa ovog lokaliteta potvrđena je i rezistentnost na nikosulfuron, odnosno ALS inhibitore (Malidža i Rajković, 2018b).



Upravljanje rezistentnošću korova na herbicide (antirezistentna strategija). Evolucija rezistentnosti korova na herbicide možda je najjača pokretačka snaga u traganju za herbicidima novih mehanizama delovanja, novih tehnologija u suzbijanju korova i promovisanje najbolje prakse za održivu proizvodnju useva (Norsworthy et al., 2012; Vencill et al., 2012). Ubediti poljoprivredne proizvođače da što ranije uvedu promene u upravljanje rezistentnošću korova, predstavlja izazov i dugoročni zadatak za sve savetodavce i druge relevantne činioce u poljoprivredi. Najvažniji istraživački napor u ovoj oblasti treba da budu usmereni ka razvoju ekonomski održivih strategija za odlaganje pojave i upravljanje rezistentnošću. Ovaj fenomen je udžbenički primer brzog prilagođavanja biljaka ljudskoj aktivnosti, jer je odavno potvrđeno da rezistentnost nije problem herbicida ili genetičkog inženjeringa, već je problem ponašanja korisnika herbicida (Ward, 2016). Kada je na poljima dokazano prisustvo rezistentnosti kod pojedinih korova, mere antirezistentne strategije sprovode se reaktivno u cilju suzbijanja biljaka rezistentnih biotipova korova, sprečavanje njihovog umnožavanja i širenja. U vezi sa prethodnim, nameću se pitanja kako smanjiti rizik i odložiti pojavu rezistentnosti, kako reagovati u slučajevima kada se sumnja ili kada je potvrđeno prisustvo rezistentnih korova u polju? Opšte preporuke za upravljanje rezistentnošću odnose se na smanjenje selekcionog pritiska herbicidima i rizika raznovrsnošću mera u suzbijanju korova. Potrebno je osmisliti i primeniti integralni sistem mera koji je „nepredvidiv” za korove i gde osnovu čine preventivne i direktne nehemijske mere, uz konstantno istraživanje i razvoj novih metoda suzbijanja korova i edukaciju. Ovim merama smanjiti zakorovljenost pre primene herbicida kao poslednje opcije, obilaziti često polja i pratiti pojavu eventualne smanjene efikasnosti i rezistentnosti korova na pojedine herbicide uz obavezno vođenje detaljne evidencije. Ukoliko na poljima nije potvrđeno prisustvo rezistentnih korova, potrebno je proaktivno delovanje, odnosno primena mera antirezistentne strategije sa ciljem da odloži razvoj rezistentnosti. Jedna od veoma važnih mera je preventiva, odnosno sprečavanje širenja semena rezistentnih korova poljoprivrednom mehanizacijom (posebno kombajnima), semenom gajenih biljaka, organskim đubrivima i dr. Kao deo ove strategije, najčešće se preporučuje intenziviranje primene nehemijskih mera u sklopu integralnog sistema suzbijanja korova, korišćenje mešavina i smenjivanje herbicida različitog mehanizma delovanja tokom vegetacione sezone i godina (Beckie, 2006; Beckie and Reboud, 2009; Taberner et al, 2008; Owen, 2016).

Prema Međunarodnom komitetu za rezistentnost korova na herbicide (Herbicide Resistance Action Committee, HRAC), herbicidi su prema mehanizmu delovanja podeljeni u 26 grupa, koji su pojednostavljeno obeleženi arapskim brojevima. Obeležavanje mehanizma delovanja herbicida na ambalaži preparata zakonska je obaveza u Srbiji, što je velika pomoć korisnicima herbicida i njihovim savetodavcima. Ovim se ne očekuje da korisnici znaju mehanizme delovanja svakog herbicida, već je omogućeno da se koristi pojednostavljeno obeležavanje mehanizma delovanja koje se nalazi na ambalaži svakog herbicidnog preparata.



Ukoliko, na primer, herbicidi iz grupe 2 (ALS inhibitori) nisu efikasni u suzbijanju rezistentnih populacija nekog korova (na primer sulfonilurea herbicidi u suzbijanju divljeg sirka u kukuruza koji je rezistentan na njih), zamenićemo ih ili koristiti u miksu sa herbicidima iz grupe 1 (kao cikloksidim u CTM hibridima kukuruza) i slično. Iako postoji veliki broj herbicida i relativno velik broj mehanizama delovanja, u svakom usevu postoji svega nekoliko mogućnosti za suzbijanje određenih vrsta korova. Na primer, za suzbijanje ekonomski najznačajnijeg korova *S. halepense* iz rizoma u kukuruza posle nicanja, na našem tržištu postoje samo tri herbicida (nikosulfuron, foramsulfuron i rimsulfuron), ali istog mehanizma delovanja. Ovaj aspekt je od vitalnog značaja za upravljanje rezistentnošću, tj. mogućnost zamene jednog herbicida sa drugim vrlo je ograničena, a svaka promena u raznovrsnosti tehnologije proizvodnje useva je korisna za odlaganje pojave rezistentnosti. Najčešće se pribegava zameni jednog herbicida drugim, ali to, suštinski, podrazumeva malu promenu. Budući da nedostaju alternativni herbicidi i da je razvoj novih aktivnih supstanci koje pripadaju nekoj drugoj grupi vrlo otežan, upotreba herbicida mora biti u kombinaciji sa drugim merama antirezistentne strategije. Pored opštih, potrebne su posebne preporuke za svaki usev ili čak tip proizvodnje.

Usevi tolerantni na herbicide u Republici Srbiji

Iako novijeg datuma, usevi tolerantni na herbicide su veoma važni resursi savremene biljne proizvodnje kao dopuna drugim merama u integrisanom suzbijanju korova. U poslednje dve decenije hemijsko suzbijanje korova u ratarskim usevima u Srbiji odlikuje se upotrebom herbicida starih mehanizama delovanja i uvođenjem u praksu pojedinih useva tolerantnih na odabrane herbicide proširila se mogućnost hemijskog suzbijanja korova u ovim usevima. Stvaranjem useva tolerantnih na pojedine herbicide pokušao se privremeno ublažiti nedostatak i spor razvoj herbicida. Međutim, suštinski nije napravljen značajan korak napred, iako ovi usevi imaju određene prednosti koje opravdavaju njihovo gajenje. U Srbiji su na tržištu najviše zastupljeni hibridi suncokreta tolerantni na imidazolinone i tribenuron-metil, dok su hibridi kukuruza tolerantni na cikloksidim, hibridi uljane repice tolerantni na imidazolinone i šećerne repe tolerantne na ALS inhibitore neuporedivo manje zastupljeni. Široj primeni useva tolerantnih na herbicide u Srbiji, krajem prošlog i početkom novog veka, prethodile su godine stvaranja i ispitivanja prvih hibrida suncokreta tolerantnih na imidazolinone (Jocić i sar., 2001) i hibrida kukuruza tolerantnih na cikloksidim (Bekavac i sar., 2006) u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo. Komercijalna primena hibrida tolerantnih na herbicide u Srbiji zvanično je počela pre 17 godina, odnosno 2004. godine, kada je u EU i Srbiji registrovan prvi hibrid suncokreta tolerantan na imidazolinone, čija je zastupljenost u prvoj godini proizvodnje bila oko 4% ukupnih površina suncokreta u Srbiji. Ovo je bio početak primene nekog useva tolerantnog na



herbicide u Srbiji. Osim kukuruza tolerantnog na cikloksidim, ostali usevi su tolerantni na herbicide istog mehanizma delovanja, odnosno ALS inhibitore (Janjić i Malidža, 2014, Malidža, 2016). Prednosti gajenja ovih useva su: jednostavnije i efikasnije suzbijanje korova; smanjenje oštećenja useva od herbicida i fleksibilno vreme primene; manja ograničenja u smeni useva; suzbijanje rezistentnih i parazitskih korova; primena manjih količina ekotoksikološki povoljnih herbicida, pogodnost za konzervacijske sisteme proizvodnje i dr. Zbog svega pomenutog, poljoprivredni proizvođači su se uglavnom oslanjali na stare herbicide i „nove tolerantne“ useve koji su starim herbicidima našli novu namenu. U pojedinim usevima izbor herbicida različitih mehanizma je veoma ograničen i uvođenje novog mehanizma delovanja zahvaljujući stvaranju tolerantnih hibrida kod pojedinih ratarskih biljaka je bila i ostala korisna strategija. Međutim, usled preteranog oslanjanja na ove useve, posledice mogu biti prekomerna upotreba herbicida na koje su tolerantni, promena sastava korovske flore i razvoj rezistentnosti korova na iste herbicide na koje su usevi tolerantni (Malidža i sar., 2003, Malidža i Janjić, 2004, Green, 2012). U nedostatku novih mehanizama delovanja herbicida, da bi se dobilo na vremenu i proširio izbor opcija u hemijskom suzbijanju korova, najčešće se pribegava stvaranju tolerantnih useva na pojedine herbicide (Vencill et al., 2012). Na taj način proizvođači ovih gajenih biljaka nalaze nove namene starim herbicidima. Međutim, važnije je pomoći poljoprivrednicima da shvate da je mnogo korova već predisponirano na ove stare herbicide i da je dugotrajnost vrednosti ovakvog pristupa kompanija vrlo ograničena. Zbog brojnih prednosti, poljoprivredni proizvođači se sve više oslanjaju na useve tolerantne na pojedine herbicide, a zapostavljaju nehemijske mere u suzbijanju korova. Takođe, ovi usevi poljoprivrednim proizvođačima pružaju mogućnost da poboljšaju smenu herbicida i suzbijanje rezistentnih korova, ali mogu dovesti do preteranog oslanjanja na herbicide na koje su ovi usevi tolerantni, i uticati na promenu sastava korovske flore i selekciju rezistentnih korova (Owen, 2016). Zahvaljujući hibridima kukuruza tolerantnim na cikloksidim, moguće je efikasno suzbijanje divljeg sirka iz rizoma rezistentnog na ALS inhibitore cikloksidimom koji je drugačijeg mehanizma delovanja. Zbog ovog razloga, sa porastom površina sa prisustvom populacija divljeg sirka rezistentnih na inhibitore ALS-aze, povećava se značaj i porast površina zasejanih hibridima kukuruza tolerantnih na cikloksidim (Malidža i sar., 2015b). Iako u ovom slučaju postoji privremeno rešenje, korišćenje ovog ili drugih useva i herbicida na koje su oni tolerantni, svrsishodno je isključivo ukoliko se koriste kao deo antirezistentne strategije bez preteranog oslanjanja u dužem periodu na herbicide istog mehanizma delovanja. Nažalost, većina proizvođača žele isključivo jednostavna rešenja, reaktivni su, a ne proaktivni, potcenjuju problem rezistentnosti korova, oslanjaju se najviše ili isključivo na herbicide i imaju poteškoće u određivanju optimalnog vremena primene herbicida. Korovi rezistentni na ALS inhibitore i dr. dovoljno su jaka opomena da je upotreba useva tolerantnih na herbicide i herbicida održiva samo kao dodatak drugim merama u raznovrsnom



integralnom sistemu suzbijanja korova (Bonny, 2016). Gajenjem hibrida suncokreta tolerantnih na herbicide ALS inhibitore, postoji rizik od ukrštanja sa hibridnim formama divljeg suncokreta (Bozic et al., 2015). U ovom slučaju može doći do transfera gena odgovornog za tolerantnost na herbicide iz grupa sulfonilurea i imidazolinona, pri čemu bi nastale rezistentne populacije hibridnih formi divljeg suncokreta.

Hibridi kukuruza tolerantni na cikloksidim. U proizvodnji kukuruza u EU i Srbiji tradicionalno se koriste herbicidi i nehemijske mere, mada se zbog nedostatka radne snage poljoprivrednici uglavnom oslanjaju na herbicide. Oplemenjivanje kukuruza na tolerantnost prema herbicidima u Srbiji datira od poslednje decenije prošlog veka. Zahvaljujući prepoznavanju potencijala zajedničkog korišćenja hibrida i herbicida na koje su tolerantni, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo su pre više od dve decenije (1998. godine) započeti konverzioni programi najboljih hibrida kukuruza na tolerantnost prema odabranim herbicidima povoljnih osobina. Od svega što je tada započeto, zbog regulative i zahteva tržišta Srbije i EU, registrovani i komercijalizovani su samo hibridi tolerantni na cikloksidim (DUO ili ULTRA hibridi). Od takozvanog DUO sistema (Duo System je brend kompanije BASF) u kukuruzu se očekivao veliki napredak u suzbijanju korova. DUO sistem predstavlja inovativni tandem herbicida cikloksidim i hibrida kukuruza tolerantnih na ovaj herbicid, a koji omogućuje najefikasnije suzbijanje korova iz familije *Poaceae* uz zagarantovanu selektivnost herbicida prema usevu. Važno je istaći da osobine ovog sistema pružaju visoku garanciju za uspeh u suzbijanju travnih korova u proizvodnji kukuruza, kao što su *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Agropyrum repens*, *Echinochloa crus-galli*, *Panicum* spp. i *Setaria* spp. Od brojnih prednosti ovog sistema suzbijanja korova, najvažnije su: (1) odlična tolerantnost hibrida koja obezbeđuje potpunu selektivnost i fleksibilnost izbora količine i vremena primene preparata na bazi cikloksidima; (2) odlična efikasnost u suzbijanju travnih (uskolisnih) korova i jedinstvena mogućnost suzbijanja rezistentnog divljeg sirka na ALS inhibitore, zubače i pirevine; (3) pogodnost za suzbijanje uskolisnih korova u združenim usevima sa kukuruzom (pasulj i dr.); (4) veća pouzdanost suzbijanja uskolisnih korova u poređenju sa alternativama u kukuruzu, a što posebno dolazi do izražaja u stresnim uslovima (Malidža i Orbović, 2004; Malidža i sar., 2007 i 2020). Iako DUO sistem nudi efikasnije, jednostavnije, fleksibilnije i po usev bezbednije suzbijanje travnih korova u odnosu na alternativne hemijske mere, na tržištu je mali broj hibrida sa ovim svojstvom i udeo atestiranog semena ovih hibrida na domaćem tržištu se poslednjih osam godina kreće svega oko jednog procenta (Tab. 2). Poslednjih godina povećan je značaj ovih hibrida i preparata Focus Ultra, a posebno za suzbijanje divljeg sirka rezistentnog na ALS inhibitore u kukuruzu. Rezistentnost divljeg sirka na herbicide istog mehanizma delovanja kao cikloksidim, upozorava na posledice od preteranog oslanjanja na ove herbicide. Da bi se izbegle posledice i DUO sistem bio održiv, potrebno ga je pravilno pozicionirati kao deo integralnog sistema suzbijanja korova. Manji ali potencijalni problem mogu biti samonikle biljke sa toleratnošću na cikloksidim u narednim usevima.



Hibridi suncokreta tolerantni na imidazolinone i tribenuron-metil. Proizvođači suncokreta imaju manje herbicidnih opcija za suzbijanje širokolisnih korova u poređenju sa većinom ratarskih useva. Oni su se tradicionalno oslanjali na herbicide posle setve a pre nicanja, koji zahtevaju kišu i kvalitetnu pripremu zemljišta za kvalitetno aktiviranje (Malidža, 2006). Pored toga, strožija regulativa pesticida dovela je do povlačenja sa tržišta nekih herbicida u Evropi a samim tim i u Srbiji (Kraehmer et al., 2014). U istom periodu kada su zabranjeni pojedini herbicidi za primenu u suncokretu, započinje revolucionarni pristup u suzbijanju korova u ovom usevu uvođenjem hibrida tolerantnih na herbicide iz grupe imidazolinona i tribenuron-metilu. Suzbijanje korova herbicidima u hibridima suncokreta tolerantnim na imidazolinone i tribenuron-metil našlo je široku primenu u većem broju država koje su vodeći proizvođači ove uljarice. „Sistem čistog polja“ (Clearfield sistem, CL) uveden je prvi put u praksu od evropskih država 2004. godine u Srbiji i Španiji. Hibridi suncokreta tolerantni na imidazolinone predstavljaju na našem tržištu prve tolerantne gajene biljke prema herbicidima, a koji su, kao i ostali hibridi na tržištu, dobijeni bez korišćenja genetičkog inženjerstva. CL sistem je najpoznatiji i najduže na tržištu, a posebno se ističe zbog jednostavnosti i mogućnosti suzbijanja dominantnih korova u suncokretu, uključujući parazitski korov volovod (*Orobanche cumana*). Ovaj sistem proizvodnje omogućuje proizvođačima efikasnije i fleksibilnije suzbijanje korova, čime se umanjuju gubici koje prouzrokuju korovi u proizvodnji ove uljarice. Primenom herbicida imazamoks, u ovom sistemu se ostvaruje hemijska zaštita od volovoda, čime ovaj sistem proizvodnje suncokreta ima poseban značaj. Površine pod ovim sistemom proizvodnje su konstantno beležile rapidan porast, prvenstveno zahvaljujući mogućnosti suzbijanja korova koji se ne mogu efikasno ili nikako suzbiti u konvencionalnoj proizvodnji, visokoj efikasnosti i fleksibilnosti primene herbicida uz zagarantovanu selektivnost prema usevu (Malidža i sar., 2003, 2004, 2016; Pfenning et al., 2008; Kukorelli et al., 2011). Tržišni udeo semena Clearfield hibrida suncokreta od 2014. godine, kada je zabeležen maksimum od 33%, beleži konstantan pad do 16,3% u 2021. godini (Tab. 1). Jedan od razloga pada udela na tržištu Clearfield hibrida je i otkriće novog gena CLHA-Plus koji je omogućio brojne prednosti u odnosu na svohg prethodnika. Hibridi sa novim genom su bili za novi takozvani Clerafield Plus (CLP) sistem proizvodnje, koji je omogućavao efikasnije suzbijanje korova zahvaljujući poboljšanoj formulaciji preparata na bazi imazamoksa uz dodatak efikasnijih pomoćnih sredstava. Tolerantnost CLP hibrida prema imidazolinonima je povećana u poređenju sa CL hibridima zahvaljujući CLHA-Plus genu. Između ostalog, lakše je suzbijanje samoniklih biljaka suncokreta sa novim CLHA-Plus genom sa herbicidima ALS inhibitorima u poređenju sa drugim sistemima zasnovanim na tolerantnom ALS enzimu. Pored prethodnih prednosti, olakšano je oplemenjivanje zbog novog gena odgovornog za tolerantnost i bez gena modifikatora koji je obavezan u CL hibridima. Zahvaljujući okvašivačima i unapređenoj formulaciji preparata za CLP sistem, moguće je ostvariti istu efikasnost primenom manjih količina herbicida u odnosu na CL sistem, čime se ujedno smanjuje rizik od oštećenja narednih useva u plodosmeni. Bez obzira na sve prednosti, površine sa ovim sistemom nisu rasle kako je to bilo predviđeno (Tab. 1).



U poslednjih nekoliko godina sistem suzbijanja korova zasnovan na zajedničkoj primeni hibrida suncokreta tolerantnih na herbicid tribenuron-metil i preparata na bazi ovog herbicida, doživeo je brzu ekspanziju na domaćem tržištu. Ovaj sistem proizvodnje odlikuju slične prednosti kao prethodni sistem, a izdvaja ga odlična efikasnost i jedinstvena mogućnost suzbijanja velikog broja širokolisnih korova posle nicanja. U odnosu na Clearfield sistem, omogućava efikasnije suzbijanje pojedinih višegodišnjih širokolisnih korova (kao *Cirsium arvense*), na osnovu čega proizvođači suncokreta najčešće prave konačan izbor između ova dva sistema (Malidža i sar., 2006). Na domaćem i tržištu pojedinih evropskih država među prvim hibridima sa ovim svojstvom bili su SUMO hibridi stvoreni u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo (Jocić i sar., 2008 i 2011). Uprkos raspoloživim efikasnim herbicidima (imazamoks i tribenuron-metil), herbicidi koji se primenjuju posle setve a pre nicanja suncokreta preporučuju se kao osiguranje useva tokom prve četiri do pet nedelja rasta, obezbeđujući fleksibilniju primenu herbicida imazamoks ili tribenuron-metil posle nicanja (Knežević et al., 2013). Iskustva u Mađarskoj takođe potvrđuju da je primena pojedinih herbicida posle setve, a pre nicanja useva, uz naknadnu primenu posle nicanja preparata na bazi imazamoksa, veoma efikasna i pouzdana praksa (Nagy et al., 2006), što bi trebalo da bude i u Srbiji kao deo integrisanog sistema i antirezistentne strategije u suzbijanju korova. Poslednjih osam godina plasman semena hibrida suncokreta tolerantnih na tribenuron-metil beleži značajan rast od 3,6% do 42,4% (Tab. 1, PSS Sombor). Veliki uspeh ovog sistema može se zahvaliti mogućnosti efikasnog suzbijanja najvažnijih širokolisnih korova korišćenjem uglavnom jeftinih generičkih preparata na bazi tribenuron-metila. Procenjuje se da je udeo hibrida tolerantnih na imidazolinone i tribenuron-metil u poslednje tri godine preko 70%.

Uljana repica tolerantna na imidazolinone. Hibridi uljane repice tolerantni na imidazolinone su kao kod suncokreta deo Clearfield sistema, jer ovom sistemu pripadaju sve gajene biljke tolerantne na ovu grupu herbicida. Njihovim uvođenjem u praksu u Srbiji omogućen je napredak u suzbijanju korova zahvaljujući mogućnosti zajedničke primene sa herbicidima širokog spektra delovanja kao što su imazamoks i metazahlor. Njihovim izborom efikasno se

Tabela 1. Udeo atestiranih količina semena hibrida suncokreta tolerantnih na pojedine herbicide u ukupnim količinama semena suncokreta u Republici Srbiji (%)

Sistem *	Godina							
	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
CL	33,0	34,8	31,3	29,6	22,0	19,1	18,8	16,3
CLP			0,6	2,7	7,1	9,7	14,8	12,9
TBM	3,6	3,3	9,5	20,3	33,6	41,5	41,0	42,4
Ukupno	36,6	38,1	41,4	52,6	62,7	70,3	74,6	71,6

*CL – Clearfield hibridi tolerantni na imidazolinone, CLP – Clearfield Plus hibridi tolerantni na imidazolinone; IBM – hibridi tolerantni na tribenuron-metil



posle nicanja mogu suzbiti dominantni korovi, a posebno problematične vrste iz familije *Brassicaceae* kao *Sinapis arvensis* (Malidža i Rajković, 6456). Selektivnost prema usevu je zagarantovana, a herbicidi ne zavise toliko od preduslova kao što su kvalitetna priprema zemljišta i kiša za njihovo aktiviranje. Ove, nekad nezamislive mogućnosti u ovom usevu, uticale su na prihvatanje ovog sistema proizvodnje u praksi. Bez obzira na sve pomenute prednosti, udeo atestiranih količina semena hibrida uljane repice sa ovim svojstvom na domaćem tržištu u poslednjih šest godina kretao se od 11,8-16,8% (Tab. 2, PSS Sombor).

Šećerna repa tolerantna na ALS inhibitore. Herbicidi u šećernoj repi imaju ograničeno delovanje preko zemljišta i ograničenu fleksibilnost primene, a u zavisnosti od prisutnih korova i vremena njihovog nicanja potrebno je zajedno primeniti 2–4 preparata (3–7 aktivnih materija) u 3–4 tretiranja. Selektivnost veoma zavisi od faze useva, količine herbicida i vremenskih uslova (Peterson, 2004). Uvođenjem u praksu sorti šećerne repe tolerantnih na ALS inhibitore i

Tabela 2. Udeo atestiranih količina semena hibrida kukuruza, uljane repice i šećerne repe tolerantnih na pojedine herbicide u ukupnim količinama semena ovih useva u Republici Srbiji (%)

Sistem *	Godina									
	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	
DUO kukuruz		0,9	1,0	0,7	0,7	0,9	1,3	1,4	1,1	
CL uljana repica	1,0	8,8	11,8	16,8	13,5	14,3	13,9	15,8		
CS šećerna repa						1,4	2,8	1,4	1,9	

*DUO – DUO ili ULIRA hibridi kukuruza tolerantni na cikloksimid; CL – Clearfield hibridi uljane repice tolerantni na imidazolinone; CS – CONVISO SMART sorte šećerne repe tolerantne na ALS inhibitore

mogućnost upotrebe preparata Conviso One (u Conviso Smart sistemu proizvodnje), napravljen je revolucionarni napredak u suzbijanju dominantnih korova u ovom usevu. Ovaj sistem suzbijanja korova je zasnovan na sortama šećerne repe odlične tolerantnosti na herbicide ALS inhibitore i preparatu Conviso One (na bazi aktivnih materija foramsulfuron i tienkarbazon-metil) koji poseduju veoma širok spektar delovanja na širokolisne i uskolisne korove. Prednosti ovog sistema su efikasnije, jednostavnije, fleksibilnije i po usev bezbednije suzbijanje korova. Važno je istaći jedinstvenu osobinu herbicida foramsulfuron i tienkarbazon-metil, a to je mogućnost efikasnog suzbijanja parazitnog korova viline kosice, što takođe može biti jedan od važnijih činilaca za donošenje odluke o njegovom korišćenju. Iako ovaj sistem omogućuje primenu manjih količina ekotoksikološki povoljnijih herbicida, rezistentni korovi na ALS inhibitore upozoravaju i otežavaju njegovo pozicioniranje. Šećerna repa tolerantna na ALS inhibitore (Conviso Smart) se ispitivala od 2013. godine i prvi put je gajena u Srbiji u 2018. godine (Malidža i sar., 2015, Balgheim et al., 2016). Prednosti i nedostaci ovog sistema pokazali su se već u prvoj godini uzgoja, koja je upamćena kao jedna od najtežih za proizvodnju šećerne repe. Procenjuje se da je tržišni udeo ovih sorti šećerne repe u 2021. godini bio oko 2% (Tab. 2).



Zaključak

Korovi rezistentni na pojedine herbicide postali su veoma važan problem za poljoprivrednu proizvodnju u Republici Srbiji, gde su do sada potvrđeni slučajevi rezistentnosti *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Helianthus annuus* i *Sorghum halepense* na ALS inhibitore, kao i *Sorghum halepense* na pojedine inhibitore acetil koenzim A karboksilaze (ACC-aze), uključujući i višestruku rezistentnost ove vrste na inhibitore oba prethodno pomenuta mehanizma delovanja. U nedostatku novih mehanizama delovanja, oslanjanje mora biti na postojeće herbicide u doglednoj budućnosti. Potrebno je da poljoprivrednici počnu da razmišljaju izvan okvira starog modela suzbijanja korova ukoliko žele da sačuvaju upotrebljivost postojećih herbicida koje već imaju i obezbede da herbicid sa novim načinom delovanja koji će se pojaviti dostigne svoj pun potencijal. Upravljanje rezistentnošću korova na herbicide održivo je jedino zajedničkim naporom svih zainteresovanih aktera: poljoprivrednika i njihovih udruženja, industrije herbicida, univerziteta, instituta, nadležnih ministarstava i sekretarijata, savetodavaca, vlasnika zemljišta, prodavaca, profesionalnih udruženja, medija, nevladinih organizacija i dr. Veoma važno je podsticanje zajedničkih aktivnosti pomenutih relevantnih subjekata, jer svako dalje ignorisanje i odlaganje mera za upravljanje rezistentnošću korova na herbicide može prouzrokovati nesagledive posledice po poljoprivredu Srbije. Poljoprivrednici žele jednostavna rešenja, zbog čega se oslanjaju uglavnom ili isključivo na herbicide, a potcenjuje se rezistentnost korova na herbicide na koje se reaguje tek kad se javi problem, a ne preventivno. Tradicija oplemenjivanja suncokreta i kukuruza na tolerantnost prema pojedinim herbicidima u Srbiji traje više od dve decenije, a tradicija gajenja više od 17 godina. Najveći izazov i velika pretnja za useve tolerantne na ALS inhibitore (suncokret, uljanu repicu i šećernu repu) su potvrđeni pomenuti veoma rasprostranjeni korovi rezistentni na iste herbicide. Za razliku od prethodnih useva, kukuruz tolerantan na cikloksidim se nalazi u boljoj poziciji i očekuje se blago povećanje udela u ukupnoj površini kao jedno od rešenja u suzbijanju *S. halepense* rezistentnog na ALS inhibitore. Da bi se ove gajene biljke i herbicidi očuvali kao deo integrisanog upravljanja korovima, neophodno je poboljšati nivo znanja poljoprivrednika o prednostima i rizicima njihovog korišćenja.

Literatura

- Balgheim, N., Wegener, M., Mumme, H., Stibbe, C., Holtschulte, B. (2016): CONVISO SMART – ein neues System zur erfolgreichen Kontrolle von Ungräsern und Unkräutern in ALS-toleranten Zuckerrüben. 83. *Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung*, 67.-25. Februar 2016 in Braunschweig, 327–334
- Beckie, H. J. (2006): Herbicide-resistant weeds: management tactics and practices. *Weed Technology*, 20, 793–814.
- Beckie, H. J., Reboud, X. (2009): Selecting for weed resistance: herbicide rotation and mixture. *Weed Technology*, 23, 363–370.



- Bekavac, G., Malidža, G., Jocković, Đ., Stojaković, M., Ivanović, M., Vasić, N., Purar, B., Nastasić, A. (2006): Novosadski CTM hibridi kukuruza. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 42 (2), 273-278.
- Bonny, S. (2016): Genetically Modified Herbicide-Tolerant Crops, Weeds, and Herbicides: Overview and Impact. *Environmental Management*, 57, 31-48.
- Božić, D., Vrbničanin, S., Barać, M., Stefanović, L. (2007): Determination of Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) level of sensitivity to nicosulfuron. *Maydica*, 52(3), 271-277.
- Božić, D., Pavlović, D., Bregola, V., Di Loreto, A., Bosi, S., Vrbničanin, S. (2015): Gene Flow from Herbicide-Resistant Sunflower Hybrids to Weedy Sunflower. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 122(4): 183-188.
- Duke, S.O. (2012): Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years? *Pest Management Science*, 68(4): 505-512.
- Green, J. M. (2012): The benefits of herbicide-resistant crops. *Pest Management Science*, 68(10): 1323-1331.
- Heap, I., LeBaron, H. (2001): Introduction and Overview of resistance. In: *Herbicide Resistance in World Grains* (Eds. Powles, S.B., Shanel, D.L.). CRC Press, Boca Raton, FL, 1- 22.
- Heap, I. (2014): Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*, 70(9), 1306-1315.
- Heap, I.M. (2021): *International survey of herbicide resistant weeds*. Available at <http://www.weedscience.org>.
- Janjić, V., Stanković-Kalezić, R., Radivojević, Lj., Marisavljević, D., Jovanović, Lj., Ajder, S. (1994a): Resistance of *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L. to atrazine. *Acta biologica Iugoslavica, series G: Acta herbologica*, 3(1): 63-73.
- Janjić, V., Stanković-Kalezić, R., Radivojević, Lj., Ajder, S., Marisavljević, D., Jovanović, Lj. (1994b): Distribution of atrazine resistant population of *Amaranthus retroflexus* L. *Acta biologica Iugoslavica, series G: Acta herbologica*, 3(1): 23-31.
- Janjić, V., Stanković-Kalezić, R., Radivojević, Lj., Marisavljević, D., Ajder, S., Jovanović, Lj. (1995): Detection some triazine resistant weeds using chlorophyll fluorescence. *International symposium on weed and crop resistance to herbicides*, Cordoba (Spain) 134.
- Janjić, V., Malidža, G. (2014): Genetički modifikovane biljke otporne na herbicide. Genetički modifikovani organizmi: Činjenice i izazovi. *Zbornik radova naučnog skupa*, 22-23. oktobra 2013. u Beogradu, Srpska akademija nauka i umetnosti, 67-77.
- Jocić, S., Škorić, D., Malidža, G. (2001): Oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema herbicidima. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, Novi Sad, 79: 667-233.
- Jocić, S., Malidža, G., Hladni, N., Gvozdenović, S. (2008): Novi hibridi suncokreta tolerantni na tribenuron-metil. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo - Novi Sad*, 45: 89-95.
- Jocić, S., Malidža, G., Cvejić, S., Hladni, N., Miklič, B., Škorić, D. (2011): Development of sunflower hybrids tolerant to tribenuron methyl. *Genetika* 43(1):175-182.
- Kaundun, S.S. (2014): Resistance to acetyl-CoA carboxylase inhibiting herbicides. *Pest Management Science*, 70: 1405-1417.
- Kraehmer, H., van Almsick, A., Beffa, R., Dietrich, H., Eckes, P., Hacker, E., Hain, R., Strek, H.J., Stuebler, H., Willms, L. (2014): Herbicides as weed control agents: state of the art. II. Recent achievements. *Plant Physiology*, 166: 1132-1148.
- Knežević, S., Elezović, I., Datta, A., Vrbničanin, S., Glamočlija, D., Simić, M., Malidža, G. (2013): Delay in the critical time for weed removal in imidazolinone-resistant sunflower (*Helianthus annuus*) caused by application of pre-emergence herbicide. *Int J Pest Manag*, 7: 66³-235.
- Kukorelli, G., Reisinger, P., Torma, M., Ádámzski, T. (2011): Experiments with the control of common ragweed in imidazolinone-resistant and tribenuron-methyl-resistant sunflower. *Herbologia*, 12: 15-22.
- Malidža, G., Janjić, V. (2004): Genetički modifikovane biljke tolerantne prema herbicidima - herbološki aspekt. *Acta Herbologica*, 13 (2): 289-308.
- Malidža, G., Orbović, B. (2004): Suzbijanje *Sorghum halepense* iz rizoma u kukuruзу tolerantnom prema cikloksidimu. *Acta Herbologica*, 57 (6): 8¹ 90³ 6.
- Malidža, G. (2006): Suzbijanje korova u suncokretu. *Biljni lekar*, 4-5: 398-411.
- Malidža, G., Jocić, S., Škorić, D. (2006): Suncokret tolerantan prema tribenuron-metilu. *Biljni lekar*, 4-5: 411-419.
- Malidža, G., Bekavac, G., Orbović, B. (2007): Reakcija tolerantnog kukuruza prema cikloksidimu u zavisnosti od količine i vremena primene herbicida. *Acta Herbologica*, 16 (2): 127-136.
- Malidža, G., Rajković, M. (2012): Suzbijanje korova u uljanoj repici tolerantnoj prema imidazolinonima. *Zbornik rezimea radova XIV Simpozijuma o zaštiti bilja i IX Kongresa o korovima*, Zlatibor, 6^o - 30. novembar 2012. godine, 165-166.
- Malidža, G. (2016): Usevi tolerantni prema herbicidima u Srbiji: izazovi i strategije. *Zbornik rezimea. Deseti kongres o korovima*, 21-23. septembar 2016. godine, Vrdnik, Srbija, 18.
- Malidža, G., Jocić, S., Škorić, D. (2003): Weed and broomrape (*Orobanche cernua*) control in Clearfield sunflower. *European Weed Research Society (EWRS) 7th Mediterranean Symposium*, Cukurova Univ. Adana - Turkey, 51-52.
- Malidža, G., Jocić, S., Škorić, D., Orbović, B. (2003): Najnoviji rezultati u suzbijanju korova i volovoda u Clearfield* suncokretu. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 38: 237-250.
- Malidža, G., Jocić, S., Škorić, D., Orbović, B. (2004): Clearfield*sistem proizvodnje suncokreta. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 40, 279-290.
- Malidža G., Rajković M., Vrbničanin S., Božić D. (2014): Cross-resistance of *Sorghum halepense* to ALS inhibitors in Serbia and implications for resistance management. *VII Congress on Plant Protection /Integrated Plant Protection Knowledge-Based Step Towards Sustainable Agriculture, Forestry and Landscape Architecture*@68-28 November 2014, Zlatibor, Serbia. Book of Abstracts, 143-144.



- Malidža, G., Vrbničanin S. (2015): Integrated weed management in field crops: sustainability and practical implementation. In: Marčić, D., Glavendekić, M., Nicot P. (Eds.) *Proceedings of the 3th Congress on Plant Protection*. Plant Protection Society of Serbia, IOBC-EPRS, IOBC-WPRS, Belgrade, 33–41.
- Malidža, G., Rajković, M., Čurčić, Ž. (2015): Weed control with foramsulfuron and thien carbazole-methyl in sugar beet tolerant to ALS-inhibiting herbicides. *Plant health for sustainable agriculture: book of abstracts: scientific conference in the frame of Cropsustain project*, 55th May 6459, Ljubljana, Slovenia, ³²
- Malidža, G., Vrbničanin, S., Božić, D., Jocić, S. (2016): Integrated weed management in sunflower: challenges and opportunities. *Proc. International Sunflower Conference* (Edirne, 645⁰). International Sunflower Association, p. ³ 40³.
- Malidža, G., Rajković, M., Vrbničanin, S., Božić, D. (2015a): Identification and distribution of ALS resistant *Sorghum halepense* populations in Serbia. *Proceedings of 73th European Weed Research Society Symposium "Weed management in changing environments"* June 67-26, 2015, Montpellier, France. p.98
- Malidža, G., Rajković, M., Vrbničanin, S., Božić, D., Jurišić, J. (2015b): Suzbijanje divljeg sirka i običnog štira rezistentnih na ALS inhibitore. *Zbornik rezimea radova XIII savetovanja o zaštiti bilja*, Zlatibor, 23-26 novembar 2015., 70–71.
- Malidža G., Rajković M. (2017): Rezistentnost divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na herbicide inhibitore ACC-aze u Srbiji. *Zbornik rezimea radova XIV Savetovanje o zaštiti bilja*, 27. novembar–1. decembar 2017. godine, Zlatibor, 92–93.
- Malidža G., Rajković M. (2018q): Johnsongrass (*Sorghum halepense*) resistance to ACCase inhibiting herbicides in Serbia. *Book of Abstracts - 18th European Weed Research Society Symposium*, 5¹-21 June 2018. Ljubljana, Slovenia.
- Malidža G., Rajković M. (2018b): First case of multiple resistance of Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) to ALS- and ACCase-inhibiting herbicides in Serbia. *Herbicide Resistance Working Group Workshop*, 29-30. November 2018, Antalya, Turkey, Abstracts Booklet, 32.
- Malidža G., Vasić M., Rajković M., Bekavac, G. (2020): Suzbijanje korova u združenoj setvi useva pasulja i kukuruza tolerantnog na cikloksidim. *Acta Herbologica*, 29, 1, 25-33.
- Meseldžija, M. (2009): *Ispitivanje rezistentnosti korovskih vrsta na herbicide iz grupe inhibitora acetolaktat sintetaze*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Nagy, S., Reisinger, P., Pomsár, P. (2006): Experiences of introduction of imidazolinone-resistant sunflower in Hungary from herbolgical point of view. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Special Issue, 20: 31–37.
- Norsworthy, J. K., Ward, S. M., Shaw, D. R., Llewellyn, R. S., Nichols, R. L., Webster, T. M., Bradley, K. W., Frisvold, G., Powles, S. B., Burgos, N. R., Witt, W. W., Barrett, M. (2012): Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science*, 60: 31–62.
- Owen, M. D. K. (2016): Diverse Approaches to Herbicide-Resistant Weed Management. *Weed Science* 64(sp1), 570-584.
- Pavlović, D., Vrbničanin, S., Elezović, I., Jovanović, Lj., Marisavljević, D. (2006): Alternations in amount of chlorophyll as indicator of resistance for *Chenopodium album* L. and *Amaranthus retroflexus* L. to atrazine. *Journal of Plant Diseases and Protection*, XX, 131-138.
- Pavlović, D., Vrbničanin, S., Božić, D., Simončič, A. (2007): *Abutilon theophrasti* Medic. Population Responses to Atrazine. *Journal Central European Agriculture*, 8(4), 435-442.
- Pavlović, D., Vrbničanin, S., Božić, D., Fischer, A. (2008): Morphophysiological traits and triazine sensitivity in *Chenopodium album* L. *Pest Management Science*, 64(2), 101-107.
- Petersen, J. (2004): A review on weed control in sugarbeet - from tolerance zero to period threshold. In Inderjit ed., *Weed Biology and Management*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 8⁰¹–483.
- Pfenning, M., Palfay, G., Guillet, T. (2008): The CLEARFIELD® technology – A new broad-spectrum post-emergence weed control system for European sunflower growers. *Journal of Plant Diseases and Protect.* Special Issue., 649–654.
- PSS Sombor: Godišnji izveštaji o atestiranim količinama semena i sadnog materijala u 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 i 2020/2021. godini
- Ray, T. B. (1984): Site of action of chlorsulfuron. Inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. *Plant Physiology*, 75, 827-831.
- Rendina, A.R., Craig-Kennard A.C., Beaudoin J.D., Breen M.K. (1990): Inhibition of acetyl-coenzyme A carboxylase by two classes of grass-selective herbicides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 1282–1287.
- Taberner, P. A., Cirujeda Ranzemberger, A., Zaragoza, L.C. (2008): *Management of herbicide-resistant weed populations. 100 questions on resistance*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 54¹.
- Tranel, P. J., Wright, T. R. (2002): Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: What have we learned? *Weed Science*, 50, 700-712.
- Vencill, W. K., Nichols, R. L., Webster, T. M., Soterres, J. K., Mallory-Smith, C., Burgos, N. R., Johnson, W. G., Clelland, M. R. (2012): Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. *Weed Science*, ⁰ 4, 6–30.
- Vrbnicanin, S., Pavlovic, D., Bozic, D. (2017): Weed Resistance to Herbicides. In: *Herbicide Resistance* (ed. Z. Pacanoski). InTech open science/open minds, pp. 7-36.
- Ward, S. (2016): Human Dimensions of Herbicide Resistance. *Weed Science*, 64 (sp1), 551-551.
- Weed Science Society of America (WSSA) (1998): Herbicide resistance and herbicide tolerance defined. *Weed Technology*, 12, 789.
- HRAC: <https://hracglobal.com/>



HERBICIDE-RESISTANT WEEDS AND HERBICIDE-TOLERANT CROPS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Goran Malidža, Siniša Jocić, Jovana Krstić, Goran Bekavac, Vladimir Miklič

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

Summary

Weeds resistant to certain herbicides have become a very important problem for agricultural production in the Republic of Serbia, where cases of resistance of *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Helianthus annuus* and *Sorghum halepense* to ALS inhibitors, as well as *Sorghum halepense* to some ACC-ases have been confirmed. Due to the areas on which they are distributed and the damage caused, the most economically important weed species in Serbia are *A. retroflexus*, *A. artemisiifolia* and *S. halepense* resistant to ALS inhibitors. It is estimated that these three weed species with the trait of resistance to the mentioned dominant herbicides for their control are spread over hundreds of thousands of hectares, with the greatest damage being caused in the northern part of Serbia. Significant economic damage, but in significantly smaller areas than in previous cases, is caused by *S. halepense* biotypes resistant to certain herbicides ACCase inhibitors, together with cases of multiple resistance to ACCase inhibitors and ALS inhibitors. These findings are a warning that more than ever, consistent implementation of an anti-resistance strategy is needed throughout Serbia. This includes educating, monitoring weed resistance to dominant herbicides, and implementing proactive and active herbicide resistance management. Although they have previously appeared in Serbia, crops tolerant to certain herbicides are present on smaller areas, of which the most common hybrids of sunflower and oilseed rape are tolerant to ALS inhibitors and maize hybrids tolerant to cycloxydim. The greatest challenge and threat for crops tolerant to ALS inhibitors (sunflower, oilseed rape and sugar beet) were confirmed by the mentioned very widespread weeds resistant to the same herbicides. Unlike previous crops, cycloxydim-tolerant maize is in a better position and a slight increase in total area share is expected as one of the solutions in the control of *S. halepense* resistant to ALS inhibitors. The biggest problem for the sustainability of growing these crops in Serbia is that growers of these crops rely mainly on herbicides to which they are tolerant, neglecting other measures in integrated weed control.

Key words: weeds, crops, herbicides, resistance, tolerance



UTICAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA POJAVU ŠTETNIH ORGANIZAMA

Vojislav Trkulja

JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina
vtrkulja@blic.net

Sažetak

Uticaji klimatskih promjena na štetne organizme su složeni iz razloga što i drugi faktori koji utiču na njih nisu konstantni već se mijenjaju. Pored toga, klimatske promjene mogu na slične ili različite načine uticati na razne prouzrokovane biljnih bolesti i štetočine, u zavisnosti kojoj grupi organizama oni pripadaju: gljivama, bakterijama, virusima, insektima, nematodama i sl. Kod fitopatogenih gljiva ovi uticaji mogu se ispoljiti u pogledu: promjene biologije; brže evolucije zbog dužeg godišnjeg doba; pojave novih rasa ili veće agresivnosti postojećih vrsta zbog rekombinacije gena; mijenjanja geografske rasprostranjenosti, bilo prema sjevernoj hemisferi ili na područja sa višom nadmorskom visinom; introdukcije karantinskih i invazivnih vrsta, kao i širenje u nova područja u odnosu na područje porijekla; veću produkciju mikotoksina i dr. Za viruse i bakterije koji se prenose vektorima od posebnog značaja je uticaj klimatskih promjena na prisustvo, širenje i brojnost vektora. Pozitivan uticaj klimatskih promjena na različite štetočine može se ispoljiti u vidu: promjene biologije i pojave većeg broja generacija; povećane brojnosti i plodnosti; boljeg prezimljavanja; proširenog kruga domaćina; introdukcije karantinskih i invazivnih vrsta; širenja u nova područja i dr. Pozitivni uticaji klimatskih promjena na štetne organizme najčešće su sa negativnim efektom na razvoj poljoprivrede i proizvodnju hrane, razvoj šumarstva, biodiverzitet i životnu sredinu – zbog mogućnosti nastanka većih ekonomskih šteta, kao i većih potreba za primjenom pesticida. Klimatske promjene, takođe, mogu uticati i na biljke domaćine, pri čemu je od posebnog značaja njihov gubitak prirodne osnove otpornosti.

Iako je došlo do napretka u praćenju i razumjevanju klimatskih promjena, ostaju potrebe za mnogim naučnim, tehničkim i institucionalnim rješenjima za precizno planiranje, prilagođavanje i ublažavanje efekata klimatskih promjena na štetne organizme i biljke domaćine, kao i njihovu interakciju.

Uvod

Klimatske promjene se definišu kao povećanje temperatura vazduha i površine mora, u prosjeku širom svijeta, tokom perioda od 30 godina. Zagrijavanje se izražava u odnosu na period 1850–1900. koji se koristi kao aproksimacija predindustrijskih temperatura. Globalno



zagrijavanje tokom decenije 2006–2015. u odnosu na predindustrijski nivo procjenjeno je na 0,87 °C. Promjene koje su uočene kao rezultat toga uključuju povećanje globalne temperature kopna i okeana, gubitak ledenih pokrivača i snežnog pokrivača, porast nivoa mora, povećano zakiseljavanje okeana, češću pojavu toplotnih ekstrema, varijabilnije i ekstremnije padavine, kao i češće pojave obilnih padavina i suše. Ove promjene se pripisuju povećanim emisijama antropogenih gasova staklene bašte od predindustrijske ere do kojih je došlo usljed intenziviranja poljoprivrednih i industrijskih aktivnosti, sagorjevanja fosilnih goriva, promjena u korišćenju zemljišta, krčenja šuma i drugih antropogenih učinaka (IPCC, 2014, 2018). Procjene eksperata su da će se globalne klimatske promjene, posebno globalno zagrijavanje, vjerovatno nastaviti. Prema specijalnom izveštaju Međuvladinog panela za klimatske promjene (IPCC), globalno zagrijavanje će vjerovatno dostići porast od 1,5 °C između 2030. i 2052. godine u poređenju sa predindustrijskim nivoima ukoliko zagrijavanje nastavi da raste trenutnim tempom (IPCC, 2018).

Organizacija Ujedinjenih nacija za hranu i poljoprivredu (FAO) procjenjuje da se svake godine u svijetu smanji 20-40% prinosa gajenih biljaka usljed šteta koje uzrokuju razne biljne bolesti i štetočine. Takođe, FAO predviđa da će se globalni gubici prinosa glavnih biljnih vrsta za ishranu ljudi, kao što su pšenica, riža i kukuruz, povećati za 10 do 25% za svaki °C globalnog prosječnog zagrijavanja atmosfere (IPCC Secretariat, 2021b).

Promjene klime, koje uključuju povećanje temperature i atmosferskog CO₂ i učestalost i intenzitet ekstremnih vremenskih fluktuacija, kao što su suša i poplave, utiču kako na pojavu i širenje raznih vrsta štetnih organizama, tako i na otpornost biljaka domaćina prema njima (Dossa et al., 2015). Promjene u ovim klimatskim varijablama mogu preoblikovati otpornost domaćina, kao i interakcije biljka domaćin - štetni organizam, te na taj način bitno uticati kako na prostorni i vremenski razvoj epidemija bolesti, tako i na pojavu prenamnoženje i širenja štetočina (Garrett et al., 2006; Crowl et al., 2008; Lević et al., 2013). Zbog toga je razumijevanje efekata klimatskih promjena na dinamiku pojave štetnih organizama ključno za usvajanje odgovarajućih mjera za njihovo suzbijanje, uključujući i program oplemenjivanja biljaka prema ovim organizmima (Chakraborty & Pangga, 2004).

Iz svih ovih razloga, izuzetno je važna analiza faktora koji će ukazati da li će u budućnosti štetni organizmi imati veći ili manji negativan uticaj na razvoj poljoprivrede i šumarstva, biodiverzitet gajenih i autohtonih biljnih vrsta, kao i zaštitu životne sredine na lokalnom, regionalnom i međunarodnom nivou. Već danas je evidentno da su globalne klimatske promjene postale značajan faktor koji ima uticaja na same štetne organizme, njihovu interakciju, reakciju biljke domaćina i interakciju štetni organizam - domaćin. Rezultati ovih analiza će ukazati ne samo na pojedine rizike nastale usljed klimatskih promjena, već će istovremeno biti osnova za iznalaženje poboljšanih postojećih ili novih tehnoloških, oplemenjivačkih i dugih mjera za suzbijanje štetnih organizama da bi se obezbjedila održiva poljoprivreda i dovoljno hrane za stalno narastajuću populaciju ljudi u svijetu.



Uticaj klimatskih promjena na štetne organizme i biljke

Životni ciklusi, epidemiološke karakteristike i širenje štetnih organizama biljaka su uslovljeni klimatskim faktorima, kao što su sunčevo zračenje, temperatura i padavine. Globalno zagrijavanje i ekstremne promjene vremenskih prilika vjerovatno će uticati na životni ciklus, epidemiološke karakteristike i širenje biljnih štetočina i bolesti. Povećanje temperature može, na primjer, povećati plodnost i bolje preživljavanje štetočina tokom zime, koje značajno utiče na veću brojnost populacija. Osim toga, promjene u pravcima vjetra, npr. uragana i drugih ekstremnih faktora, mogu uticati na distribuciju štetočina. Povećani broj štetočina biljaka može uzrokovati značajne ekonomske gubitke i smanjiti prinose i kvalitet biljnih proizvoda, što rezultira potencijalno značajnim gubicima hrane (Hunjan & Lore, 2020).

Povećani nivoi CO₂ i ozona u atmosferi i obilnije padavine mogu imati uticaja na fiziologiju i strukturu biljaka, što može dovesti do veće osjetljivosti biljaka prema štetnim organizmima. Povišene temperature mogu uticati na mehanizme otpornosti biljaka i povećati otvrdnjavanje (lignifikaciju) njihovih ćelijskih zidova, što može uticati na smanjenje mogućnosti njihove prerade pri proizvodnji hrane. Povećana virulentnost biljnih patogena i kalamitetna pojava štetočina u uslovima klimatskih promjena mogu povećati geografski opseg u kojem se oni šire. Oluje i povećana količina padavina mogu oslabiti biljke i uzrokovati njihovu povećanu osjetljivost prema fitopatogenim gljivama, bakterijama i virusima. Biljke u stresnim uslovima, kao što su suše, mogu da izgube svoju prirodnu otpornost prema štetnim organizmima (Chakraborty & Pangga, 2004).

Klimatske promjene povećavaju rizik da štetočine i patogeni pronađu povoljnije klimatske uslove za daljnja širenja u nova područja. Takođe, uzgoj novih biljnih vrsta ili novih sorti i hibrida u okviru već postojećih vrsta u uslovima klimatskih promjena može dodatno olakšati distribuciju i uticaj štetnih organizama u takvim oblastima, posebno imajući u vidu nepostojanja mehanizma otpornosti, koji nastaju usljed koevolucije ili koegzistencije domaćina i štetnog organizma tokom vremena. Promjene u populacijama štetnih insekata, patogena i korova prisutnih u Srbiji praćene su intenzivnijom introdukcijom kukuruza, promjenama klime, posebno u pogledu rasporeda padavina u toku vegetacije kukuruza, načina gajenja i asortimenta hibrida u korist otpornijih prema pojedinim patogenima i štetnim insektima. Sve ove promjene imale su značajnog uticaja na variranje prinosa zrna i biomase kukuruza u drugoj polovini 20. veka (Bača et al., 2005).

Osim toga, procjena je da polovina svih novonastalih introdukcija štetnih organizama u nova područja nastaje usljed njihovog prenosa globalnim transportom i trgovinom, čiji se obim utrostručio tokom posljednje decenije, dok su vremenske prilike drugi najvažniji faktor za njihovo nastajanje. Stoga, veća pažnja posvećena analizama rizika od prouzrokovala biljnih bolesti i štetočina u uslovima klimatskih promjena može pomoći u zaštiti zdravlja biljaka, biodiverziteta i bezbjednosti hrane (IPPC Sekretariat, 2021a).



Globalna upotreba i potražnja za pojedinim pesticidima ili drugim agrohemijskim sredstvima može se povećati kao odgovor na povećano širenje štetnih organizama u uslovima klimatskih promjena, što može uzrokovati negativne posljedice po zdravlje biljaka i ljudi, biodiverzitet i životnu sredinu. Aktivnosti u poljoprivredi i šumarstvu mogu zahtijevati promjene u uzgoju biljaka i modifikacije u primjeni mjera za suzbijanje štetnih organizama, kako bi se one prilagodile klimatskim promjenama. Ove mjere nekada mogu zahtijevati i proširenje postojećih i usvajanje novih tehničkih i drugih znanja, posebno u pogledu nadzora nad pojavom štetnih organizama i sprječavanja njihovog međunarodnog širenja (Hunjan & Lore, 2020).

Diverzitet biljaka predstavlja važan rezervoar nasljednih osobina otpornosti, koji može pomoći boljem prilagođavanju biljaka klimatskim promjenama i smanjenju upotrebe nekih pesticida ili đubriva, koji mogu biti štetni za životnu sredinu. Osim gajenih biljaka, klimatske promjene mogu uticati i na sposobnost mnogih divljih srodnika da prežive na svojim staništima. Zbog toga je promovisanje očuvanja, razmjene i korišćenja biljnog biodiverziteta širom svijeta ključno da bi se obezbjedila otpornost usjeva i prilagođavanje na klimatske promjene.

Klimatske promjene slabe brojne ekosisteme i mogu podržati širenje i pojavu štetočina i bolesti. Promjene meteoroloških uslova mogu dovesti do bioloških promjena kod štetočina i bolesti, a takođe i uticati na fiziologiju i strukturu biljaka, što može povećati osjetljivost biljaka prema štetočinama i bolestima. Povećani rizici od štetočina i bolesti, degradacija ekosistema i nedostatak vode mogu uticati na bezbjednost hrane i sredstva za život i doprinijeti ekonomskim krizama, prisilnim migracijama i sukobima. Sprovođenje međunarodnih standarda za fitosanitarne mjere pomaže zemljama da spreče unošenje i širenje štetnih štetočina i da očuvaju biodiverzitet. Očuvanje biodiverziteta pomaže u poboljšanju otpornosti biljaka i ublažavanju uticaja klimatskih promjena na zdravlje biljaka (IPPC Secretariat, 2021a).

Uticaj klimatskih promjena na biljne patogene

Klimatske promjene mogu promijeniti otpornost domaćina prema patogenima mijenjajući fiziologiju domaćina i agresivnost patogena. Povećanje globalne temperature utiče na pomijeranje agroklimatskih zona prema sjevernoj hemisferi ili na više nadmorske visine, mijenjajući tako geografsku distribuciju biljnih patogena u nova područja. Pri tome će prilagođavanje patogena u novom okruženju zavisiti od brzine njihovog širenja, mogućnosti preživljavanja van sezone i sposobnosti da se prilagode bilo kojoj promjeni u biologiji svog domaćina. Istovremeno, u uslovima promjenjene klime mogu se pojaviti agresivniji i otporniji sojevi postojećih patogena. Uticaj na različite grupe patogena može varirati u zavisnosti od njihove biologije, nivoa specijalizacije domaćina, načina preživljavanja i širenja i sposobnosti da se prilagode klimatskim promjenama (Hunjan *et* Lore, 2020).



Uticaj klimatskih promjena na fitopatogene gljive

Gljive su najdominantnija grupa biljnih patogena, koja ispoljava različite načine parazitske interakcije sa svojim biljkama domaćinima. Na patogenezu gljiva u velikoj mjeri utiču preovlađujući atmosferski uslovi, posebno temperatura i vlaga. Temperatura je kritični faktor tokom različitih životnih faza gljiva, pri čemu svaka promjena temperature može značajno uticati na njihovu reprodukciju, mogućnost ostvarivanja infekcije, broj ciklusa infekcije, širenje na duže i kraće udaljenosti, kao i preživljavanje van sezone vegetacije biljke domaćina. Promjena temperature može dovesti do aktivacije novih rasa patogena, što može dovesti do iznenadnog izbijanja epidemije. Povećanje temperature zajedno sa visokom vlagom u zemljištu stvara toplu i vlažnu klimu veoma povoljnu za razvoj gljiva koji se prenose u tlu, kao i onih koje prouzrokuju bolesti nadzemnih organa biljaka. Tako na primjer, povećanje temperature okoline pogoduje intenzivnom razvoju i pojavi *Puccinia graminis*, prouzrokovača rđe stabljike ovsa. Takođe, povećanje temperatura i produženje godišnjih doba može ubrzati evoluciju i razvoj agresivnijih sojeva gljiva, koji nastaju kao posljedica ubrzane rekombinacije gena usljed prezimljavanja seksualnih faza ovih patogena (IPPC Secretariat, 2021a).

Povišena koncentracija CO₂ u atmosferi izaziva fiziološke promjene u morfologiji biljaka kao što su povećanje veličine listova, debljine listova i broja listova (Pritchard et al., 1999). Gusta krošnja dovodi do produženog zadržavanja vlage na površini lista, predstavljajući veoma povoljno okruženje za klijanje spora i prodiranje u listove što dovodi do razvoja bolesti (Garrett et al., 2006).

Istraživanja u Egiptu o uticaju klimatskih promjena na *Phytophthora infestans*, prouzrokovača plamenjače krompira i paradajza, pokazala su da toplije zimsko vrijeme utiče na pojavu i suzbijanje ovog patogena. Ona su pokazala da bi epidemija plamenjače paradajza, koja se pojavila nedelju do dvije ranije, značila da će biti potrebna 2-3 dodatna hemijska tretmana da bi se postiglo zadovoljavajuće suzbijanje ovog patogena. Zbog toga se u Egiptu procjenjuje da će u periodu 2025–2100. godine biti potrebna do tri dodatna prskanja fungicidima. Osim toga, povoljni uslovi u zimskom periodu omogućavaju akumulaciju inokuluma patogena na ranim sortama krompira u ranoj vegetacionoj sezoni što dovodi do ranijeg i intenzivnijeg pojavljivanja plamenjače kod kasnije zasađenih usjeva krompira (Fahim et al., 2011).

Intenzivna pojava *Bipolaris zeicola*, prouzrokovača mrkosmeđe pjegavosti lista kukuruza, zabilježena u Srbiji tokom 80-ih godina 20. vijeka nije bila samo posljedica rastuće osjetljivih genotipova, već i klimatskih uslova, posebno povoljnih rasporeda padavina od kraja jula do početka avgusta. Ovaj i drugi patogeni lista kukuruza (*Exserohilum turcicum*, *Kabatiella zea* i dr.) više se ne pojavljuju, jer su sušne godine postajale sve češće, posebno u periodu jul - avgust (Stanković et al., 2007).

U nekim slučajevima interakcija gljive - štetočine u uslovima klimatskih promjena može prouzrokovati neuobičajenu pojavu bolesti do tada nepoznatih razmjera. U Srbiji je u proteklih



50 godina pojava *Aspergillus flavus* na klipovima kukuruza bila rijetka i veoma niskog intenziteta. Međutim, neuobičajeno visoka učestalost i intenzitet napada *A. flavus* na klipovima kukuruza zabilježena je 2012. godine, koju su karakterisali izuzetno stresni agrometeorološki uslovi, visoke temperature i suša od cvjetanja do voštane zrelosti kukuruza. Kukuruzov plamenac (*Ostrinia nubilalis*) je drugi faktor, koji je uslovio intenzivnu pojavu ovog patogena. Maksimalni let leptira utvrđen je veoma rano, već u julu (5149 jediniki), posebno druge generacije koja oštećuje klip, a kao posljedica toga u vrijeme berbe utvrđena su i brojna oštećenja klipa na kojima je bio vidljiv razvoj maslinastozelenih praškastih kolonija gljive koje su tipične za *A. flavus*. Pojave ove gljive na klipovima kukuruza u 2012. godini bila je povezana sa visokim koncentracijama aflatoksina u zrnu kukuruza (Lević et al., 2013).

Uticaj klimatskih promjena na fitopatogene bakterije

Pojava brojnih vrsta fitopatogenih bakterija koje prouzrokuju ekonomski značajne štete na mnogim vrstama gajenih biljaka širom svijeta nastaje kao posljedica globalnog zagrijavanja. Kao primjer može se navesti značajnija pojava tri vrste fitopatogenih bakterija na pirinču, kojima pogoduju visoke temperature: *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*, koja inficira planinski pirinač u južnoj Evropi; *Burkholderia glumae*, koja se pojavljuje na pirinču u južnim dijelovima SAD, kao i *Dickeya zea*, koja napada pirinač u sjevernoj Indiji.

Za fitopatogene bakterije koje se prenose vektorima od posebnog značaja je uticaj klimatskih promjena na prisustvo, širenje i brojnost vektora. Kao primjer može se navesti karantinska bakterija *Pantoea stewartii*, prouzrokovač prugavosti lista i uvenuća kukuruza, čija pojava u velikoj mjeri zavisi od preživljavanja njenog vektora – kukuruzne buve (*Chaetocnema pulicaria*) tokom zime. Model prognoze zasnovan na zimskim temperaturama predviđa da je opstanak ovog vektora veći u toplijim zimama (Petzoldt & Seaman, 2006).

Modeli distribucije bioklimatskih vrsta pokazali su da karantinska fitopatogena bakterija *Xylella fastidiosa*, prouzrokovač Pirove bolesti ima potencijal da se proširi izvan svoje trenutne distribucije i da može doći do drugih područja u Italiji i drugdje u Evropi (Trkulja, 2014; Godefroid et al., 2018). Postoje različite podvrste ove bakterije koje se odlikuju različitim zahtjevima prema uslovima sredine. Prema predviđanjima procjene rizika, podvrsta *X. f.* subsp. *multiplex*, a donekle i *X. f.* subsp. *fastidiosa*, predstavljaju pretnju velikom dijelu Evrope, dok su klimatski pogodna područja za podvrstu *X. f.* subsp. *pauca* uglavnom ograničena na mediteranske zemlje (Godefroid et al., 2019). Kroz model predviđanja nivoa rizika, utvrđeno je da mediteranski basen, posebno Liban, predstavlja najveći rizik za uspostavljanje i širenje *X. fastidiosa* (Frem et al., 2014). Iako u mnogim mediteranskim zemljama *X. fastidiosa* nije prisutna, u bliskoj budućnosti se može očekivati njeno širenje, pri čemu je posebno Turska u najvećem riziku, a slijede Grčka, Maroko i Tunis. Samo tri zemlje u regionu (Bahrein, Libija i Jemen) su podložne najnižem nivou rizika u smislu potencijalnog ulaska, uspostavljanja i širenja bakterije.



Naime, problem nije ograničen samo na Mediteran. Na osnovu simptoma bolesti i laboratorijske analize, otkriveno je da je *X. fastidiosa* povezana sa simptomima na bademu i Pirsovom bolešću vinove loze u nekoliko provincija Islamske Republike Iran (Amanifar et al., 2014), što ukazuje da će se ova karantinska bakterija početi širiti na susjedne zemlje Bliskog istoka.

Uticao klimatskih promjena na fitopatogene viruse i njihove vektore

Virusi inficiraju biljke domaćine kroz blisku povezanost sa vektorima, dodajući na taj način novu dimenziju trouglu bolesti. Izbijanje epidemija viroza biljaka je stoga jako povezano sa klimatskim zahtjevima vektora virusa (Malmstrom et al., 2011). Osim toga, klimatske promjene mogu uticati i na biljke domaćine, kao i tip vektora povezanih sa njima, određujući intenzitet njenog uticaja na viruse povezane sa tim domaćinom (Jones, 2009). Takođe, one mogu uticati i na brojnost vektora, njihovu migraciju i biologiju (Canto et al., 2009). Jones i Barbetti (2012) su dali sveobuhvatan pregled o mogućim efektima direktnih i indirektnih parametara klimatskih promjena na mnoge vektore, viruse i biljke domaćine.

Poznato je da lisne vaši snažno reaguju na klimatske promjene, a prije svega na povišene temperature, pri čemu one u uslovima globalnog zagrijavanja trebaju kraće vrijeme za razvoj generacije i imaju veći broj generacija, što dovodi do povećanje brojnosti populacija koje mogu da prenose viruse što na kraju može dovesti do veće pojave virusnih infekcija. Kao primjer za ovo mogu se navesti kompleks vrsta lisnih vašiju koje prenose virus žute patuljavosti ječma (*Barley yellow dwarf virus* - BYDV) na pšenici i ječmu (Trkulja i Stojčić, 2002), kao i Y virus krompira (*Potato virus Y* - PVY) na krompiru. Nakon blagih zima, dolazi do ranijeg pojavljivanja i značajnog kretanja lisnih vašiju tokom proljeća, što dovodi do većeg nivoa infekcije pšenice i ječma virusom žute patuljavosti ječma (BYDV), kao i krompira Y virusom krompira (PVY).

Osim toga, usljed klimatskih promjena neki virusi prilagođeni uzgoju biljaka u zaštićenom prostoru, kao što je *Pepino mosaic virus* (PepMV), prešli su i postali dominantni u poljskim uslovima. Takođe, prirodne klimatske barijere u umjerenijim regionima mijenjaju se usljed promjena u ranim zimskim temperaturama, omogućavajući prirodno širenje biljnih virusa i njihovih vektora velikom brzinom. Tako je u ovim regionima povećana vjerovatnoća pojave insekata značajnih vektora biljnih virusa, kao što su lisne vaši, bijele mušice i tripsi, koji mogu izazvati ozbiljne epidemije viroza raznih biljaka (Hunjan & Lore, 2020).

Uticao klimatskih promjena na biljne štetočine

Neke biljne štetočine su već proširile svoju rasprostranjenost ili krug domaćina usljed klimatskih promjena. Kao primjer mogu se navesti jesenja sovica (*Spodoptera frugiperda*), porijeklom iz Afrike koja se nedavno proširila i u zemlje EPPO regije, a koja napada veliki broj biljaka, uključujući kukuruz, sirak i proso, kao i mediteranska voćna mušica (*Ceratitis capitata*),



koja oštećuje plodove brojnih vrsta voćaka. Obje ove vrste su značajno proširile areal rasprostranjenosti, zbog toplije klime koja je pogodnija za njihov razvoj. Osim toga, očekuje se da će klimatske promjene na različite načine djelovati i na mnoge druge štetočine, kao što je to npr. pustinjski skakavac (*Schistocerca gregaria*), koji je najopasnija migratorna štetočina na svijetu, kod koga je došlo do promjene migratornih ruta i geografske rasprostranjenosti usljed klimatskih promjena (IPPC Secretariat, 2021a).

Mnoge štetočine često je nemoguće iskorijeniti nakon što se nađu na novoj teritoriji, a upravljanje njima je dugotrajno i skupo. Tako na primjer kukuruzov plamenac (*Ostrinia nubilalis*) je stara biljna štetočina u Evropi, dok je u Americu prenijeta 5³ 5⁰. godine, gde je nanosila veće štete nego u Evropi (Almaši i sar., 2002). U ovoj, kao i u mnogim drugim sličnim situacijama, do većih šteta na novim staništima dolazi zbog toga što nije postojala koegzistenija biljke domaćina i štetočine u dužem vremenskom periodu.

Takođe, usljed klimatskih promjena dolazi do širenja i štetnih insekata koji su vektori raznih drugih štetnih organizama (fitoplazmi, virusa, nematoda i dr.), usljed čega dolazi i do širenja štetnih organizama koje oni prenose, a koji ponekad mogu da prouzrokuju ogromne direktne i indirektno ekonomske štete. Kao primjer mogu se navesti insekti iz roda *Monochamus*, koji su vektori borove nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), koja je porijeklom iz Sjeverne Amerike, gdje napada vrste roda *Pinus*, ali ne izaziva njihovo masovno uginuće. Međutim, u svom alohtonom okruženju, uključujući Aziju (Kina, Republika Koreja, Japan i druge) i Evropu (Portugal i Španija), borova nematoda je opasna štetočina koja uzrokuje sušenje miliona stabala borova. Očekuje se da će globalno zagrijavanje sve više favorizovati sušenje borova koje uzrokuje ova nematoda, jer insektima iz roda *Monochamus* pogoduju više temperature, posebno u umjerenim regionima (Ikegami & Jenkins, 2018). Brojne procjene rizika su pokazale da će porastom temperature u umjerenim područjima smrtnost borova rasti. Na području Mediterana, koje je najugroženije područje u Evropi, visoka smrtnost četinara bi mogla imati i ozbiljne ekološke posljedice (IPPC Secretariat, 2021a).

Uticaj klimatskih promjena na širenje karantinskih štetnih organizama

Uz trgovinu, koja se smatra glavnim putem za unošenje karantinskih štetnih organizama i invazivnih vrsta, globalno zagrijavanje igra komplementarnu ulogu kao drugi važan „pokretač promjena“ koji utiče na pojavu i intezitet napada biljnih bolesti i štetočina. Sve to može imati određene negativne ekonomske posljedice na biljnu proizvodnju nametanjem dodatnih troškova za poljoprivredne inpute, kao što je npr. zaštita bilja (Trkulja i sar., 2012). Izvještaj FAO ukazuje da invazivne vrste i karantinski štetni organizmi koštaju svjetsku ekonomiju čak 70 milijardi dolara godišnje (FAO, 2021).

Očekuje se značajan uticaj klimatskih promjena na puteve ili širenja unošenja egzotičnih štetnih organizama u nove geografske regione, jer kako klimatski uslovi postanu povoljniji, nove



ili migratorne vrste štetnih organizama mogu postati i šire rasprostranjene u oblastima za koje se ranije smatralo da u njima nisu prisutne. Kao primjer može se navesti borova nematoda (*Burodinesaphelenchus xylophilus*) koja trenutno izaziva velike ekonomske štete u Portugalu (IPPC Secretariat, 2021a), kao i zlatasto žutilo vinove loze, čiji je prouzročivač fitoplazma '*Candidatus Phytoplasma vitis*' (syn. *Flavescence dorée phytoplasma*), koja je jedna od najopasnijih i ekonomski najštetnijih bolesti vinove loze. Pojava ove fitoplazme prvi put je zabilježena u jugozapadnoj Francuskoj 1955. godine, nakon čega je u poslednjih 20-tak godina došlo do njenog naglog širenja, te je njeno prisustvo utvrđeno i u Italiji, Španiji, Portugalu, Švajcarskoj, Austriji, Mađarskoj i Sloveniji, kao i Hrvatskoj i Srbiji. U svim zemljama u kojima je utvrđeno prisustvo fitoplazme '*C. P. vitis*', utvrđeno je i prisustvo cikade *Scaphoideus titanus*, za koju se smatra da je usljed globalnog zatopljanja proširila svoju geografsku rasprostranjenost u Evropi usljed čega predstavlja veoma važan rizik za prenošenje i širenje navedene fitoplazme (Trkulja i sar., 2018).

Jedan od primjera brzog širenja karantinskih štetnih organizama u novom području je i pojava kukuruzne zalatice (*Diabrotica virgifera virgifera*), prvo u Srbiji (Surčin), a zatim i u cijeloj Evropi. Ova vrsta, u stadijumu imaga, dospjela je iz Amerike putem avionskog saobraćaja 1990-1992. godine i veoma brzo se širila u raznim pravcima. Prisustvo odraslih insekta zabilježeno je na oko 110.000-200.000 ha već nakon 3 godine od prve pojave (Almaši i sar., 2002).

Uticaj klimatskih promjena na kontaminaciju hrane i hrane za životinje mikotoksinima

Generalno, očekuje se da će klimatske promjene dovesti do povećanog prisustva mikotoksina u hrani i hrani za životinje, ali složenost mikoflore povezane sa svakom biljnom vrstom i njena interakcija sa životnom sredinom znači da je teško donositi uopštene zaključke bez posebnih studija. Tako na primjer rezultati istraživanja koja su sprovedeli Battilani et al. (2016) i Van der Fels-Klerx et al. (2016) sugerišu da bi globalno zagrijavanje moglo da proširi sjevernu granicu rizika od pojave aflatoksina u kukuruzu u Evropi. Takođe, Medina et al. (2017) su istraživali uticaj klimatskih promjena na toksigene gljive, ispitujući efekte trofaktorijalnih interakcija između povišenog CO₂ (350–400 naspram 650–1200 ppm), porasta temperature (+ 2 –5 °C) i stresa od suše na proizvodnju mikotoksina od strane ključnih vrsta gljiva, koje izazivaju kvarenje žita i orašastih plodova, uključujući vrste roda *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*, pri čemu su, između ostalog, utvrdili značajno povećanje proizvodnje aflatoksina B₁ *in vitro* i *in vivo* kod kukuruza od strane vrste *Aspergillus flavus*. Nasuprot tome, ponašanje drugih vrsta roda *Aspergillus*, odgovornih za kontaminaciju niza poljoprivrednih proizvoda ohratoksinom A, kao i vrste *Fusarium verticillioides*, koja proizvodi fumonizine, kod kojih pri istim uslovima nije došlo do povećanja proizvodnje mikotoksina, sugeriše da su neke vrste gljiva otpornije na klimatske promjene od drugih, posebno u pogledu proizvodnje mikotoksina.



Osim efekata klimatskih promjena na najčešće toksigene vrsta gljiva, klimatske promjene mogu takođe uticati i na proizvodnju mikotoksina kod nekih manje poznatih producenata mikotoksina, kao što su vrste iz rodova *Alternaria* i *Mirothecium* (Siciliano et al., 2017a,b).

Mjere za prevenciju, ublažavanje i prilagođavanje uticaja klimatskih promjena na štetne organizme

Procjene su da će tokom narednih 100 godina globalne temperature rasti zajedno sa povećanjem nivoa CO₂ i O₃ u atmosferi što će uticati na geografsku i vremensku distribuciju pojave raznih vrsta štetnih organizama. To će uticati na potrebu da se modifikuju mjere za njihovo suzbijanje u skladu sa scenarijima klimatskih promjena (IPPC Secretariat, 2021a). Zbog toga, neophodno je da se analiziraju sve mjere koje se mogu preduzeti za sprečavanje, ublažavanje i prilagođavanje potencijalnim efektima klimatskih promjena na štetne organizme, a samim tim i na zdravlje biljaka.

Mjere za prevenciju uticaja klimatskih promjena na štetne organizme

Najefikasniji način da se spriječi i ograniči međunarodno širenje štetnih organizama kroz trgovinu i kretanje putnika je regulisanje njihovog kretanja fitosanitarnim mjerama i obezbjeđenje primjene najboljih poljoprivrednih praksi kako bi se pojava štetnih organizama svela na što niži nivo.

Fitosanitarne mjere. Fitosanitarno zakonodavstvo za uvoz živih biljaka, dijelova biljaka i biljnih proizvoda predstavlja prvu liniju odbrane u bilo kojoj prevenciji međunarodnog širenja karantinskih štetnih organizama. Cilj fitosanitarnog regulatornog sistema pri uvozu je da spriječi unošenje karantinskih i nekarantinskih regulisanih štetnih organizama sa uvezenom robom i drugim regulisanim objektima. Da bi fitosanitarni sistem pri uvozu bilja bio efikasan, važno je imati mogućnost da se dobro procjene rizici, uzimajući u obzir i klimatske promjene, te da se na osnovu tih rezultata urade mogući scenariji upravljanja rizikom. Osim toga, veoma je važno da nadležne fitosanitarne službe imaju dobro organizovane aktivnosti nadzora i praćenja pojave štetnih organizama s ciljem brzog otkrivanja novih introdukcija, kako bi bile u mogućnosti da brzo reaguju na njih i da preduzmu odgovarajuće mjere za njihovo suzbijanje ili eradikaciju (Lopian, 2018; Carvajal-Yepes et al., 2019; Giovanni et al., 2020).

Analiza rizika od štetnih organizama. Kamen temeljac svakog efikasnog fitosanitarnog regulatornog sistema za uvoz živih biljaka, dijelova biljaka i biljnih proizvoda je dostupnost procjene rizika koju sprovodi nacionalna organizacija za zaštitu bilja (NOZB). Analiza rizika od štetnih organizama procjenjuje vjerovatnoću unošenja i širenja štetnih organizama i veličinu njihovih potencijalnih ekonomskih posljedica u definisanom području koristeći biološke



ili druge naučne i ekonomske pokazatelje. Osim toga, ovom analizom treba da se identifikuju i potencijalne opcije upravljanja rizikom, čijom primjenom se rizik može smanjiti na prihvatljiv nivo. Analiza rizika od štetnih organizama takođe uzima u obzir sadržaj pošiljke bilja koja se uvozi i rizike povezane sa njom iz zemlje porijekla (IPPC Secretariat, 2021a). Kao pomoć mnogim državama postoji definisan skup specifičnih standarda za procjenu rizika koji je razvijen od strane IPPC sekretarijata. Kako klimatske promjene utiču na biologiju i epidemiologiju štetnih organizama, aktivnosti procjene rizika će morati da se intenziviraju na nacionalnom, regionalnom i međunarodnom nivou, a aspekti klimatskih promjena će morati da budu uključeni u procjenu rizika za zdravlje biljaka (Lopian, 2018). Unošenje i širenje karantinskih štetnih organizama može se spriječiti samo ako su NOZB svjesne rizika, pri čemu ta svijest prvenstveno treba da bude rezultat procjene rizika (IPPC Secretariat, 2021a).

Nadzor i praćenje. Jedna od najvažnijih aktivnosti NOZB je nadzor i praćenje štetnih organizama, što im omogućava da rano otkriju introdukovane štetne organizme i shodno tome preduzmu aktuelne mjere kontrole i iskorijenjivanja. Obično, što se prije otkrije prisustvo štetnog organizma nakon unošenja, veća je vjerovatnoća da će mjere iskorijenjivanja biti uspješne. Shodno tome, jedna od glavnih komponenti strategije za rješavanje opasnosti od unosa štetnih organizama u promjenljivim klimatskim uslovima mora biti kvalitetano i kontinuirano sprovođenje praćenja i nadzora, kako bi se omogućilo otkrivanje introdukcije novih štetnih organizama (FAO, 2008). Varijabilnost klime ili klimatske promjene imaće značajne efekte na dizajniranje i sprovođenje odgovarajućih programa nadzora i monitoringa od strane zvaničnih fitosanitarnih službi. Ovo tim prije, jer je prema Suggitt et al. (2018) znanje o efektima klimatskih promjena na distribuciju i ekologiju pojedinih vrsta štetnih organizama još uvijek je nedovoljno zbog čega je u narednom periodu istraživanjima u ovoj oblasti potrebno posvetiti više pažnje.

Međunarodna saradnja i razmjena informacija. Očekuje se da će klimatske promjene izmijeniti postojeće agroklimatske zone što bi moglo da dovede do novih trgovinskih tokova u cilju obezbjeđenja poljoprivrednih proizvoda zemljama koje najviše pate od njihovog nedostatka (King et al., 2018). U slučajevima kada se proizvodnja usjeva za određene vrste mijenja kao rezultat klimatskih promjena, mijenjaće se i trgovački putevi za te vrste (Lopian, 2018). Predviđa se da će klimatske promjene dovesti do povećanja međunarodne trgovine poljoprivrednim proizvodima u smislu fizičkog obima i komercijalne vrijednosti (IPCC, 2014). Pomijeranje zona poljoprivredne proizvodnje, izmijenjeni trgovinski tokovi i posljedični porast međunarodne trgovine poljoprivrednim proizvodima će, u kombinaciji sa ograničenim znanjem o ponašanju štetnih organizama u novim klimatskim i ekosistemskim uslovima, rezultirati nedostatkom pouzdanih, naučno provjerljivih informacija na osnovu kojih nadležni organi za procjenu rizika mogu zasnovati svoje procjene i mjere ublažavanja. Ovaj nedostatak bi se mogao ublažiti uspostavljanjem pouzdane međunarodne mreže za razmjenu informacija o pojavama štetnih organizama i mogućim putevima njihovog prenošenja i širenja. Stoga, ostaje mnogo toga da se uradi na poboljšanju međunarodne razmjene informacija (IPPC Secretariat, 2021a).



Mjere za ublažavanje i prilagođavanje uticaja klimatskih promjena na štetne organizme

Poboljšana otpornost biljaka domaćina i adaptacija na primjenu pesticida dva su najefikasnija načina prilagođavanja zaštite gajenih biljaka u uslovima klimatskih promjena. Druge opcije uključuju prilagođavanje vremena sjetve, duži plodored, poboljšanu prognozu pojave štetnih organizama, davanje ciljanih preporuka, te prilagođavanje agronomskih praksi, kao što su navodnjavanje i đubrenje (Juroszek & von Tiedemann, 2015). U kontekstu prilagođavanja sistema uzgoja usjeva klimatskim promjenama, gajenje sorti i hibrida različitih vrsta poljoprivrednih biljaka koje su otporne na različite vrste štetnih organizama jedna je od najpoželjnijih opcija (Miedaner & Juroszek, 2021a,b). Takođe, sorte i hibridi otporni na sušu, visoke temperature i štetne organizme ključni su za bezbjednost hrane kod velikog broja značajnih biljnih vrsta.

Osim toga, adaptacija na primjenu pesticida takođe je veoma važna mjera ublažavanja i prilagođavanja uticaja klimatskih promjena na štetne organizme. Tako je npr. prema Wolfe et al. (2008) u pojedinim regijama na sjevernim geografskim širinama potreban veći broj aplikacija fungicida zbog čestih padavina, koje uzrokuju poteškoće u zadržavanju kontaktnih fungicida na biljci (Wolfe et al., 2008). Uvođenje novih fungicida sa većom efikasnošću u uslovima padavina može pomoći da se ovaj problem minimizira (Hannukkala et al., 2007). Kao odgovor na višu koncentraciju CO₂ i povišenu temperaturu, kod nekih biljaka dolazi do promjene morfoloških karakteristika koje se manifestuju u vidu smanjenih otvora stoma ili formiranja nešto debljeg sloja epikutikularnih voskova na listu, što može uticati na smanjenje ili odlaganje usvajanja i translokacije sistemskih fungicida (Juroszek & Tiedemann, 2011). Efikasnost fungicida se može povećati pravilnim vremenom primjene fungicida. Takođe, pri višim koncentracijama CO₂ i povišenoj temperaturi za suzbijanje nekih patogena mogao bi biti potreban veći broj aplikacija fungicida. Kao primjer može se navesti procjena da bi zbog povišenih temperatura u sjeverozapadnom dijelu Italije do kraja 21. vijeka trebalo u praksu uvesti još dva dodatna tretmana fungicidima za suzbijanje *Plasmopara viticola* prouzrokovača plamenjače vinove loze (Juroszek & Tiedemann, 2011).

Izbor strategija prilagođavanja zavisiće od mnogih faktora. Troškovi su jedan od faktora, te bi trebalo istražiti isplativije strategije prilagođavanja, kao što su promjena datuma sjetve ili žetve i izbor sorte i hibrida, kako bi se smanjila osjetljivost biljaka na klimatske promjene (Srivastava et al., 2010). Praktičnost promjene datuma sadnje ili žetve, međutim, zavisi od potencijalnog smanjenja prinosa i lokacije na kojoj se usjev gaji, preferencije farmera i potrošača prema gajenim sortama i hibridima, kao i situacije na tržištu (Wolfe et al., 2008).

Sve naprijed navedene opcije mogu igrati ulogu u omogućavanju farmerima da ublaže i prilagode se povećanom riziku od štetnih organizama. Međutim, generalno gledano, biće važno definisati prioritete i primjeniti dobru poljoprivrednu praksu i one tehnologije, koje, osim prilagođavanja klimatskim promjenama, istovremeno mogu doprinijeti povećanju



produktivnosti gajenih biljaka, ali i smanjenoj emisiji gasova staklene bašte koji su značajni za promjenu klime, uključujući CO₂, N₂O i CH₄ (IPPC Sekretariat, 2021a).

Aktivnosti analize rizika od štetnih organizama moraju se intenzivirati na nacionalnom, regionalnom i međunarodnom nivou, pri čemu aspekti klimatskih promjena moraju biti uključeni u procjenu rizika od štetnih organizama. Direktna efekta klimatskih promjena na efikasnost usvojenih strategija upravljanja, posebno na hemijske ili biološke mjere kontrole, nije dovoljno proučen i trebalo bi ga mnogo više istraživati kroz izradu različitih studija o uticaju klimatskih promjena na sredstva za zaštitu bilja i strategije suzbijanja štetnih organizama (Gilardi et al., 2017; Gullino et al., 2020). Uticaji klimatskih promjena na prirodne neprijatelje i antagoniste, kao i naknadni efekat primjene pojedinih mjera suzbijanja štetnih organizama još uvijek nisu dovoljno proučeni (Eigenbrode et al., 2015). Bolje razumijevanje uticaja klimatskih promjena na ukupne ekološke procese, uključujući i one na nivou ekosistema, omogućiće da se opšti principi pozitivnih aspekata ovih uticaja ugrade u dobru poljoprivrednu praksu suzbijanja štetnih organizama (Macfayden et al., 2018).

Takođe, postoji potreba za multidisciplinarnim saradnjom, koordinacijom i razmjenom znanja pri biološkim istraživanjima efekata klimatskih promjena na štetne organizme. Ova problematika bi trebala da okupi naučnike iz različitih oblasti koji rade na različitim biotama unutar istih ili raličitih ekosistema i sektora, kao što su poljoprivreda, šumarstvo i prirodni ekosistemi (Jactel et al., 2020). Interdisciplinarni pristupi u uslovima klimatskih promjena su posebno važni kod pojedinih vrsta štetnih organizama koje mijenjaju svoj krug domaćina prilikom prelaska između ekosistema kojima se ne upravlja i ekosistema kojima se upravlja, što može dovesti do pojave novih vrsta štetnih organizama u usjevima i zasadima gajenih biljaka ili u šumskim ekosistema (Jones, 2016).

Prema Carvajal-Yepes et al. (2019) međunarodna saradnja je ključna za uspjeh pojedinih država u prilagođavanju strategija suzbijanja štetnih organizama u uslovima klimatskih promjena. To je zato što efikasno upravljanje od strane jedne države utiče na uspjeh upravljanja drugih država, pošto štetni organizmi ne poznaju granice. Međunarodna saradnja može biti globalna ili regionalna. Uspostavljanje mehanizma za globalnu koordinaciju fitosanitarnih istraživanja, kako je predloženo u IPPC strateškom okviru 2020–2030. moglo bi povećati naučnu saradnju, poboljšati koordinaciju napora, optimizirati korišćenje resursa i olakšati usklađivanje ciljeva. Ovo bi moglo pomoći ne samo unapređenju nauke, već i ojačati naučnu osnovu međunarodnih napora za procjenu i upravljanje uticajem klimatskih promjena na zdravlje biljaka, čime bi se pomoglo zaštititi poljoprivrede, životne sredine i trgovinskih aktivnosti od štetnih organizama (FAO, 2021).

Na regionalnom nivou, analiza scenarija potencijalnih odgovora na klimatske promjene može pomoći u kreiranju strategija za prilagođavanje regionalnom upravljanju štetnim organizmima (Garrett et al., 2018). Međutim, iako mnoge nacionalne i regionalne organizacije za zaštitu bilja rade na praćenju i kontroli izbivanja štetnih organizama usjeva, mnoge zemlje ne



dijele informacije efikasno, odlažući koordinirane odgovore na prevenciju i širenje bolesti. Stoga bi podrška izgradnji kapaciteta u ovim zemljama trebalo da bude suštinska komponenta međunarodne saradnje. Uz podršku međunarodnih organizacija, globalni forumi za razmjenu informacija mogli bi biti izuzetno korisni (IPPC Sekretariat, 2021a).

Izgradnja kapaciteta za prilagođavanje klimatskim promjenama takođe podrazumijeva i pronalaženje načina za upravljanje finansijskim rizikom. Ovo se ponekad može postići, barem djelimično, kroz osiguranje usjeva, koje je poželjna opcija za zaštitu sredstava za život farmera u uslovima klimatskih promjena. Međutim, osiguranje nužno ne štiti produktivnost i može podstaći nastavak proizvodnje određenih usjeva u regionima gdje ti usjevi više nisu pogodni za novu sredinu (Falco et al., 2014). Osim toga, ulaganja nacionalne vlade trebalo bi da se fokusiraju na jačanje nacionalnih sistema i struktura za nadzor, kao što su dijagnostičke laboratorije, tako da se mogu brzo suprotstaviti mogućim biološkim invazijama. Šta više, potrebno je uspostaviti organizacione jedinice za procjenu rizika koje dobro funkcionišu kako bi se one spriječile (IPPC Sekretariat, 2021a).

Zaključak

Posljednjih decenija došlo je do obimnih istraživanja o efektima klimatskih promjena na štetne organizme u različitim ekosistemima, što je rezultiralo brojnim publikacijama. Većina studija ukazuje na to da će se, generalno, rizik od štetnih organizama povećati u poljoprivrednim ekosistemima prema scenarijima klimatskih promjena, posebno u današnjim umjerenim i hladnijim regionima. Dobijeni rezultati ukazuju na to da će sve klime biti podložne promjenama, ali da će priroda i obim uticaja varirati u zavisnosti od sposobnosti proizvodnih sistema i prirodnih ekosistema da se prilagode i evoluiraju. U mnogim slučajevima klimatske promjene će dovesti do povećanja zdravstvenih problema biljaka u upravljanim (npr. poljoprivreda, hortikultura, šumarstvo), poluupravljanim (npr. nacionalni parkovi) i vjerovatno neupravljanim ekosistemima. Prilagođavanja strategija zaštite bilja zbog klimatskih promjena su već danas potrebna, a se procjenjuje da će ona biti još važnija u budućnosti, pod pretpostavkom da se ostvare projektovani scenariji klimatskih promjena.

Postoje mogućnosti za rješavanja problema štetnih organizama, koji mogu nastati u uslovima globalnih klimatskih promjena, uključujući: kontinuirani ili poseban nadzor i praćenje pojave pojedinih štetnih organizama; procjene rizika na nacionalnom, regionalnom i međunarodnom nivou i shodno tome propisavanje mjera suzbijanja ili iskorenjavanja rizičnog štetnog organizma; primjenu propisanih fitosanitarnih mjera u proizvodnim uslovima ili pri uvozu sjemena, sadnog materija, poljoprivrednih i šumarskih proizvoda; prilagođavanje tehnologije gajenja biljaka prema promjenljivim uslovima, sa posebnim akcentom na primjenu pesticida, koji mogu imati negativni uticaj na životnu sredinu; oplemenjivanje biljaka u promjenljivim uslovima i gajenje sorti ili hibrida šire genetičke osnove; sprovođenje svih onih



mjera koje mogu uticati da se uspore procesi većih klimatskih promjena, pri čemu značajnu ulogu ima država i podrška šire javnosti; uspostaviti bliže veze između zdravlja bilja i politike zaštite životne sredine; holistički pristup u proučavanju štetnih organizama, domaćana i njihove interakcije, zbog čega je neophodno uključivanje istraživača iz multidisciplinarnih oblasti, kao i intenziviranje međunarodne saradnje i razmjene informacija.

Literatura

- Almaši, R., Bača, F., Čamprag, D., Sekulić, R. (2002): III Štetočine kukuruza i njihovo suzbijanje. U: Kolektiv autora (eds), *Bolesti, štetočine i korovi kukuruza i njihovo suzbijanje*. Institut za kukuruz Zemun Polje, Beograd-Zemun, i DOO Školska knjiga, Novi Sad, 265-491.
- Amanifar, N., Taghavi, M., Izadpanah, K., Babaei, G. (2014): Isolation and pathogenicity of *Xylella fastidiosa* from grapevine and almond in Iran. *Phytopathologia Mediterranea*, 53(2): 318–327.
- Bača, F., Lević, J., Stanković, S., Stefanović, L., Simić, M., Gošić-Dondo, S. (2005): Importance of changes in the population composition of harmful insects, pathogens and weeds within the maize ecosystem. *Book of Abstracts: International Maize Conference: Accomplishments and Perspectives – 60th Anniversary of Maize Research Institute Zemun Polje*, Belgrade, Serbia and Montenegro, October 26-28, 2005, 17-18.
- Battilani, P., Toscano, P., van der Fels-Klerx, H.J., Moretti, A., Camardo Leggieri, M., Brera, C., Rortais, A. et al. (2016): Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Scientific Reports*, 6: 24328.
- Canto, T., Aranda, M.A., Fereres, A. (2009): Climate change effects on physiology and population processes of hosts and vectors that influence the spread of hemipteran-borne plant viruses. *Global Change Biology*, 15: 1884–1894.
- Carvajal-Yepes, M., Cardwell, K., Nelson, A., Garrett, K.A., Giovani, B., Saunders, D., Kamoun, S. et al. (2019): A global surveillance system for crop diseases. *Science*, 364: 1237–1239.
- Chakraborty, S., Pangga, I.B. (2004): Plant disease and climate change. In: Gillings, M., Holmes, A. (eds.) *Plant Microbiology*. BIOS Scientific Publishers, Abington, USA. pp 163–180.
- Choudhary, J.S., Kumari, M., Fand, B.B. (2019): Linking insect pest models with climate change scenarios to project against future risks of agricultural insect pests. *CAB Reviews*, 14: 055.
- Clements, D.R., DiTommaso, A., Hyvönen, T. (2014): Ecology and management of weeds in a changing climate. In: B.S. Chauhan, G Mahajan (eds.) *Recent Advances in Weed Management*. Springer Science & Business Media, New York, USA. pp. 13–37.
- Crowl, T.A., Crist, T.O., Parmenter, R.R., Belovsky, G., Lugo, A.E. (2008): The spread of invasive species and infectious disease as drivers of ecosystem change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6: 238–246.
- Dossa, G.S., Oliva, R., Maiss, E., Wydra, K. (2015): High temperature enhances the resistance of cultivated African rice, *Oryza glaberrima*, to bacterial blight. *Plant Disease*, 100: 380–387.
- Eigenbrode, S.D., Davis, T.S., Crowder, D.W. (2015): Climate change and biological control in agricultural systems: Principles and examples from North America. In: C. Björkman, P. Niemelä (eds.) *Climate Change and Insect Pests*. CABI, Wallingford, UK. pp. 119–135.
- Fahim, M.A., Hassanein, M.K., Abou Hadid, A.F., Kadah, M.S. (2011): Impacts of climate change on the widespread and epidemics of some tomato diseases during the last decade in Egypt. *Acta Horticulturae*, 914: 317–320.
- Falco, S.D., Adinolfi, F., Bozzola, M., Capitanio, F. (2014): Crop insurance as a strategy for adapting to climate change. *Journal of Agricultural Economics*, 9: 8²9–504.
- FAO (2008): Climate-related transboundary pests and diseases. Technical background document from the Expert consultation held on 25 to 27 February 2008. FAO, Rome, Italy. 59 pp.
- FAO (2021): *Strategic framework for the International Plant Protection Convention (IPPC) 8686–2030*. Rome, FAO on behalf of the IPPC Secretariat. 40 pp.
- Frem, M., Chapman, D., Fucilli, V., Choueiri, E., Moujabber, M.E., Notte, P.L., Nigro, F. (2020): *Xylella fastidiosa* invasion of new countries in Europe, the Middle East and North Africa: Ranking the potential exposure scenarios. *NeoBiota*, 59: 77–97.
- Garrett, K.A., Alcalá-Briseño, R.I., Andersen, K.F., Buddenhagen, C.E., Choudhury, R.A., Fulton, J.C., Hernandez Nopsa, J.F., Poudel, R., Xing, Y. (2018): Network analysis: A systems framework to address grand challenges in plant pathology. *Annual Review of Phytopathology*, 9⁰: 99³–580.
- Garrett, K.A., Dendy, S.P., Frank, E.E., Rouse, M.N., Travers, S.E. (2006): Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems. *Annual Review of Phytopathology* 88: 8²3–509.
- Gilardi, G., Gisi, U., Garibaldi, A., Gullino, M.L. (2017): Effect of elevated atmospheric CO₂ and temperature on the chemical and biological control of powdery mildew of zucchini and the Phoma leaf spot of leaf beet. *European Journal Plant Pathology*, 148: 229–236.
- Giovani, B., Blümel, S., Lopian, R., Teulon, D., Bloem, S., Galeano Martínez, C., Beltrán Montoya, C. et al. (2020): Science diplomacy for plant health. *Nature Plants*, 6: 902–905.
- Godefroid, M., Cruaud, A., Streito, J.-C., Rasplus, J.-Y., Rossi, J.-P. (2019): *Xylella fastidiosa*: Climate suitability of European continent. *Scientific Reports*, 9: 8844.



- Godefroid, M., Cruaud, A., Streito, J.C., Rasplus, J.Y., Rossi, J. P. (2018): Climate change and the potential distribution of *Xylella fastidiosa* in Europe. *bioRxiv*, hal-02791548f
- Gullino, M.L., Tabone, G., Gilardi, G., Garibaldi, A. (2020): Effects of elevated atmospheric CO₂ and temperature on the management of powdery mildew of zucchini. *Journal of Phytopathology*, 168: 405–415.
- Hannukkala, A.O., Kaukoranta, T., Lehtinen, A., Rahkonen, A. (2007): Late-blight epidemics on potato in Finland, 1933–2002: Increased and earlier occurrence of epidemics associated with climate change and lack of rotation. *Plant Pathology*, 56: 167–176.
- Hunjan, M.S., Lore, J.S. (2020): Climate change: Impact on plant pathogens, diseases, and their management. In: Jabran K., Fbrentine S., Chauhan B. (eds.) *Crop Protection Under Changing Climate*. Springer, Cham. pp.85–100.
- Ikegami, M., Jenkins, T.A.R. (2018): Estimate global risks of a forest disease under current and future climates using distribution model and simple thermal model – pine wilt disease as a model case. *Forest Ecology and Management*, 409: 343–352.
- IPCC (2014): Summary for policymakers. In: *Climate change 8670: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, *et al.*, eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.32 pp.
- IPCC (2018): *Global warming of 7.1 >C: An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, *et al.*, eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 630 pp.
- IPPC Secretariat (2021a): *Scientific review of the impact of climate change on plant pests – A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems*. FAO on behalf of the IPPC Secretariat, Rome, Italy.72 pp.
- IPPC Secretariat (2021b): *Plant Health and Climate Change*. FAO on behalf of the IPPC Secretariat, Rome, Italy.2 pp.
- Jactel, H., Desprez-Loustau, M.L., Battisti, A., Brockerhoff, E., Santini, A., Stenlid, A., Björkman, C. *et al.* (2020): Pathologists and entomologists must join forces against forest pest and pathogen invasions. *NeoBiota*, 58: 107–127.
- Jones, J.T., Haegeman, A., Danchin, E.G.J., Gaur, H.S., Helder, J., Jones, M.G.K., Kikuchi, T. *et al.* (2013): Top 10 plantparasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14: 946–961.
- Jones, R.A.C. (2009): Plant virus emergence and evolution: origins, new encounter scenarios, factors driving emergence, effects of changing world conditions, and prospects for control. *Virus Research*, 141: 113–130.
- Jones, R.A.C. (2016): Future scenarios for plant virus pathogens as climate change progresses. *Advances in Virus Research*, 95: 87–147.
- Jones, R.A.C., Barbetti, M.J. (2012): Influence of climate change on plant disease infections and epidemics caused by viruses and bacteria. *CAB Reviews* ¹:5–32.
- Juroszek, P., Racca, P., Link, S., Farhumand, J., Kleinhenz, B. (2020): Overview on the review articles published during the past 30 years relating to the potential climate change effects on plant pathogens and crop disease risks. *Plant Pathology*, 69: 179–193.
- Juroszek, P., von Tiedemann, A. (2011): Potential strategies and future requirements for plant disease management under a changing climate. *Plant Pathology*, 60: 100–112.
- Juroszek, P., von Tiedemann, A. (2015) Linking plant disease models to climate change scenarios to project future risks of crop diseases: A review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 122: 3–15.
- Kocmánková, E., Trnka, M., Juroch, J., Dubrovský, M., Semerádová, D., Možný, M., Žalud, Z. (2009): Impact of climate change on the occurrence and activity of harmful organisms. *Plant Protection Science*, 45, Special Issue: S48–S52.
- Lević, J., Gošić-Dondo, S., Ivanović, D., Stanković, S., Krnjaja, V., Bočarov-Stančić, A., Stepanić, A. (2013): An outbreak of *Aspergillus* species in response to environmental conditions in Serbia. *Pesticides and Phytomedicine*, 28 (3): 167-179.
- Lopian, R. (2018): *Climate change, sanitary and phytosanitary measures and agricultural trade*. The state of agricultural commodity markets (SOCO) 2018: Background paper. FAO, Rome, Italy, 48 pp.
- Macfayden, S, McDonald, G., Hill, M.P. (2018): From species distributions to climate change adaptation: Knowledge gaps in managing invertebrate pests in broad-acre grain crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 253: 208–219.
- Malmstrom, C.M., Melcher, U., Bosque-Pérez, N.A. (2011): The expanding field of plant virus ecology: historical foundations, knowledge gaps, and research directions. *Virus Research* 159: 84–94.
- Medina, M.M. (2017): *Towards an Inclusive Risk-Based Approach in the Cross-Border Ecommerce Environment*. 56th commission on phytosanitary measures for IPPC. Republic of Korea, pp 5–11.
- Miedaner, T., Juroszek, P. (2021a): Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in Northwestern Europe *Theoretical and Applied Genetics*, 578⁰), DOI:54.544¹ /s44566-021-03807-0
- Petzoldt, C., Seaman, A. (2006): Climate change effects on insects and pathogens. In: *Climate Change and Agriculture: Promoting Practical And Profitable Responses*. New York State IPM Program, 630 W. North St., New York State Agricultural Extension Station, Geneva, pp 6–16.
- Pritchard, S.G., Rogers, H.H., Prior, S.A., Peterson, C.M. (1999): Elevated CO₂ and plant structure: a review. *Global Change Biology*, 5: 807–837.
- Siciliano, I., Berta, F., Bosio, P., Gullino, M.L., Garibaldi, A. (2017a): Effect of different temperatures and CO₂ levels on *Alternaria* toxins produced on cultivated rocket, cabbage and cauliflower. *World Mycotoxin Journal*, 10: 63–71.
- Siciliano, I., Bosio, P., Gilardi, G., Gullino, M.L., Garibaldi, A. (2017b): Verrucarin A and roridin E produced on spinach by *Myrothecium verrucaria* under different temperatures and CO₂ levels. *Mycotoxin Research*, 33: 139–146.



- Srivastava, A., Kumar, S.N., Aggarwal, P.K. (2010): Assessment of vulnerability of sorghum to climate change in India. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 57²: 5⁰ 4–169.
- Stanković, S., Lević, J., Ivanović, D. (2007): Genetic variability of maize pathogens in Serbia. *Genetika*, 39 (2): 227-240.
- Suggitt, A.J., Wilson, R.J., Isaac, N.J., Beale, C.M., Auffret, A.G., August, T., Maclean, I.M.D. *et al.* (2018). Extinction risk from climate change is reduced by microclimatic buffering. *Nature Climate Change*, 8(8): 713–717.
- Trkulja, V. (2014): O prvom nalazu *Xylella fastidiosa* – opasnog karantinskog patogena na maslinama i drugim biljkama domaćinima u Italiji. *Biljni lekar*, ⁰: 886–462.
- Trkulja, V., Karić, N., Ostojić, I., Treštić, T., Dautbašić M., Mujezinović O. (2012): *Atlas karantinskih štetnih organizama*. Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja, Sarajevo.
- Trkulja, V., Stojčić, J. (2002): Pojava virusa žute patuljivosti ječma u Republici Srpskoj. *Biljni lekar* 5: 75–38.
- Trkulja, V., Vasić, J., Mihić Salapura J., Kovačić Jošić D. (2018): 'Candidatus Phytoplasma vitis' – prouzrokovatelj zlatostog žutila vinove loze kao potencijalna opasnost za vinograde u Bosni i Hercegovini. *Zbornik radova: Znanstveno stručni skup s međunarodnim sudjelovanjem: „130 godina organiziranoga vinogradarstva i vinarstva u BiH“*, Mostar. 8²²–503.
- Van der Fels-Klerx, H.J., Liu, C., Battilani, P. (2016): Modelling climate change impacts on mycotoxin contamination. *World Mycotoxin Journal*, ³: 15¹–726.
- Wolfe, D.W., Ziska, L., Petzoldt, C., Seaman, A., Chase, L., Hayhoe, K. (2008): Projected change in climate thresholds in the Northeastern U.S.: Implications for crops, pests, livestock, and farmers. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13: 555–575.

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE OCCURRENCE OF HARMFUL ORGANISMS

Vojislav Trkulja

PI Agricultural Institute of Republic of Srpska, Banja Luka,
Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

The effects of climate change on harmful organisms are complex because other factors of influence are not constant, but are changing. In addition, climate change can affect harmful organisms differently or similarly, depending on which group of organisms they belong to: fungi, bacteria, viruses, insects, nematodes, etc. In fitopathogenic fungi, these effects are manifested in terms of: changes in biology; faster evolution due to longer seasons of the year; the emergence of new races or greater aggressiveness of existing species due to gene recombination; changes in geographical distribution, either towards the northern hemisphere or in areas of higher altitude; introduction of quarantine and invasive species, as well as expansion into new areas in relation to the area of origin; higher mycotoxin production; etc. For viruses and bacteria, which are transmitted by vectors, the impact of climate change on the presence, spreading and number of vectors is of special importance. The positive impact of climate change on different pests can be manifested in the form of: changes in biology and emergence of a higher number of generations; increased numbers and fertility; better overwintering; extended range of hosts; introduction of quarantine and invasive species; spreading to new areas; etc. The positive effects of climate change on harmful organisms are most often with a negative effect on the development of agriculture and food production, forestry development, biodiversity and the environment - due to possibility of greater economic damage, as well as greater needs for pesticides. Climate change can also affect host plants, with their loss of the natural basis of resistance being of particular importance.

Although some progress has been made in monitoring and understanding climate change, there is still a need for many scientific, technical and institutional solutions to precisely plan, adjust and alleviate the effects of climate change on harmful organisms and hosts, as well as their interaction.



NS HIBRIDNI – POUZDAN PARTNER U PROIZVODNJI KUKURUZA

Goran Bekavac, Ivica Đalović, Božana Purar, Goran Malidža, Miroslav Zorić, Bojan Mitrović

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja, Novi Sad
goran.bekavac@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

Za uspeh u proizvodnji kukuruza podjednako su važni primenjena tehnologija i hibrid. Dok je sa jedne strane uvođenje novih tehnoloških rešenja ostvarivo u relativno kratkom vremenskom periodu, rad na stvaranju hibrida je skup i dugotrajan proces. Kako bi se ubrzao postupak stvaranja hibrida, uvode se nova naučna i tehničko-tehnološka rešenja. U poslednje vreme, akcent se stavlja na tehnologiju dvostrukih haploida, fenotipizaciju, genomsku selekciju, predikcione modele, jer samo dobro koncipiran oplemenjivački program i komercijalno vredan hibrid mogu dati odgovore na izazove u proizvodnji.

Ključne reči: kukuruz, oplemenjivanje, hibrid, proizvodnja

Uvod

Kukuruz je naša najznačajnija ratarska biljna vrsta. Seje se na oko milion hektara i godišnje proizvede 5-6.5 miliona tona zrna. Oko 70% ukupnih površina nalazi se ravničarskom, a 30% u brdskom području (Stojaković i sar, 2009). Po pitanju dužine vegetacije, najzastupljeniji su hibridi FAO grupa 300-600, dok je udeo ranih (FAO 100-200), odnosno kasnih hibrida (FAO 700) znatno manji i određen specifičnim potrebama u proizvodnji. Iako su za uspeh u proizvodnji kukuruza podjednako važni tehnologija proizvodnje i hibrid, u poslednje vreme se sve više ističe značaj hibrida kao nosioca prinosa, kvaliteta, novih tehnoloških rešenja (svojstava) i tolerantnosti prema abiotičkim i biotičkim faktorima stresa. U tom smislu, oplemenjivanje je jedna od ključnih naučno-istraživačkih aktivnosti u Odeljenju za kukuruz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

Oplemenjivanje kukuruza

Oplemenjivanje kukuruza je skup i dugotrajan proces koji zavisi od genetičkog materijala kojim se raspolaže, ciljeva selekcije, primenjenih oplemenjivačkih metoda, itd. U poslednjih dvadesetak godina, gajenje kukuruza u našoj zemlji se značajno promenilo. Od sitnih parcela i berbe kukuruza u klip, u velikoj meri prešlo se na gajenje hibrida pogodnih za kombajniranje u



zrnu. Takvi hibridi zahtevaju intenzivnu tehnologiju proizvodnje, gaje se u višim gustinama, daju izuzetno visoke prinose i ono što se poslednjih godina ističe kao posebno značajno, imaju nisku vlagu u zrnu. U vreme kada su energenti za dosušivanje zrna izuzetno skupi, kao imperativ se nameće uslov da se kukuruz kombajnira sa vlagom koja mu obezbeđuje skladištenje bez dosušivanja (sadržaj vlage u zrnu u žetvi 14% i niži). Osim ovih tehnoloških zahteva, čini se da najozbiljniji zahtev postavlja priroda, odnosno klima, koja se ubrzano menja i koja gotovo svake godine postavlja nove kriterijume i pravi nove izazove.

Klimatske promene

Na globalnom nivou, klimatske promene predstavljaju najozbiljniji izazov poljoprivrede 21. veka. Najveći broj klimatskih modela upućuje na zaključak da se može očekivati dalji porast srednje godišnje temperature vazduha, promena količina i distribucije padavina i povećanje učestalosti ekstremnih vremenskih događaja (IPCC WGI, 2007). Pored direktnih uticaja na poljoprivredu u vidu dugotrajnih suša, visokih ili niskih temperatura, olujnih vetrova, itd. klimatske promene utiču i na brojne biotičke faktore (biljne bolesti, štetočine i korove) menjajući ciljeve oplemenjivanja i modele biljaka. Kao jedan od najočiglednijih primera klimatskih promena mogu se navesti sve češće štete koje kukuruzu pričinjava pamukova sovica ili sve veći problemi vezani za pojavu aflatoksina u zrnu. Oba primera u prošlosti vezivala su se za toplije krajeve, dok su sada i u našem agroekološkom rejonu redovna pojava, čijem se rešavanju mora pristupiti na poseban način. Rešavanje ovakvih problema je izuzetno kompleksno. Da bi se stvorila inbred linija, nakon inicijalnog ukrštanja potrebno je izvesti 6-10 generacija samooplodnje (Hallauer et al., 2010). Ako se tome doda vreme neophodno za testiranje i registraciju novostvorenih hibrida, jasno je da su rešenja koje nudi oplemenjivanje spora i veoma skupa. U cilju što bržeg i što efikasnijeg odgovora na izazove u proizvodnji kukuruza, u konvencionalno oplemenjivanje se uvode nova naučna i tehnološka rešenja.

Dvostruki haploidi (DH)

Proces stvaranja inbred linija je dug i zahteva angažovanje ozbiljnih resursa. Linija dobijena na kraju ovog procesa ipak nije potpuno homozigotna, što može stvoriti brojne probleme kako sa aspekta semenske proizvodnje, tako i sa aspekta DUS testa i registracije ovakvog genotipa (Sserumaga et al., 2015). Rešenje je nađeno u stvaranju dvostrukih haploida ili dihaploida (DH). Dihaploid je genotip nastao spontanom ili indukovanim dupliranjem hromozoma haploidne ćelije (n). Njegova osnovna karakteristika je potpuna (100%) homozigotnost svih lokusa (Geiger and Gordillo, 2009). Kako je maksimalna homozigotnost



roditeljskih linija osnovni preduslov komercijalnih oplemenjivačkih programa, ovaj fenomen se koristi za ubrzavanje procedure i dobijanje novih inbred linija u svega nekoliko koraka (Prasanna et al., 2012). U Odeljenju za kukuruz se na stvaranju dihaploida radi već nekoliko godina. Uprkos brojnim tehničkim problemima, kompletna procedura je razrađena i prilagođena našim tipovima materijala, a prve DH linije su prošle testiranja u multilokacijskim i pretkomisijskim ogledima.

Fenotipizacija

Osim DH tehnologije, kvalitetna fenotipizacija je sastavni deo modernog oplemenjivanja, pogotovo kvantitativnih svojstava (Tuberosa, 2012). U oplemenjivanju na tolerantnost prema suši i ekstremno visokim temperaturama, svojstva kao što su rani vigor, temperatura useva ili stay green se mogu lako kvantifikovati i obraditi adekvatnim statističkim modelom. Upotreba dronova i odgovarajućeg softvera omogućava skeniranje velikog broja genotipova, a podaci dobijeni na ovaj način su neizostavna karika genomske selekcije i razvoja predikcionih modela (Cobb et al., 2013). Snažnu podršku razvoju genomske selekcije na Odeljenju za kukuruz daje naučno-tehnička saradnja sa vrhunskim institutima i univerzitetima u svetu.

Eksperimenti u polju

Bez obzira na visokotehnološku podršku praktičnom oplemenjivanju (laboratorije, staklare, dihaploidi, fenotipizacija, genomska selekcija, itd), testiranje hibrida u višegodišnjim, multilokacijskim ogledima je nezamenljivo (Yan et al., 2019). Performanse hibrida u različitim uslovima spoljne sredine su kriterijum na osnovu kog se ocenjuje vrednost novostvorenih genotipova. Zbog toga se posebna pažnja posvećuje kako izboru lokaliteta na kojima se vrši testiranje, tako i izboru adekvatnog eksperimentalnog dizajna. U oplemenjivačkom programu Odeljenja za kukuruz se u zavisnosti od nivoa testiranja koriste različiti eksperimentalni dizajni, dok se analiza podataka bazira na korišćenju linearnih mešoviti modela koji uzimaju u obzir varijacije u okviru ogleda i između ogleda, podrazumevajući postojanje prostornih varijacija i heterogenosti varijansi i kovarijansi između lokaliteta. Pored analize osnovnih performansi hibrida (prinos zrna, sadržaj vlage u zrnu, procenat poleglih i slomljenih biljaka), u najvišim kategorijama ogleda se analiziraju i parametri stabilnosti prinosa primenom različitih multivarijacionih modela.

Nutritivni kvalitet

U poslednjih nekoliko godina primećuje se povećana tražnja za hibridima specifičnih



svojstava, pre svega za hibridima izmenjene boje perikarpa (crvene, plave ili crne boje). Ovakvi hibridi imaju znatno viši sadržaj antioksidanata od klasičnog žutog kukuruza, što bi moglo biti veoma interesantno sa aspekta pravljenja nove funkcionalne hrane, industrijske prerade i razvoja stočarstva. Posebno je interesantan kukuruz crne boje zrna koji sadrži znatno veće količine nutrijenata nego klasičan žuti kukuruz i gotovo dvostruko veću količinu antocijana od borovnice ili maline. Antocijani imaju snažno antiinflamatorno i antikancerogeno svojstvo, utiču na regulisanje krvnog pritiska, rad centralnog nervnog sistem i bubrega. U nedavno objavljenoj studiji, ustanovljen je čak i antikorozivni efekat pigmenata iz crvenog kukuruza (Stevanović i sar, 2020). U Odeljenju za kukuruz, najperspektivniji hibridi izmenjene boje perikarpa se nalaze u završnim fazama testiranja.

Semenarstvo

Nakon registracije u ogledima sortne komisije, hibridi se dodatno testiraju u tzv. postkomisijskim ogledima. Cilj ovih ogleda je da se novostvoreni hibridi uporede sa komercijalnim sortimentom, ali i da se uporede hibridi registrovani u istom ciklusu priznavanja. Samo najbolji iz ove kategorije ogleda se uvode u komercijalnu ponudu. Hibridi kukuruza Instituta za ratarstvo i povrtarstvo namenjeni tržištu se dorađuju u savremenom doradnom centru uz primenu najnovijih tehničko-tehnoloških rešenja. Koliko se ovom segmentu poklanja pažnje govori i činjenica da u poslednjih desetak godina nismo imali ni jednu reklamaciju na kvalitet semena.

NS hibridi kukuruza za setvu 2022. godine

Pri donošenju odluke koji hibrid sejati, treba se držati principa da okosnica moraju biti dobro poznati hibridi koji su pokazali visok nivo stabilnosti prinosa u različitim agroekološkim uslovima proizvodnje. Osim toga, treba uvoditi i novi sortiment, odnosno novopriznate hibride koji su postigli konzistentno dobre rezultate u barem nekoliko godina testiranja. U strukturi setve treba da budu zastupljeni hibridi različitih dužina vegetacije, kako bi izbegli eventualne rizike koje nosi svaka proizvodna godina (poklapanje perioda suše i visokih temperatura sa oplodnjom i početkom nalivanja zrna), odnosno na najracionalniji način koristili mehanizaciju i smeštajne kapacitete za zrno. U ponudi NS hibrida za 2022. godinu nalaze se hibridi koji ispunjavaju najviše standarde prinosa i kvaliteta i predstavljaju kombinaciju dobro poznatih i novih hibrida, za koje slobodno možemo reći da su pouzdan partner u proizvodnji kukuruza.

NS 3022

Srednje rani hibrid, FAO grupa 360. U ogledima sortne komisije imao je 17,9% viši prinos zrna od standarda i 1,1% nižu vlagu od standarda. Potencijal rodnosti je 15 t/ha suvog zrna. Stabljika



je robusna i čvrsta, visine oko 250 cm. Klip je dugačak, valjkastog do blago konusnog oblika, sa 14-16 redova zrna. Zrno je tipa zubana, žutonarandžaste boje. Masa 1000 zrna je 350-380 g. Dobar je predusev za pšenicu i može se gajiti kao osnovni usev (za zrno i silažu) i kao postrni usev za silažu. Optimalni sklop je oko 75.000 biljaka po hektaru u povoljnim uslovima, a 65.000 biljaka po hektaru u manje povoljnim uslovima.

NS 3023

Srednje rani hibrid, grupe zrenja FAO 390. Hibrid izuzetnog potencijala za prinos od preko 16t/ha, namenjen kombajniranju u zrnu. Karakteriše ga brzo otpuštanje vlage iz zrna nakon fiziološke zrelosti. Stablo je visine oko 270 cm, elastično i tolerantno prema poleganju. Klip je dugačak, cilindričan, sa 16 redova zrna tipa zubana, žute boje. Može se gajiti kao osnovni usev u redovnoj setvi za proizvodnju zrna i silaže i kao postrni usev za proizvodnju silaže. Optimalni sklop iznosi 75.000 biljaka po hektaru u povoljnim uslovima, a 65.000 biljaka po hektaru u manje povoljnim uslovima gajenja.

NS 4000

Nov, visokoprinosan, srednje rani hibrid, grupe zrenja FAO 450. Hibrid izuzetne adaptabilnosti i stabilnosti, sa potencijalom za prinos zrna preko 16 t/ha. Posедуje čvrsto stablo, visine oko 260 cm, tolerantno prema poleganju sa listovima uspravnog položaja. Klip je krupan, cilindričnog oblika, sa 18 redova zrna. Zrno je tipa zubana, žute boje. Može se gajiti kao osnovni usev za proizvodnju zrna i silaže ili postrni usev za proizvodnju silaže. Optimalni sklop iznosi 75.000 biljaka po hektaru u povoljnim uslovima gajenja, odnosno 70.000 biljaka po hektaru u manje povoljnim. Za silažu broj biljaka po hektaru povećati za 10-15%.

NS 4006

Nov, srednje rani hibrid izuzetne adaptabilnosti i tolerantnosti prema suši, grupe zrenja FAO 430. Potencijal za prinos je 16 t/ha i namenjen je intenzivnim uslovima proizvodnje, mada odlične rezultate postiže i u manje povoljnim uslovima gajenja. Stablo je srednje visine za svoju grupu zrenja. Klip je dobro razvijen, cilindričnog oblika, sa 14 do 16 redova zrna. Zrno je u tipu tvrđeg zubana, žute boje. U proizvodnji za zrno, optimalni sklop u setvi je oko 78 000 biljaka u povoljnim, odnosno 73 000 biljaka po hektaru u manje povoljnim uslovima. Dobar je predusev za pšenicu.

NS 5051

Srednje kasni hibrid (FAO 580) visokih i stabilnih prinosa sa potencijalom za prinos preko 17 t/ha suvog zrna i 60 t/ha silaže. Stablo je čvrsto, visine oko 260 cm sa klipom formiranim na oko



90 cm. Klip je dug, cilindričnog oblika, sa 16-18 redova zrna, žute boje. Zrno je tipa zubana, standardnog kvaliteta, mase 1000 zrna oko 380 g. Može se gajiti kao osnovni usev za zrno i silažu. Dobar je predusev za pšenicu i preporučuje se za gajenje u svim ravničarskim rejonima. Pogoduje mu intenzivna agrotehnika. Optimalni sklop iznosi oko 68.000 biljaka po hektaru u povoljnim uslovima, odnosno 62.000 biljaka po hektaru u manje povoljnim uslovima. Za silažu broj biljaka po hektaru povećati za 10-15%.

NS 6000

Nov, izuzetno rodan srednje kasni hibrid, grupe zrenja FAO 550, namenjen kombajniranju u zrnu i ranoj berbi u klip. U višegodišnjim testiranjima pokazao vrhunske rezultate. Potencijal za prinos je preko 17 t/ha. Stablo visine oko 270 cm, elastično, tolerantno prema poleganju, listovi uspravnog položaja. Klip krupan, cilindričnog oblika, sa 18 redova zrna. Zrno tipa zubana, žute boje. Može se gajiti kao osnovni usev za proizvodnju zrna i silaže. Optimalni sklop iznosi 72.000 biljaka po hektaru u povoljnim uslovima gajenja, odnosno 68.000 biljaka po hektaru u manje povoljnim. Za silažu broj biljaka po hektaru povećati za 10-15%.

NS 6030

Srednje kasni hibrid rekordnih i stabilnih prinosa. Potencijal za prinos je 17 t/ha suvog zrna i 65 t/ha silaže. Stablo je prosečne visine za svoju grupu zrenja, čvrsto, otporno prema poleganju. Listovi zadržavaju zelenu boju do pune zrelosti zrna. Klip je cilindričan, sa 16 redova zrna tipa zubana, žutonarandžaste boje. Masa 1000 zrna iznosi preko 400 g. Može se gajiti kao osnovni usev za zrno i silažu. Pogoduje mu ranija setva. Postiže visoke i stabilne prinose u svim ravničarskim rejonima. Optimalni sklop iznosi oko 65.000 biljaka po hektaru u povoljnim uslovima, odnosno 57.000 biljaka po hektaru u manje povoljnim uslovima. Za silažu broj biljaka po hektaru povećati za 10-15%.

NS 5010

Silažni, srednje kasni hibrid, FAO 580, namenjen siliranju i berbi u klip. Stablo je visoko, elastično, visine preko 280 cm, odlične tolerantnosti prema poleganju. Potencijal za prinos je preko 15 t/ha suvog zrna i preko 75 t/ha silaže. Klip je dugačak, cilindričnog oblika, sa 16 redova zrna. Zrno je tipa zubana, žutonarandžaste boje, mase 1000 zrna iznad 400 g. Može se gajiti kao osnovni usev za zrno i silažu. Pogodan za gajenje u svim ravničarskim rejonima i daje silažu odličnog kvaliteta. Optimalni sklop u povoljnim uslovima gajenja iznosi oko 62.000 biljaka po hektaru, u prosečnim 59.500 biljaka po hektaru i u manje povoljnim 57.000 biljaka po hektaru. Za silažu broj biljaka po hektaru povećati za 15-20%.



NS 5041 Ultra

Otporan prema herbicidu Focus Ultra!

Srednje kasni hibrid, grupe zrenja FAO 580, namenjen gajenju u DUO sistemu. Potencijal rodnosti je do 16 t/ha suvog zrna i 60 t/ha silaže. Stablo je visine oko 260 cm, elastično, tolerantno prema poleganju. Klip je srednje dužine, sa 16-18 redova zrna, žute boje. Masa 1000 zrna je oko 400 g. Može se gajiti kao osnovni usev u redovnoj setvi za proizvodnju zrna i silaže i kao postrni usev za proizvodnju silaže. Preporučuje se za berbu u klipu i kombajniranje u zrnu. Posедуje odličnu adaptabilnost i stabilnost prinosa i izuzetnu otpornost prema herbicidu Focus Ultra. Optimalni sklop iznosi 68.000 biljaka po hektaru u povoljnim uslovima, odnosno 62.000 biljaka po hektaru u manje povoljnim uslovima gajenja. Za silažu broj biljaka po hektaru povećati za 10-15%.

Ovde su prikazani predstavnici pojedinih grupa zrenja i hibrida specifične namene. Za detaljnije informacije o kompletnoj ponudi NS hibrida kukuruza, posetite sajt: <https://nsseme.com>.

Literatura

- Cobb, JN, Declerck, G, Greenberg, A, Clark, R, McCouch, S 2013 Next-generation phenotyping: requirements and strategies for enhancing our understanding of genotype-phenotype relationships and its relevance to crop improvement. *Theor Appl Genet.* vol 56⁰ (8), pp. 201-87.
- IPCC WGI 2007 Climate Change (2007) *The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- Geiger H.H, Gordillo G.A (2009) Doubled haploids in hybrid maize breeding. *Maydica*, 54: 485-499.
- Hallauer, A. R., M. J. Carena, and J. B. Miranda Filho (2010) *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Springer, New York.
- Prasanna B M, Chaikam V & Mahuku G (eds) (2012) *Doubled haploid technology in maize breeding: Theory and Practice*. Mexico, D.F.: CIMMYT
- Sserumaga, J, Oikeh, SO, Mugo, S, Asea, G, Otim, M, Beyene, Y, Abalo, G, Kikafunda, J 2015 Genotype by environment interactions and agronomic performance of doubled haploids testcross maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Euphytica*, 207: 1-13.
- Stevanovic M, Stevanovic S, Mihailovic M, Kiproviski B, Bekavac G, Mikulic-Petkovsek M, Jelena Lovic J (2020) Antioxidant Capacity of Dark Red Corn – Biochemical Properties Coupled with Electrochemical Evaluation. *Rev. Chim*, 71 (6): 31-41.
- Stojaković M, Jocković Đ, Ivanović M, Bekavac G, Nastasić A, Purar B, Stanisavljević D, Popov R, Čapelja V, Lajšić R, Dolapčev S, Stojaković Ž (2009): Specifičnosti reakcije hibrida kukuruza u različitim agroekološkim uslovima. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 8⁰ (II): 779-344.
- Tuberosa, R 2012 Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. *Frontiers in Physiology*. 3: 347. doi: 10.3389/fphys.2012.00347
- Yan, W., Tinker, N.A., Bekele, W.A., Mitchell-Fetch, J., Fregeau-Reid, J. (2019) Theoretical Unification and Practical Integration of Conventional Methods and Genomic Selection in Plant Breeding. *Crop Breed Genet Genom.* 1:e190003.



SOJA U 2021. GODINI

*Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Vuk Đorđević, Marina Čeran, Predrag Randelović,
Marjana Vasiljević, Aleksandar Ilić, Dragana Valan, Larisa Merkulov Popadić*

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja, Novi Sad
vojjin.djukic@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

Soja je biljna vrsta poreklom iz suptropskih predela sa povišenom vlagom kako zemljišta, tako i vazduha. Za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa ograničavajući faktor u proizvodnji soje javlja se nedostatak vlage u kritičnim fazama rasta i razvoja biljaka. Prema procenama Poslovne zajednice za industrijsko bilje, soja je u 2021. godini bila zasejana na površini od 230.000 hektara, a ostvareni prosečni prinosi su od 2.200 kg ha^{-1} do 2.300 kg ha^{-1} . U ovako lošoj godini za proizvodnju soje prinosi su veoma varirali i između pojedinih regiona, ali i između pojedinih parcela u istim regionima, zavisno od proizvodnih faktora, kao što su plodnost zemljišta, đubrenje, vreme i kvalitet osnovne obrade, predsetvene pripreme, setve soje, zakorovljenosti parcela, pojavi grinja i agrotehničkih mera primenjenih u toku vegetacionog perioda soje.

Uvod

Za ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa soje potrebno je odabrati seme visokog kvaliteta, odnosno deklarirano seme, a pažnju treba posvetiti i pravilnom izboru sorti za pojedine regione gajenja (Vidić i sar., 2010). Za ostvarenje ovog cilja neophodno je sve agrotehničke mere primeniti pravilno i pravovremeno (Đukić i sar., 2018), ali moramo imati u vidu da su najvažnije agronomske i hemijske osobine svake sorte pod jakim uticajem faktora spoljašnje sredine i podložne su promenama u zavisnosti od uslova klime i zemljišta (Miladinović i sar., 2013). Zbog toga, izuzetno je važno da odabrane sorte budu ne samo dobro prilagođene konkretnim agroekološkim uslovima, već i da zbog promenljivosti ovih uslova imaju dobru adaptabilnost, kao i stabilnost prinosa (Miladinović i sar., 2017).

Uslovi za proizvodnju soje u 2021. godini

Proizvodnu 2021. godinu obeležile su niske temperature u aprilu i maju mesecu, što je doprinelo kasnijoj setvi, dugom periodu klijanja i nicanja i usporenom početnom rastu useva



soje, visoke junske temperature i nedostatak zemljišne vlage od zadnje dekade juna do žetve soje. Radi detaljnije analize vremenskih uslova u 2021. godini u Tabeli 1 prikazane su temperaturne vrednosti i količine padavina, kao i višegodišnji proseci u vegetacionom periodu soje za devet regiona. Posmatrajući prosek temperatura za vegetacioni period soje uočava se da je temperatura u 2021. godini u svim regionima bila viša u odnosu na višegodišnji prosek, a

Tabela 1. Temperature (°C), padavine (mm) i višegodišnji proseci za pojedine regione

Lokalitet		Palčić	Kikinda	Sombor	Zrenjanin	Novi Sad	Vršac	St. Mitrovica	Loznica	Valjevo
Temperature (°C) i padavine (mm) po mesecima										
April	Temperature	10,0	9,9	9,9	10,0	10,5	10,3	10,1	10,6	10,2
	Višeg. prosek	12,8	11,8	11,5	11,9	11,7	12,2	11,7	11,8	11,5
	Padavine	38	24	37	40	56	31	38	62	48
	Višeg. prosek	44	45	45	42	51	55	47	67	60
Maj	Temperature	15,8	16,5	15,8	16,7	16,9	17,0	17,0	16,9	17,4
	Višeg. prosek	17,8	17,3	17,1	17,5	17,3	17,4	17,2	17,0	16,8
	Padavine	53	53	64	53	63	55	49	79	48
	Višeg. prosek	61	54	64	60	62	64	60	78	79
Jun	Temperature	22,2	22,3	22,1	22,0	22,4	20,9	22,2	22,3	22,4
	Višeg. prosek	20,5	20,2	20,1	20,3	20,0	20,0	19,9	20,0	19,8
	Padavine	43	13	74	25	26	35	9	46	23
	Višeg. prosek	78	79	80	88	92	85	81	112	109
Jul	Temperature	24,8	25,3	24,5	25,3	25,4	25,5	24,9	24,9	25,2
	Višeg. prosek	22,3	22,2	21,9	22,1	21,9	22,0	21,5	21,8	21,9
	Padavine	82	68	125	113	115	75	105	58	57
	Višeg. prosek	56	56	66	61	60	71	62	83	69
Avgust	Temperature	22,3	22,7	21,9	22,6	22,7	21,4	22,3	23,1	23,2
	Višeg. prosek	20,7	21,9	21,5	22,0	21,7	22,1	21,3	21,5	21,5
	Padavine	59	51	67	52	47	13	31	47	54
	Višeg. prosek	54	49	55	46	60	61	56	75	69
Septembar	Temperature	18,1	18,1	18,0	18,3	18,5	18,1	18,2	18,8	18,7
	Višeg. prosek	16,0	17,0	16,6	17,2	17,1	17,5	16,7	16,9	16,9
	Padavine	33	14	29	9	20	6	9	19	36
	Višeg. prosek	46	53	52	47	55	56	50	71	66
Vegetacioni period	Temperature	18,9	19,1	18,7	19,2	19,4	18,9	19,1	19,4	19,5
	Višeg. prosek	18,4	18,4	18,1	18,5	18,3	18,5	18,1	18,2	18,1
	Padavine	308	223	396	292	327	215	241	311	266
Višeg. prosek	339	336	362	344	380	392	356	486	452	



povećanje je bilo od 0,4°C u regionu Vršca do 1,4°C u regionu Valjeva. Padavina je tokom vegetacionog perioda soje u većini regiona bilo manje u odnosu na višegodišnji prosek. Tako je u regionu Valjeva zabeležena količina padavina u vegetacionom periodu za 186 mm manja u odnosu na višegodišnji prosek, u regionu Vršca za 177 mm, Loznice za 175 mm, Sremske Mitrovice za 115 mm i Kikinde za 113 mm manje u odnosu na višegodišnji prosek, dok je u drugim regionima taj manjak znatno niži - u regionu Novog Sada za 53 mm, Zrenjanina za 52 mm i Palića za 31 mm. U regionu Sombora bilo je više padavina u odnosu na višegodišnji prosek i to za 34 mm. Padavine su bile lokalnog karaktera i u mnogim rejonima gajenja soje bilo je parcela i sa znatno manjom ili znatno većom količinom padavina u odnosu na prosečne vrednosti za dati region.

U aprilu i maju, u većini regiona zabeležene su niže srednje dnevne temperature vazduha u odnosu na višegodišnji prosek, što je produžilo period klijanja i nicanja soje. Aprilske temperature kretale su se od 9,9°C (Kikinda, Sombor) do 10,6°C (Loznica), a majske od 15,8°C (Palić, Sombor) do 17,4°C (Valjevo). Jedino su na lokalitetu Valjevo srednje majske temperature bile za 0,6°C iznad višegodišnjeg proseka za ovaj mesec, a na ovom lokalitetu je zabeležen i najveći nedostatak padavina, od 31 mm u odnosu na višegodišnji prosek.

Srednje dnevne temperature vazduha u junu bile su iznad višegodišnjih vrednosti u rasponu od 0,9°C (Vršac) do 2,6°C (Valjevo), a na svim lokalitetima je zabeležena manja količina padavina u odnosu na višegodišnje vrednosti (od 6 mm na lokalitetu Sombor do 86 mm na lokalitetu Valjevo). Izražen nedostatak padavina zabeležen je i na lokalitetima Sremska Mitrovica (72 mm), Kikinda, Novi Sad i Loznica (66 mm), Zrenjanin (63 mm) i Vršac (50 mm).

Julske temperature su na svim lokalitetima iznad višegodišnjih vrednosti, a povećanje se kretalo od 2,5°C (Palić) do 3,5°C (Novi Sad i Vršac). Padavina je u julu u većini regiona bilo više u odnosu na višegodišnji prosek (od 4 mm u rejonu Vršca do 59 mm u rejonu Sombora), dok je manje padavina u odnosu na višegodišnji prosek zabeleženo na lokalitetima Loznica (25 mm) i Valjevo (12 mm).

Avgustovske temperature su iznad višegodišnjih vrednosti od 0,4°C (Sombor) do 1,7°C (Valjevo), a najveći nedostatak padavina zabeležen je u rejonima Vršac (48 mm), Loznica (28 mm) i Sremska Mitrovica (25 mm).

Srednje mesečne temperature za septembar bile su više u svim regionima u odnosu na višegodišnji prosek, a to povećanje je bilo od 0,6°C u regionu Vršca do 2,1°C u regionu Palića. Posmatrajući mesečni prosek padavina uočava se da je na svim lokalitetima zabeleženo manje padavina u odnosu na višegodišnji prosek, a smanjenje se kretalo od 13 mm u regionu Palića do 52 mm u regionu Loznice. Specifičnost ove godine je i neujednačeno sazrevanje useva, produžetak vegetacionog perioda zbog naknadnog cvetanja i pokretanja vegetacije nakon kiša u julu mesecu i pojava grinja koje su na mnogim parcelama izazvale znatne štete na usevima soje.



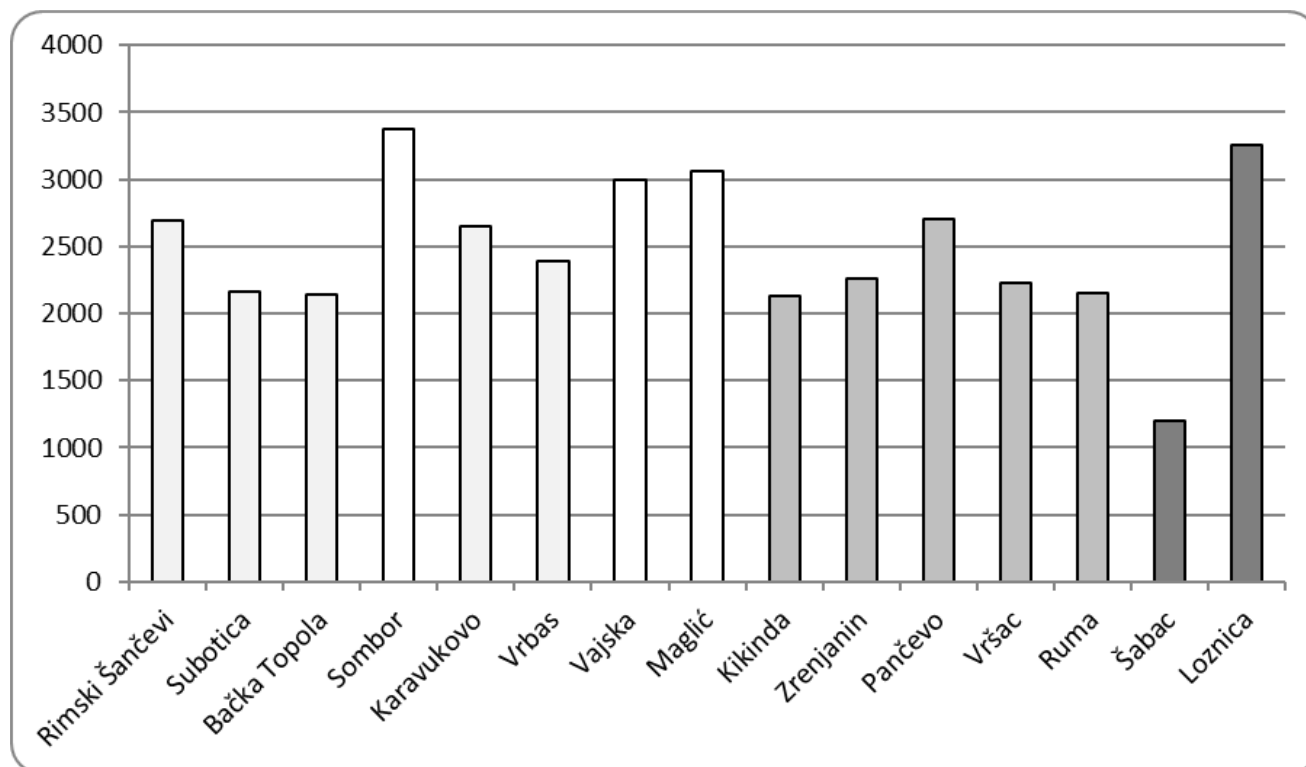
Sortni ogledi soje

U saradnji sa kolegama iz poljoprivrednih stručnih službi i 2021. godine u mreži makroogleda testirane su sorte soje iz aktuelnog sortimenta i nove, perspektivne sorte. Ogledi su izvedeni po jedinstvenoj metodici za makroogleda soje, a u ogledima su bili zastupljeni genotipovi pogodni za redovnu setvu soje (0, I i II grupa zrenja).

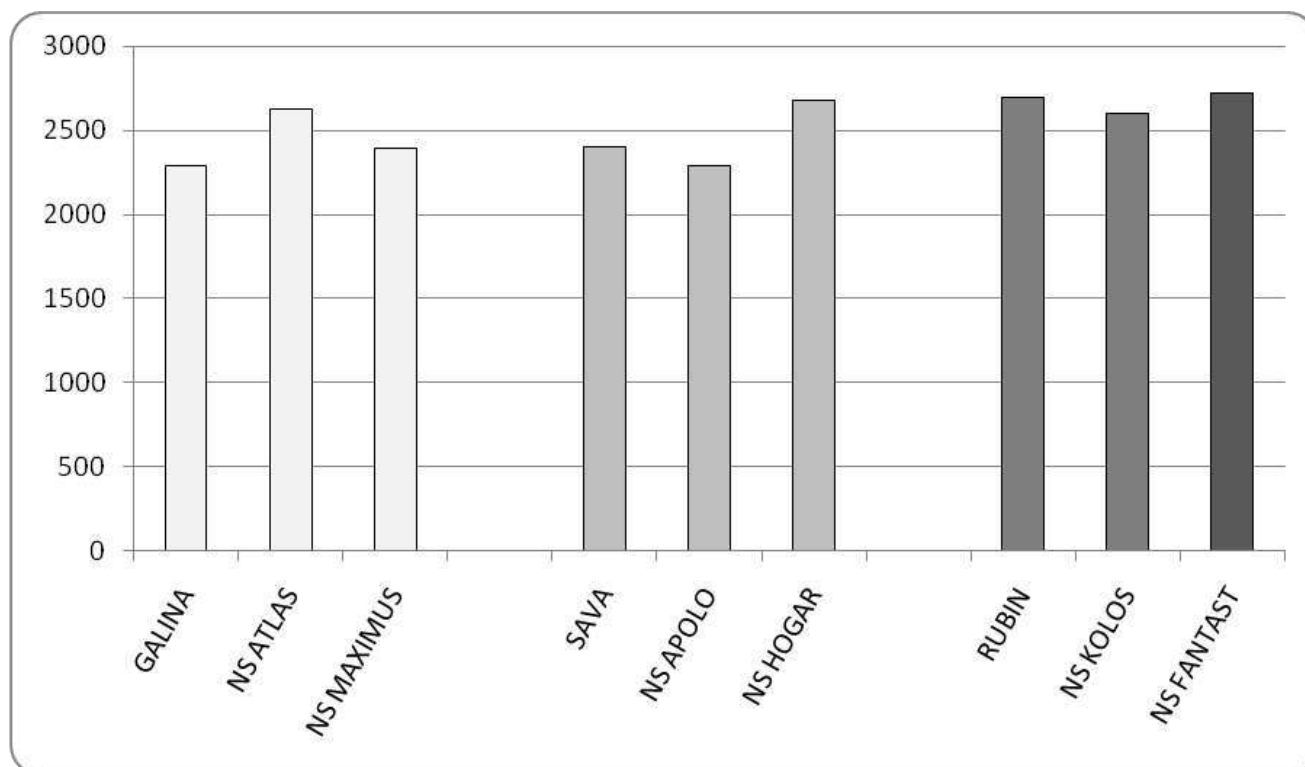
Sortnim ogledima soje postižu se dva podjednako važna cilja: identifikovanje sorti pogodnih za širenje u proizvodnji i rejonizacija sortimenta (Miladinović i sar., 2017). Preporuka Instituta za ratarstvo i povrtarstvo je da proizvođači odaberu nekoliko sorti soje, uključujući u svoj izbor i novije, visokoprinosne sorte (Đukić i sar., 2016). Prosečni prinosi po lokalitetima su varirali od 1196 kg ha^{-1} (Šabac), do 3374 kg ha^{-1} (Sombor), (Graf. 1). Na lokalitetima Kikinda, Bačka Topola, Ruma, Subotica, Vršac, Zrenjanin i Vrbas prinosi soje bili su ispod 2500 kg ha^{-1} , dok su na lokalitetima Sombor, Loznica i Maglić zabeleženi prosečni prinosi viši od 3000 kg ha^{-1} .

Prosečni prinosi sorti soje u mreži makroogleda kretali su se od 2293 kg ha^{-1} do 2725 kg ha^{-1} (Graf. 2).

Posmatrano po grupama zrenja, od ranih genotipova soje u makroogledu izdvaja se novija sorta soje NS Atlas, kao i sorta soje NS Maximus, koje su imale veći prinos u odnosu na standardnu sortu za ovu grupu zrenja (Galina). Kod srednjestasnih sorti soje, najprinosnija je



Grafikon 1. Prosečan prinos (kg ha^{-1}) NS sorti soje u mreži makroogleda – po lokalitetima



Grafikon 2. Prosečan prinos (kg ha⁻¹) NS sorti soje u mreži makroogleda 2021. godine

bila novija sorta NS Hogar, dok se kod srednjekasnih genotipova izdvojila sorta NS Fantast.

U cilju pravilne rejonizacije, sve lokalitete na kojima su izvođeni makroogledi soje, podeljeni su u dve grupe. Prvu grupu predstavljaju lokaliteti sa ostvarenim prinosima soje iznad 2500 kg ha⁻¹ (Tab. 2), dok su u drugoj grupi lokaliteti sa prinosima ispod 2500 kg ha⁻¹ (Tab. 3).

U prvoj grupi oglada (Tab. 2) prinosom se izdvajaju sorte NS Fantast (3382 kg ha⁻¹), NS Hogar (3083 kg ha⁻¹) i NS Kolos (3082 kg ha⁻¹).

Najviši prinos na lokalitetima Maglić, Vajska, Pančevo i Karavukovo ostvarila je sorta NS Fantast. Na lokalitetima Loznica i Rimski Šančevi najprinosnija je bila sorta soje NS Kolos, a na lokalitetu Sombor sorta NS Hogar. Posmatrajući po grupama zrenja može se konstatovati da se po visini prinosa na ovim lokalitetima iz 0 grupe zrenja izdvaja sorta NS Atlas (3005 kg ha⁻¹), iz I grupe zrenja sorta NS Hogar (3083 kg ha⁻¹) i iz II grupe zrenja sorta soje NS Fantast (3382 kg ha⁻¹).

U drugoj grupi oglada, na lokalitetima sa prinosom do 2500 kg ha⁻¹ (Tab. 3), najviši prinos imala je sorta Rubin (2339 kg ha⁻¹), a veoma visoke prinose imale su i sorte soje sa kraćim vegetacionom periodom NS Hogar (2330 kg ha⁻¹) i NS Atlas (2305 kg ha⁻¹).

Najviši prinos na lokalitetima Vrbas, Zrenjanin, Vršac i Bačka Topola ostvarila je sorta soje NS Hogar. Na lokalitetima Vršac, Kikinda i Šabac najprinosnija je bila sorta soje Rubin, na lokalitetu Ruma sorta NS Atlas, a na lokalitetu Subotica sorta NS Fantast.

Tabela 2. Prinosi NS sorti soje (kg/ha⁻¹) u mreži makroogleda 2021. godine – I grupa ogleda

Lokalitet Sorta	Sombor	Loznica	Maglić	Vajska	Pančevo	R. Šančevi	Karavukovo	PROSEK
Galina	3314	2890	2788	3234	2841	2137	2105	2758
NS Atlas	3560	3013	3109	3216	2727	3039	2398	3005
NS Maximus	3175	2800	3284	3019	2775	2254	2367	2811
Prosek 0 g.z.	3340	2901	3060	3156	2781	2477	2290	2858
Sava	3383	3356	2965	2708	2636	2586	2437	2867
NS Apolo	2915	3456	2145	2294	2494	2521	2736	2652
NS Hogar	3625	3142	3691	2570	2619	3070	2866	3083
Prosek I g.z.	3419	3342	3146	2880	2501	2726	2674	2955
Rubin	3314	3655	3272	2510	2841	2883	2880	3051
NS Kolos	3402	3727	2923	2571	2690	3184	3076	3082
NS Fantast	3274	3228	3729	4006	3460	2698	3280	3382
Prosek II g.z.	3330	3537	3308	3029	2997	2922	3079	3172
Prosek lokaliteta	3374	3251	3157	3000	2701	2689	2649	2974

Tabela 3. Prinosi NS sorti soje (kg/ha⁻¹) u mreži makroogleda 2020. godine – II grupa ogleda

Lokalitet Sorta	Vrbas	Zrenjanin	Vršac	Subotica	Ruma	B. Topola	Kikinda	Šabac	PROSEK
Galina	2211	2161	1714	1968	2170	1724	2018	1118	1886
NS Atlas	2579	2430	2535	2319	2759	2317	2397	1104	2305
NS Maximus	2566	2167	2107	2314	1883	1947	2261	977	2028
Prosek 0 g.z.	2452	2253	2119	2200	2271	1996	2225	1066	2073
Sava	2580	2276	1892	2077	2008	2140	1818	1129	1990
NS Apolo	2476	2209	2000	2142	1747	2306	1931	1025	1980
NS Hogar	2632	2467	2714	2201	2468	2446	2353	1355	2330
Prosek I g.z.	2419	2279	2185	2104	2065	2170	2045	1074	2043
Rubin	2377	2450	2714	2193	-	2382	2444	1812	2339
NS Kolos	2296	2185	2500	2181	-	2166	1969	1551	2121
NS Fantast	2033	1995	2214	2323	-	2326	2100	1483	2068
Prosek II g.z.	2235	2210	2476	2232	-	2291	2171	1615	2176
Prosek lokaliteta	2387	2255	2232	2163	2147	2145	2130	1196	2082

Tabela 4. Rang tri sorte soje sa najvišim prinostom (kg ha^{-1}) u mreži makroogleda 2021. godine po lokalitetima

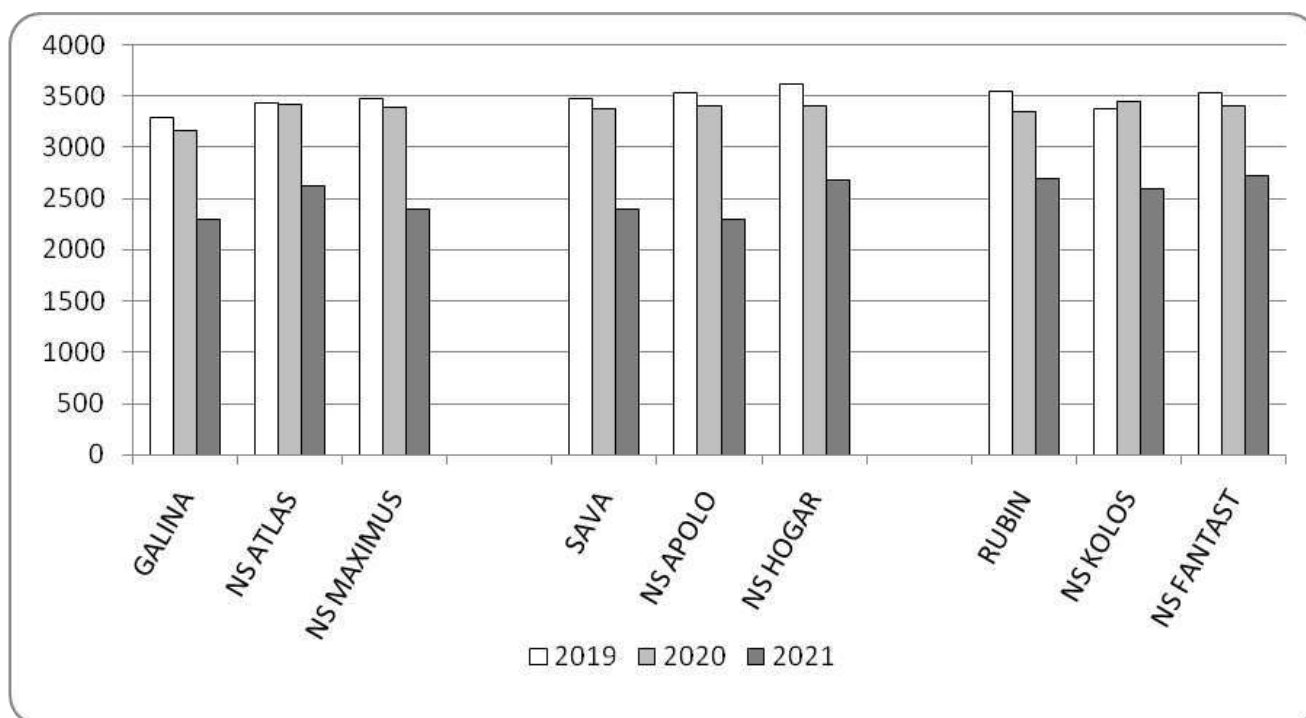
Rang	1		2		3	
Lokalitet	Sorta soje	Prinos (kg ha^{-1})	Sorta soje	Prinos (kg ha^{-1})	Sorta soje	Prinos (kg ha^{-1})
Sombor	NS Hogar	3625	NS Atlas	3530	NS Kolos	3402
Loznica	NS Kolos	3727	NS Rubin	3655	NS Apolo	3456
Maglič	NS Fantast	3729	NS Hogar	3691	NS Maximus	3284
Vajska	NS Fantast	4006	Galina	3234	NS Atlas	3216
Pančevo	NS Fantast	3460	Rubin, Galina	2841	NS Maximus	2775
R. Šančevi	NS Kolos	3184	NS Hogar	3070	NS Atlas	3039
Karavukovo	NS Fantast	3280	NS Kolos	3076	Rubin	2880
Vrbas	NS Hogar	2632	Sava	2580	NS Atlas	2579
Zrenjanin	NS Hogar	2467	Rubin	2450	NS Atlas	2430
Vršac	NS Hogar, Rubin	2714	NS Atlas	2535	NS Kolos	2500
Subotica	NS Fantast	2323	NS Atlas	2319	NS Maximus	2314
Ruma	NS Atlas	2759	NS Hogar	2468	Galina	2170
Bačka Topola	NS Hogar	2446	Rubin	2382	NS Fantast	2326
Kikinda	Rubin	2444	NS Atlas	2397	NS Hogar	2353
Šabac	Rubin	1812	NS Kolos	1551	NS Fantast	1483

Posmatrajući po grupama zrenja može se konstatovati da se po visini prinosa na ovim lokalitetima iz 0 grupe zrenja izdvaja sorta NS Atlas (2305 kg ha^{-1}), iz I grupe zrenja sorta NS Hogar (2330 kg ha^{-1}) i iz II grupe zrenja sorta soje Rubin (2339 kg ha^{-1}).

U tabeli 4 prikazane su sorte koje su ostvarile najbolje prinose po pojedinim lokalitetima u mreži makroogleda soje 2021. godine. U tabeli su sve sorte soje koje su uključene u makrooglede, što govori o ujednačenom kvalitetu novosadskih sorti soje, a prinosi variraju zavisno od lokaliteta gajenja i vremenskih prilika u datom regionu (Đukić i sar., 2021). Tehnologija gajenja soje u uslovima bez navodnjavanja, uz najbolju agrotehniku, na kraju rezultira prinostima koji su pod direktnim uticajem kompleksnih i specifičnih agroekoloških uslova (Đukić i sar., 2017).

Kako bi se doneo ispravan zaključak o potencijalu i kvalitetu neke sorte, neophodno je analizirati prinose u dužem vremenskom intervalu (Graf. 3).

Posmatrajući prinose pojedinih sorti soje u mreži makroogleda u poslednje tri godine uočava se da je u 2019. godini najviši prinos od sorti soje iz 0 grupe zrenja imala sorta NS Maximus, a u 2020. godini i 2021. godini sorta NS Atlas. Iz I grupe zrenja u 2019. godini i 2021. godini po visini prinosa izdvaja se sorta soje NS Hogar, dok su u 2020. godini sve tri sorte soje (Sava, NS Apolo i NS Hogar) imale ujednačene prinose, sa neznatnom prednosti kod sorte NS Apolo. Iz II grupe zrenja u 2019. godini najviši prinos je ostvaren sa sortom soje Rubin, u 2020.



Grafikon 3. Prinosi sorti soje u 2019-2021. godini

godini sa sortom NS Kolos, dok je u 2021. godini najviši prinos imala sorta soje NS Fantast.

Ovi rezultati pokazuju da NS sorte soje poseduju stabilnost prinosa u različitim agroklimatskim uslovima (Đukić i sar., 2021).

Preporuka sortimenta za 2022. godinu

U proizvodnji semena, Institut veliku pažnju poklanja njegovom kvalitetu i kriterijumi za seme koje ide na tržište su mnogo viši u odnosu na one koje propisuje zakonska regulative (Đukić i sar., 2021). Zahvaljujući dugogodišnjem oplemenjivačkom radu u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo do sada je u našoj zemlji registrovano preko 160 sorti soje, preko 200 je registrovano u inostranstvu, a 55 se nalazi na listi Evropske unije. O kvalitetu NS sorti soje dovoljno govori podatak da se one uspešno gaje od Francuske do Kazahstana i od južnog Sibira do Irana.

Za postizanje visokih i stabilnih prinosa soje u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji, pored pravilne i pravovremene primene agrotehničkih mera, veoma je bitan odabir visokoprinosnih sorti koje će u određenim uslovima proizvodnje ostvariti maksimalan prinos i kvalitet zrna. Potencijal za prinos NS sorti soje je veoma visok, tako je sa sortom soje NS Apolo ostvaren prinos u prethodnim godinama od 6640 kg ha^{-1} , sa sortom Rubin 5980 kg ha^{-1} , a sa ranijom sortom Galina 5810 kg ha^{-1} . U nepovoljnoj 2021. godini sa mnogim NS sortama soje



Tabela 5. Aktuelni NS sortiment za 2022. godinu

Grupa zrenja				
000	00	0	I	II
Favorit NS Kaća	Merkur Tajfun	Galina Valjevka NS Maximus NS Atlas	Sava NS Apolo NS Hogar	Rubin NS Kolos NS Fantast

ostvareni su veoma visoki prinosi, tako je u mreži makroogleda sorta NS Fantast na lokalitetu Vajska ostvarila prinos od 4006 kg ha^{-1} , sorta NS Kolos na lokalitetu Loznica 3727 kg ha^{-1} , sorta NS Hogar na lokalitetu Maglić 3691 kg ha^{-1} , sorta Rubin na lokalitetu Loznica 3655 kg ha^{-1} , sorta NS Atlas na lokalitetu Sombor 3560 kg ha^{-1} (Tab. 2).

Preduslov za stabilnu proizvodnju i ostvarivanje visokih prinosa soje u različitim agroklimatskim uslovima je upotreba kvalitetnog semena. Institut za ratarstvo i povrtarstvo obezbedio je i za narednu proizvodnu godinu dovoljne količine kvalitetnog semena različitih sorti soje, koje će biti na raspolaganju proizvođačima (Tab. 5).

Zaključak

Prinosi soje u 2021. godini bili su pod snažnim uticajem agroklimatskih uslova, prvenstveno nedostatka i lošeg rasporeda padavina. Odabirom visokoprinosnih NS sorti soje koje poseduju stabilnost i visoku adaptabilnost ostvareni su prinosi iznad višegodišnjeg proseka. Prosečan prinos NS sorti soje u mreži makroogleda bio je iznad 2,5 tone po hektaru, a po visini i ujednačenosti prinosa izdvojile su se sorte NS Fantast, Rubin, NS Hogar, NS Atlas i NS Kolos.

Literatura

- Đukić, V., Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Popović, V., Miladinov, Z., Petrović, K., Marinković, J., Veselić, J., Ilić, A., Čobanović, L. (2016): Soja u 2015. godini. *Zbornik referata 16. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije*, 68-30. januar 2016. Zlatibor, 47-54.
- Đukić, V., Dozet, Gordana, Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Vidić, M., Miladinov, Z., Tatić, M. (2017): Uticaj agroekoloških uslova i đubrenja na prinos soje. *Zbornik naučnih radova Institut PKB Agroekonomik*, 23(1-2), 129-137.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Miladinović, J., Đorđević, V., Valan, D., Petrović, K. (2018): Kritični momenti u proizvodnji soje. *Zbornik referata 18. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 7. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske*, 65-27. januar 2018. Zlatibor, 34-44.
- Đukić, V., Miladinović, J., Balešević-Tubić, S., Đorđević, V., Petrović, K., Čeran, M., Miladinov, Z. (2019): Soja u 2018. godini. *Zbornik referata 53. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS)*, 6¹-31. januar 2019. Zlatibor, 33-41.
- Đukić, V., Miladinov, Z., Miladinović, J., Đorđević, V., Čeran, M., Petrović, K., Balešević-Tubić, S., Valan, D., Ilić, A. (2021): Soja u 2020. godini. *Zbornik referata, 11. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS)*, 31.01.-03.02. 2021. Zlatibor, 14-22.
- Vidić, M., Hrustić, M., Miladinović, J., Đukić, V., Đorđević, V., Popović, V. (2010): Novine u sortimentu soje. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 47(1), 347-355.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V. (2013): Soja u 2012. godini. *Zbornik referata 03. Savetovanja agronoma Srbije*, 7-9.2.2013. Zlatibor, 79-86.
- Miladinović, J., Vidić, M., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Đorđević, V., Petrović, K., Miladinov, Z., Čeran, M. (2017): Soja u 2016. godini. *Zbornik referata 17. Savetovanja agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS)*, 22.01.-28.01.2017. Zlatibor, 11-20.



NS SORTE KRMNOG BILJA ZA VISOK PRINOS I KVALITET

*Snežana Katanski, Vojislav Mihailović, Sanja Vasiljević, Dalibor Živanov,
Zlatica Mamlić, Ana Uhlarik, Anja Dolapčev*

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja, Novi Sad
snezana.katanski@ifvcns.ns.ac.rs

Najznačajnije krmne biljke koje se gaje na oranicama Srbije su lucerka, crvena detelina, stočni grašak, grahorica, krmni sirak i sudanska trava. Površine na kojima se gaje oranične krmne biljke iznose oko 235.000 ha, što predstavlja oko 9% obradivog zemljišta Srbije (SGRS, 2021). Dominantan način iskorišćavanja krmnih biljaka u Srbiji je proizvodnja kabaste stočne hrane (zelena krma, seno, senaža i silaža) sa izuzetkom proteinskog graška koji se koristi za proizvodnju zrna (Karagić i sar., 2012).

Osim direktne koristi za proizvodnju stočne hrane, gajenje NS sorti krmnog bilja, naročito krmnih leguminoza, pozitivno utiče na veći broj činilaca poljoprivredne proizvodnje. Uključivanjem krmnih biljaka u strukturu setve smanjuje se ili u potpunosti izostavlja primena mineralnih đubriva i pesticida, što omogućava proizvodnju zdravstveno-bezbedne stočne hrane. Većim učešćem krmnih biljaka u poljoprivrednoj proizvodnji omogućava se potrebna plodosmena i povećava efikasnost iskorišćavanja mehanizacije i zemljišta. Imajući u vidu da je stočarska, a naročito govedarska proizvodnja, najzastupljenija upravo u onim regionima Srbije u kojima dominira zemljište niskih proizvodnih svojstava, uvođenjem krmnih biljaka u proizvodnju, a naročito leguminoza, u velikom stepenu se unapređuje stočarska proizvodnja u najnerazvijenijim regionima Srbije. Saglasno novim trendovima u proizvodnji energije korišćenjem biomase za proizvodnju biogasa mogu se preporučiti gotovo sve oranične krmne biljke: krmni sirak, sudanska trava, lucerka, crvena detelina i ozimi stočni grašak.

Istraživanja na krmnom bilju započeta su sa osnivanjem Poljoprivredne ogledne stanice u Novom Sadu 1938. godine, u okviru Odseka za proizvodnju i oplemenjivanje biljaka. Od 1962. godine istraživanja su nastavljena u Odeljenju za krmno bilje, a kasnije od 1976. godine u Zavodu za krmno bilje, a sada u Odeljenju za leguminoze i kao deo Centra izuzetnih vrednosti za leguminoze Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu.

Višegodišnje krmne mahunarke

Lucerka

Gajena lucerka (*Medicago sativa* L.) je jedna od najvažnijih krmnih biljaka koja se gaji širom sveta na preko 30 miliona ha i zastupljena je na skoro svim kontinentima (Bouton, 2012).



U Srbiji lucerka zauzima površinu od oko 105.000 ha, što čini oko 3% ukupnog obradivog poljoprivrednog zemljišta, sa prosečnim prinosom sena od 6,2 t/ha (SGRS, 2021). Lucerka se gaji za proizvodnju zelene krme, sena, senaže, ispašu, a glavni razlozi za različite tipove proizvodnje su visoka hranljiva vrednost i široka adaptabilnost ove višegodišnje leguminoze (Li and Brummer, 2012). Lucerka je višegodišnja krmna biljka visokog genetičkog potencijala za prinos sena (preko 25 t/ha) ali je i značajan izvor biljnih proteina (2000-2400 kg/ha) u toku jedne vegetacione sezone, uz nizak sadržaj frakcija celuloze i lignina, što je čini veoma poželjnom u ishrani domaćih životinja, posebno preživara.

Odeljenje za leguminoze bavi se oplemenjivanjem lucerke više od pet decenija, što je rezultiralo stvaranjem 20 sorti registrovanih u Srbiji, kao i 9 sorti registrovanih u inostranstvu (EU, Maroko, Belorusija i Ukrajina). Značajan doprinos u oplemenjivačkim programima i stvaranju novih sorti lucerke predstavlja razmena materijala sa domaćim i stranim istraživačkim centrima, kao i sa svetskim gen bankama. Pored toga, učešće istraživača u međunarodnim projektima, koji imaju za cilj testiranje populacija lucerke u različitim uslovima gajenja, način je da se poveća genetska kolekcija lucerke u Institutu. Tako je u okviru međunarodnog Horizon2020 projekta „*Breeding forage and grain legumes to increase EU-s and China-s protein self-sufficiency*“ (EUCLEG), u agroekološkim uslovima Srbije testirano 350 genotipova lucerke poreklom iz celog sveta.

Zahvaljujući visokim prinosima (Tab. 1 i 2), odličnoj adaptabilnosti agroekološkim uslovima Srbije i tolerantnosti na ekonomski značajnije bolesti, učešće NS sorti lucerke na domaćem tržištu iznosi oko 70%, ali se rast u plasmanu i izvozu semena beleži i van granica naše zemlje. Za intenzivni način iskorišćavanja sa pet/šest otkosa u godini, pogodne su sorte NS Jelena, NS Banat ZMS II, Banat VS i Nera. NS Mediana ZMS V i Nijagara su sorte pogodnije za manje intenzivni način iskorišćavanja - četiri otkosa godišnje.

NS Jelena je novija sorta, ranostasna, visokih i stabilnih prinosa zelene krme (100 t/ha) i suve materije (20-25 t/ha), sa sadržajem sirovih proteina od 20-22%. Namenjena je intenzivnom sistemu iskorišćavanja, brzo se regeneriše nakon kosidbe i ostvaruje 5-6 otkosa godišnje. NS Jelena je pogodna za gajenje na lakšim i srednje teškim zemljištima. Tolerantna je na sušu.

NS Banat ZMS II je rana sorta, tolerantna na sušu, namenjena za intenzivno korišćenje (5-6 otkosa). Na kvalitetnim zemljištima ostvaruje visok prinos (85-100 t/ha zelene krme i preko 20 t/ha sena) i dobar kvalitet (21% sirovih proteina). Adaptabilna i stabilna sorta, najraširenija u Srbiji.

Banat VS je sorta visokih prinosa zelene krme (85-100 t/ha) i sena (18-20 t/ha), tolerantna na intenzivan način iskorišćavanja, odličnog kvaliteta (21% proteina u senu). Povećanog nivoa tolerantnosti na sušu, niske temperature i poleganje. Rana sorta, brzog inicijalnog porasta posle košenja. Izuzetno prinosa na lakšim i srednje teškim zemljištima.



Nera je ranostasna sorta, odličnog kvaliteta (21% proteina), namenjena za intenzivan način iskorišćavanja (4-5 otkosa godišnje). Odlikuje se većim prinosima suve materije (do 20 t/ha), naročito na kvalitetnim zemljištima. Ima dubok korenov sistem, te je tolerantnija na sušu, i brzo regeneriše nakon kosidbe.

NS Mediana ZMS V je sorta koja se odlikuje dobrim proizvodnim osobinama na težim, hidromorfnim zemljištima (Centralna Srbija, BiH). Visok prinos biomase (80-100 t/ha zelene krme, sena 15-20 t/ha), dobar kvalitet (22% proteina). Adaptabilna sorta, visokih prinosa u različitim proizvodnim uslovima.

Nijagara je namenjena za gajenje u brdsko-planinskim rejonima, na lošijim, težim hidromorfnim zemljištima. Vrlo je otporna na sušu i niske temperature. Genetski potencijal prinosa zelene krme je preko 80 t/ha, prinosi sena preko 20 t/ha.

Tabela 1. Rezultati sortnog ogleda NS lucerke u prvoj (2020) i drugoj (2021) proizvodnoj godini na lokalitetu Rimski šančevi

Sorta	2020 (4 otkosa)		2021 (4 otkosa)	
	Prinos zelene krme (t/ha)	Prinos suve materije (t/ha)	Prinos zelene krme (t/ha)	Prinos suve materije (t/ha)
NS Mediana ZMS V	96,65	24,52	76,68	18,84
NS Jelena	97,57	24,73	76,68	18,92
Banat VS	100,05	25,10	81,83	19,90
Nijagara	101,63	25,49	78,25	19,00
Nera	95,90	24,38	78,30	19,53

Tabela 2. Prinos sena (t/ha) NS sorti i stranih sorti lucerke u organskom sistemu proizvodnje na lokalitetu Čurug u prvoj (2019) i drugoj (2020) proizvodnoj godini (projekat Horizon2020 – EUCLEG)

Genotip	Poreklo	2019 (6 otkosa)	2020 (4 otkosa)	Ukupno
Sanditi	Francuska	16,42	14,93	31,35
Mezzo	Francuska	16,33	15,93	32,26
Dorine	Francuska	18,89	16,36	35,25
Banat VS	Srbija	18,15	16,37	34,52
Nijagara	Srbija	18,44	18,39	36,83
Pop 7 Arabita, exp linija	Srbija	19,59	15,84	35,43
SW Nexus	Švedska	13,27	12,28	25,55
Tereza	Češka	17,70	17,43	35,13
FG-CO416A3360	SAD	18,18	13,64	31,82
CW066103	SAD	18,29	14,85	33,14



Pored prinosa, oplemenjivanje lucerke na viši kvalitet krme je jedan od najvažnijih pravaca i ciljeva u stvaranju novih sorti. Sorte lucerke stvorene u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, uz primenu intenzivne agrotehnike i odgovarajućeg načina iskorišćavanja, ostvaruju visoke prinose sena odlične hranljive vrednosti (Tab. 3).

Tabela 3. Kvalitet NS sorti lucerke u I i II otkosu u prvoj (2019) proizvodnoj godini (projekat Horizon2020 – EUCLEG)

Sorta	Otkos	Komponente kvaliteta (g/kg)			
		CP	NDF	ADF	ADL
NS Mediana ZMS V	I	261,1	311,9	203,2	50,4
	II	201,1	484,2	348,0	78,5
NS Jelena	I	237,6	365,4	247,8	62,2
	II	178,3	538,3	393,2	86,6
Banat VS	I	252,2	319,6	213,5	54,0
	II	209,7	451,7	315,6	76,8
Nijagara	I	258,9	335,7	226,5	57,6
	II	207,7	466,8	328,1	77,6
Nera	I	248,3	348,9	234,5	59,8
	II	223,3	468,2	331,4	79,7

U okviru rada na oplemenjivanju a kao rezultat višegodišnjeg rada na nacionalnom projektu, 2020. godine priznata je u Komisiji za priznavanje sorti Ministarstva poljoprivrede vodoprivrede i šumarstva Republike Srbije nova sorta lucerke **NS Azra**, nastala ukrštanjem domaćeg materijala panonskog ekotipa (Banat VS i NS Banat ZMS II) sa italijanskom germplazmom poreklom iz južne Italije i severne Afrike. Nova sorta lucerke se odlikuje visokim prinosom suve materije i odličnim kvalitetom (visok sadržaj proteina i manji sadržaj celuloznih (NDF i ADF) vlakana). NS Azra je namenjena za petootkosni sistem iskorišćavanja, ima veću klasu dormantnosti (6) pa kasnije odlazi u mirovanje (novembar), a pogodna je za gajenje u svim zemljama umerenog klimata, u uslovima navodnjavanja kao i organskoj proizvodnji, ali i na tržištima južnijeg regiona i Azije (Grčka, Turska, Iran).

Oplemenjivanjem lucerke u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo stvoreno je više sorti namenjenih za različite sisteme i rejone gajenja, a ukoliko se poštuju osnovni principi tehnologije proizvodnje, potpuno se iskorišćava genetički potencijal NS sorti lucerke i ostvaruju visoki prinosi zelene krme, sena i senaže vrhunskog kvaliteta.

Crvena detelina

Unapređenje poljoprivredne proizvodnje u sklopu konvencionalnih i održivih sistema poljoprivrede zahteva veće učešće višegodišnjih i jednogodišnjih vrsta detelina (*Trifolium* sp.),



pre svega u proizvodnji kvalitetne kabaste stočne hrane (Vasiljevic et al., 2005a). Zahvaljujući pre svega sposobnosti azotofiksacije od naročito je značaja korišćenje ovih biljaka kao pokrovnog useva i zelenišnog đubriva u cilju kako popravke fizičko-hemijskih osobina zemljišta i sprečavanja erozije tako i spoznaje alelopatskih odnosa sa drugim ratarskim vrstama. Time se sprečava nekontrolisana primena mineralnih đubriva i pesticida, što ima pozitivan uticaj na zaštitu životne sredine.

Za proizvodnju stočne hrane u Republici Srbiji od većeg su značaja višegodišnje vrste detelina, pre svega, crvena detelina (*Trifolium pratense* L.), koja se prema zvaničnim podacima gaji na oko 60.000 ha (SGRS, 2021). Nasuprot lucerki, bolje podnosi kiselija zemljišta, sa niskom pH vrednošću, lošije strukture u brdsko-planinskom delu Republike Srbije.

Među jednogodišnjim vrstama detelina u jugoistočnom delu Evrope, zemljama Mediterana i Magreba kao i na Bliskom istoku naročito se izdvaja aleksandrijska detelina (*Trifolium alexandrinum* L.) koja je osim za proizvodnju kabaste stočne hrane veoma značajna kao medonosna biljka i kao komponenta specijalizovanih smeša koje kao pokrovni usev ili zelenišno đubrivo imaju funkciju tzv. „biosterilizacije zemljišta“ (Ćupina et al., 2015).

Aktuelni ciljevi u oplemenjivanju crvene deteline u svetu i kod nas su usmereni na stvaranje sorti visoke produkcije biomase (zelene krme i sena) tolerantnih prema biotičkom i abiotičkom stresu, zadovoljavajućeg kvaliteta (veći sadržaj proteina, poboljšana svarljivost) (Vasiljević i sar., 2001). Saglasno novijim trendovima održive i organske poljoprivrede u proizvodnji zdravstveno-bezbedne stočne hrane, noviji pravci u oplemenjivanju crvene deteline osim poboljšanja najvažnijih agronomskih osobina imaju za cilj stvaranje dugovečnijih sorti, poboljšanog kvaliteta (veća zastupljenost nerazgradivih proteina, niži sadržaj fitoestrogena - Vasiljević et al., 2005b; Vasiljevic et al., 2009; Vasiljević i sar., 2011; Vasiljević i sar., 2019). Istovremeno, brojni su primeri alternativnog korišćenja crvene deteline u proizvodnji funkcionalne hrane bogate izoflavonima (Bursac et al., 2011; Vasiljevic et al., 2013; Vlajsavljevic et al., 2014; Vlajsavljevic et al., 2016). S tim u vezi, brojni nacionalni, regionalni i međunarodni projekti ulažu značajna sredstva na prikupljanju, kolekcionisanju i izučavanju lokalnih i divljih populacija crvene deteline - COST Action 852 „Quality Legume-Based Forage Systems for Contrasting Environments“ (2002-2006), „Očuvanje i održivo korišćenje genetičkih resursa krmnog bilja“ (2007-2008), Regionalni projekat SeedNet „Regional collecting expedition and *ex situ* conservation of *Trifolium pratense* L. and *Festuca pratensis* Huds“ (644¹-2010), „Očuvanje i održivo korišćenje samonikle i poljoprivredne flore mahunarki Srbije i Slovačke“ (2010-2011), „EUCLEG - Breeding forage and grain legumes to increase Eu's and China's protein self-sufficiency“ (2017-2021).

Kao rezultat dosadašnjeg rada u oplemenjivanju crvene deteline u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo do sada je priznato: 7 sorti crvene deteline u zemlji (Kolubara, Una, Avala, NS Mlava, NS Ravanica, NS Petnica i NS Sana), dve sorte u EU (Zoja i NS Sana), sorta Lara u Ruskoj



Tabela 4. Prinos suve materije (t/ha) različitih sorti crvene deteline u komisijskim ogledima u Republici Sloveniji za period 2018-2019 god. na dva lokaliteta: Rakičan i Jablje

Sorta	Prinos suve materije (t/ha) lokalitet: Rakičan		Prinos suve materije (t/ha) lokalitet: Jablje		
	I god. (2018)	II god. (2019)	I god. (2018)	II god. (2019)	
NS Sana	14,74	15,98	14,38	6,49	
Poljanka	14,41	14,65	15,58	7,26	
Rozeta	13,46	12,82	13,94	6,52	
Discovery	13,26	13,63	13,67	7,30	
Živa	12,45	14,93	16,05	6,66	
Zoja	11,68	13,80	13,56	5,28	
Global	11,55	13,58	14,27	6,57	
LSD	Prosek (0,05) (0,01)	13,06 1,29 1,76	14,20 2,06 2,82	14,49 0,87 1,19	6,58 0,49 0,66

Federaciji i sorta Una u Ukrajini i Belorusiji. Među najperspektivnijim NS sortama crvene deteline, kako u zemlji tako i u inostranstvu, naročito se ističe sorta NS Sana (priznata 2021. godine u EU), što potvrđuju najnoviji rezultati komparativnih ispitivanja u komisijskim ogledima u Republici Sloveniji (Tab. 4).

NS Sana je srednjestasna sorta crvene deteline, veoma izražene lisnatosti, poluuspravne forme rasta, otporna na poleganje, visokog genetskog potencijala za prinos suve materije. U proizvodnim uslovima ostvaruje prosečan prinos od 14 -16 t/ha suve materije. Visina biljke iznosi u proseku 58 cm. Odlikuje se izraženom tolerantnošću prema ekonomski-značajnim bolestima i štetočinama. Sadržaj sirovih proteina u proseku iznosi 19,1% a sadržaj sirove celuloze 21,2%.

Osim oplemenjivanja crvene deteline, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo je u poslednjih nekoliko godina intenziviran rad na kolekcionisanju i oplemenjivanju aleksandrijske deteline za kojom takođe postoji potražnja na ino i domaćem tržištu. Metodom jednokratne masovne selekcije iz lokalnih populacija poreklom sa Mediterana i Bliskog istoka stvorena je i priznata 2020. god. prva domaća sorta aleksandrijske deteline **NS Asja**, pogodna za gajenje u održivim sistemima proizvodnje, na različitim tipovima zemljišta sa pH od 4,9 do 7,8, te se veoma često koristi kao zelenišno đubrivo u melioraciji zaslanjenih zemljišta. Optimalna temperatura za rast i razvoj aleksandrijske deteline kreće se u rasponu od 18 do 25°C. Sorta aleksandrijske deteline NS Asja je jednogodišnja, srednjerana sorta aleksandrijske deteline, poluuspravne forme rasta, visokog potencijala za prinos krme (10-12 t/ha suve materije), naročito u uslovima navodnjavanja kada ostvaruje dva do tri otkosa. Može da se gaji u čistoj kulturi ili u smeši sa strninama. U odnosu na nutritivnu vrednost veoma je slična lucerki, a glavna prednost ove



deteline je da ne izaziva nadimanje kod preživara, te se može koristiti za ishranu u zelenom stanju kao i kroz različite oblike konzervisane hrane (seno, senaža, silaža).

Jednogodišnje krmne mahunarke

U Centru izuzetnih vrednosti za leguminoze Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, jednogodišnje krmne mahunarke imaju značajno mesto. Tu spada veliki broj biljnih vrsta a najveći privredni značaj imaju krmni grašak (ozime i jare forme), više vrsta grahorica ozimih i jarih formi, krmni bobovi, lupine, vigna, sastrica, naut i dr. namenjene za proizvodnju krme i zrna. Do kraja 2021. godine u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo registrovane su 24 sorte graška u zemlji i 11 sorti u inostranstvu, 14 sorti grahorica u zemlji i 6 sorti u inostranstvu, 4 sorte boba za zrno, 2 sorte bele lupine, 2 sorte sastrice, 1 sorta urova i 1 sorta krmne bele slačice (Mihailović i sar., 2019a).

Grašak (*Pisum sativum* ssp. L.) se ubraja u najstarije gajene biljne vrste. Zbog svojih bioloških osobina, grašak ima skromne zahteve prema uslovima uspevanja, visoku adaptabilnost i široku genetičku raznovrsnost te je rasprostranjen na svim kontinentima. Sorte namenjene za proizvodnju krme imaju visoku i bujnu stabljiku, krupne liske i zalistke i neotporne su na poleganje. Daju visoke prinose biomase (35–55 t/ha), koja se koristi kao zelena krma, seno, senaža i silaža u združenoj setvi sa nekom strninom. Može se koristiti i kao sirovina u dehidratorima za proizvodnju biljnog brašna. Najzastupljenije sorte iz grupe ozimih sorti za krmu su: NS Pionir, NS Dunav, Pionir, Kosmaj, Cer, Pešter, NS Krmni i NS Kablar. Neke od ovih sorti su registrovane u inostranstvu gde se i sada gaje i postižu odlične prinose (NS Pionir i Kosmaj). Jari graškovi za kombinovano korišćenje (krmu i zrno) imaju odličan kvalitet krme ali treba istaći da, u poređenju sa ozimim sortama, daju nešto manje prinose biomase u našim agroekološkim uslovima. Prinos zrna kod ove grupe sorti je niži u poređenju sa proteinskim graškom za zrno jer imaju dužu stabljiku i velik udeo lista u ukupnom prinosu biomase i neotporne su na poleganje. Najraširenije sorte iz ove grupe su NS Junior, NS Lim i NS Jantar. NS Junior je prva sorta jarog graška stvorena u našoj zemlji koja se i danas gaji kod nekih proizvođača, što jasno govori o potencijalu rodnosti i visokoj adaptabilnosti ove sorte. Zato se često može čuti da je ova sorta uvela grašak u široku proizvodnju. Registrovana je u EU i još nekoliko drugih zemalja, gde se i danas može naći u proizvodnji, iako Institut raspolaže sa novim i prinorsnijim sortama. Prinosi zrna kod ove grupe sorti u širokoj proizvodnji kreću se od 2,2 do 4,5 t/ha, zavisno od uslova, godine i lokaliteta gajenja.

Program oplemenjivanja i stvaranja ozimih sorti graška za zrno je novijeg datuma. Prva sorta za ovu namenu registrovana je 2011. godine pod imenom NS Mraz. Bila je to prva sorta graška za suvo zrno u jugoistočnoj Evropi sa izmenjenom arhitekturom stabljike. Visina biljaka kreće se od 65-85 cm, sa čestim nodusima i skraćenim internodijama, što stabljiku čini



otpornom ili bar tolerantnom na poleganje, afile tip lista. Visina formiranja prve mahune je na oko 50 cm od zemlje što je veoma značajno zbog jednofazne mehanizovane žetve. Potencijal rodnosti ove sorte je iznad 7 t/ha, a u širokoj proizvodnji već godinama daje prinose od 4,9-6,3 t/ha. Posebna karakteristika ove sorte je ranostasnost jer za žetvu dospeva u prvoj dekadi juna meseca (pre žetve pšenice) i veoma je otporna na izmrzavanje (Mihailović i sar., 2019b). Sorta je registrovana u EU. Pored ove sorte, priznate su još dve nove sorte ozimog graška za zrno (NS Zlatar i NS Safir). Sorta NS Zlatar je ranija od sorte NS Mraz za oko tri dana, dok nova sorta NS Safir ima zelenu boju semenjače. Sa prinosom zrna od 5 t/ha i 25% sirovih proteina u zrnu dobija se 1250 kg proteina po hektaru, što je odličan rezultat s obzirom na to da zrno proteinskog graška ne mora termički da se obrađuje, već se direktno melje i koristi kao jedna od komponenti za pripremanje koncentrovanih hraniva.

Program stvaranja jarih sorti graška za zrno započet je 1983. godine sakupljanjem i kolekcionisanjem genotipova iz celog sveta i prirodnih populacija. Prve sorte registrovane su 1992. godine. Do sada je priznato više sorti : Moravac, Jezero, Javor, Trezor, NS Koral, Dukat, Partner, Kristal, NS Perun i NS Rojal. Neke od ovih sorti su normalnog a neke afile tipa lista i različite dužine vegetacije. Prinos zrna kod ovih sorti kreće se u rasponu od 3,5 do 5,2 t/ha, zavisno od godine i lokaliteta gajenja. Neke od ovih sorti priznate su u EU i još nekoliko zemalja, gde su se gajile ili se još gaje.

Na lokalitetu Rimski šančevi postavljen je makro ogled u periodu 2019-2021. sa tri ozime i šest jarih sorti graška za zrno. Tokom vegetacije praćeni su svi značajni biološki parametri a posle završene žetve analizirana su najvažnija kvantitativna svojstva i sadržaj sirovih proteina u zrnu.

Tabela 5. Prinos i kvalitet zrna NS sorti proteinskog graška u makro ogledima na lokalitetu Rimski šančevi, 2019-2021.

Sorta	Prinos zrna (t/ha)			Prosek (t/ha)	Procenat (%) proteina u zrnu	Prinos proteina (kg/ha)
	2019	2020	2021			
Partner	5,08	4,17	4,65	4,63	24,1	1115,8
Dukat	4,92	4,05	4,68	4,55	23,8	1084,1
Kristal	4,90	4,23	4,27	4,46	24,0	1070,4
Perun	4,75	4,56	4,80	4,70	24,3	1142,1
NS Junior	3,42	3,35	3,62	3,46	26,4	913,4
NS Rojal	4,86	4,33	4,68	4,62	25,2	1164,2
NS Mraz (oz)	5,23	4,76	5,10	5,05	25,3	1277,6
NS Zlatar (oz)	5,31	4,78	5,18	5,09	23,9	1216,5
NS Safir (oz)	5,72	4,69	5,81	5,41	24,4	1320,0
LSD	0,05		0,194			
	0,01		0,259			
CV			15,11			



Ozime sorte NS Mraz, NS Zlatar i NS Safir (u ogledu bila kao perspektivna linija) dale su značajno veći prinos suvog zrna u poređenju sa jarim sortama (Tab. 5). Kod ozimih sorti prinos zrna se kretao od 4,8 do 5,8 t/ha, a sadržaj sirovih proteina od 23,9 do 25,3%. Ukupan prinos proteina po hektaru, kao najznačajniji pokazatelj kvaliteta, kod ozimih sorti je značajno veći nego kod jarih sorti i kretao se od 1216 kg/ha do 1320 kg/ha zavisno od sorte. Kod jarih sorti graška prinos zrna se kretao od 3,3 t/ha kod sorte NS Junior do 5,10 t/ha kod sorte Partner. Najstabilniji prinos zrna imala je sorta Perun, koja ima normalan tip lista, a najveći sadržaj proteina u zrnu ima sorta NS Junior, što je i očekivano. Ukupan prinos proteina po hektaru se kod jarih sorti kretao od 913 kg/ha do 1115 kg/ha, kod sorte Partner.

Dobijeni rezultati ovog trogodišnjeg ogleda potvrđuju da grašak za zrno može značajno doprineti povećanju proizvodnje proteina u našoj zemlji jer ranije završavaju vegetaciju i ne padaju pod negativan uticaj suše u julu i avgustu mesecu. Ozime sorte graška za zrno su u značajnoj prednosti u poređenju sa jarim sortama, što potvrđuju rezultati ovih istraživanja.

Ostale krmne biljke

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu u Odeljenju za leguminoze selekcionisano je više sorti krmnog sirka i sudanske trave i jedan hibrid krmnog sirka, za čije gajenje su potrebna relativno mala ulaganja, a u slučaju deficita kabastih stočnih hraniva u ishrani preživara mogu da budu adekvatna zamena. To su značajne ugljenohidratne krmne biljke sa raznovrsnom upotrebom (sveža zelena krma, seno, silaža ili senaža). U sušnim godinama, kada druge biljne vrste ne ostvare očekivane visoke prinose, krmni sirak i sudanska trava su pravo rešenje. Odlikuju se dugim vremenskim periodom korišćenja u toku godine, kontinuirano od polovine jula do početka oktobra, odnosno do pojave prvih mrazeva.

Srem je sorta sudanske trave, koju odlikuje brz početni porast, dobro bokorenje i brza regeneracija nakon kosidbe. Iz četiri otkosa u toku godine daje visoke prinose zelene krme, čak do 100 t/ha, odnosno sena oko 20 t/ha.

Siloking je srednjekasni hibrid sirka šećerca koji se u ishrani preživara koristi u svežem zelenom stanju ili kao silaža. Otporan je na ekonomski značajne bolesti. Biljke dostižu visinu i do 3 m, stabljike ostaju sočne sve do kraja vegetacije, te je odlična sirovina za spravljenje silomase u biodigestorima u cilju proizvodnje biogasa. Postiže veoma visoke prinose biomase, čak do 110 t/ha.

NS Džin je sorta krmnog sirka, nastala ukrštanjem sirka i sudanske trave. Prosečan prinos zelene krme je 70 t/ha, a u uslovima navodnjavanja može da postigne i do 100 t/ha zelene krme. Odlikuje se visokim stepenom bokorenja, dobrom regeneracijom (3 otkosa godišnje) i otpornošću na sušu i bolesti (gar i crvenilo sirka). Izvanredno je ugljenohidratno i energetska hranivo, te je odličan za ishranu stoke u zelenom stanju, kao i za proizvodnju silomase za biodigestore.



Farmeri u Srbiji i inostranstvu imaju mogućnost izbora visokoproduktivnih i kvalitetnih NS sorti krmnog bilja, ali se maksimalan efekat (dobit) može ostvariti samo primenom novih znanja i tehnologija u cilju ostvarivanja visokih prinosa, odličnog kvaliteta. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad će i u budućnosti predstavljati snažan oslonac poljoprivrednicima u osavremenjavanju tehnologije gajenja krmnih biljaka u cilju proizvodnje kvalitetne kabaste stočne hrane i semena.

Literatura

- Bouton J. (2012). Breeding lucerne for persistence. *Crop & Pasture Science*, 63:95–106.
- Bursać M., Atanacković M., Cvejić J., Vasiljević S. (2011). Analiza fitoestrogena crvene deteline. *Medicina Danas*. 2011;10(7-9):259-265. Characterization of Italian emmer wheat accessions. *Euphytica*, 146:29-37.
- Li X., Brummer E.C. (2012). Applied Genetics and Genomics in Alfalfa Breeding. *Agronomy*, 2:40-61.
- Karagić Đ., Katić S., Mikić A., Milić D., Milošević B., Vasiljević S., Wang Q. (2012). Krmno bilje-hrana, novac i energija. *Zbornik referata 46. Savetovanja agronoma Srbije, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Zlatibor*, 6³. 45-04.02.2012, 145-159.
- Mihailović V., Vasiljević S., Karagić Đ., Milošević B., Milić D., Katanski S., Živanov D., Ćupina B., Krstić Đ., Popović V. (2019a): Doprinos oplemenjivanja jednogodišnjih mahunarki većoj proizvodnji biljnih proteina. *XIV Simpozijum o krmnom bilju Srbije „Značaj i uloga krmnih biljaka u održivoj poljoprivredi Srbije“*, Poljoprivredni fakultet Beograd, 5²-19.04.2019. 11-14. (Po pozivu)
- Mihailović V., Vasiljević S., Karagić Đ., Milošević B., Radojević V., Popović V., Đalović I. (2019b): The first Serbian cultivar of winter pea for grain, NS Mraz./ Prva srpska sorta ozimog graška za zrno, NS Mraz. *Acta Agriculturae Serbica*.
- Vasiljević Sanja, Gordana Šurlan-Momirović, Lukić D., Mihailović V., Katić S. (2001). Iskorišćavanje genetičkog biodiverziteta kolekcionisanih genotipova crvene deteline u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo – Novi Sad. *Zbornik radova 1. Međunarodnog simpozijuma „Hrana u 21. veku“*, 58-17 novembar 2001, Subotica, 167-172.
- Vasiljević Sanja, P. Boža, B. Krstić, A. Mikić (2005a). Possible utilization of some less well-known clover species for the production of quality animal feed. *Natura Montenegrina*, 4, 179-184.
- Vasiljević S., Pataki I., Šurlan-Momirović G. & Živanović T. (2005b). Production potential and persistence of red clover varieties. *EGF – Grassland Science in Europe*, 10:577-580.
- Vasiljević S., Milić D., Mikić A. (2009). Chemical attributes and quality improvement of forage legumes. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 69:9-6, 1493-504.
- Vasiljević S., Katić S., Mihailović V. (2011). Oplemenjivanje crvene deteline (*Trifolium pratense* L) na poboljšan kvalitet krme. *Zbornik referata 45 Savetovanja agronoma*, 74.45-05.02.2011. Zlatibor, 127-137.
- Vasiljević S., Bursać M., Cvejić J., Mihailović V., Karagić Đ., Milić D., Milošević B., Katanski S. (2013). Phytoestrogen content in serbian red clover cultivars. Proceeding of the International Scientific Conference "Biologically active substances of plants - studying and application" dedicated to the 55th anniversary of the Department of Plant Biochemistry and Biotechnology of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus and to the 75th anniversary of the academician of the NAS of Belarus V.N. Reshetnikov, Minsk, 29-31 may 2013. *Труды Белорусского Государственного Университета*, серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем, Том 2, Часть 6, 00-70.
- Vasiljević S., Radinović I., Vlaisavljević S., Mikulić M., Milošević B., Katanski S., Dolapčev A., Dragić V. (2019). Novi izazovi u oplemenjivanju crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) u održivoj poljoprivredi. *Zbornik apstrakata, XIV Simpozijum o krmnom bilju Srbije „Značaj i uloga krmnih biljaka u održivoj poljoprivredi Srbije“*, 5²-19. april 2019, Poljoprivredni fakultet – Zemun, 21-22.
- Vlaisavljević S., Kaurinović B., Popović M., Djurendić-Brenesel M., Vasiljević B., Cvetković D., Vasiljević S. (2014). *Trifolium pratense* L. as a Potential Natural Antioxidant. *Molecules*: 19 (1), 713-725; doi:10.3390/molecules19010713
- Vlaisavljević S., Kaurinović B., Popović M., Vasiljević S. (2016). Profil of phenolic compounds in *Trifolium pratense* L. extracts at different growth stages and their biological activities. *International Journal of Food Properties*, 1094-2912, <http://dx.doi.org/10.1080/10942912.2016.1273235>
- Ćupina B., Vujić S., Vasiljević S., Mikić A. (2015). Annual clovers in Mediterranean area. *Legume Perspectives*, 10:29-30.



NS II BRIDI SUNCOKRETA – GARANCIJA USPEŠNE PROIZVODNJE

Milan Jocković, Sandra Cvejić, Siniša Jocić, Nada Hladni, Jelena Ovuka, Dragana Miladinović, Nedjeljko Klisurić, Ilija Radeka, Nemanja Ćuk, Vladimir Miklič

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja, Novi Sad
milan.jockovic@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

U radu su predstavljeni rezultati produktivnosti NS hibrida suncokreta standardnog i hemijskog tipa u mreži mikroogleda izvedenih u Srbiji tokom 2021. godine. Takođe, na osnovu rezultata u mikroogledima data je preporuka sortimenta za uspešnu proizvodnju u 2022. godini. Ispitivano je 17 hibrida suncokreta standardnog, uljanog tipa i 20 hibrida suncokreta tolerantnih prema tribenuron-metil. Najprinosniji hibridi suncokreta standardnog tipa, u proseku sa svih 8 lokaliteta, bili su hibridi NS Ronin i NS Kiril sa prosečnim prinosima od 4,43 t/ha i 4,37 t/ha. Prema ostvarenim rezultatima takođe možemo uočiti da je čak 13 hibrida ostvarilo prosečne prinose iznad 4 t/ha, što je daleko više od republičkog proseka koji se kreće oko 3 t/ha. Od ukupnog broja testiranih hemijskih hibrida suncokreta, čak 12 je ostvarilo prosečne prinose iznad 3,5 t/ha, dok je najveći posećan prinos ostvario hibrid NS H 8005 (3,87 t/ha) koji ujedno predstavlja najnoviju genetiku NS hibrida suncokreta tolerantnih na tribenuron-metil. Na dvodimenzionalnim grafikonima na kojima su prikazane vrednosti interakcije hibrida suncokreta i lokaliteta u kojima su hibridi gajeni, jasno se mogu uočiti razlike između lokaliteta u pogledu stabilnosti proizvodnje i ostvarenog prinosa semena izraženije od razlika između hibrida suncokreta. Uzimajući u obzir ostvarene rezultate prinosa semena, može se sa sigurnošću konstatovati da NS hibridi suncokreta, koji se nalaze u masovnoj proizvodnji i hibridi koji se tek uvode u proizvodnju, opravdavaju poverenje koje su im ukazali proizvođači suncokreta u našoj zemlji.

Ključne reči: NS hibridi, suncokret, klimatski uslovi, mikroogledi, prinos semena

Uvod

Danas prepoznat kao jedan od najvažnijih izvora jestivog ulja u ljudskoj ishrani, suncokret (*Helianthus annuus* L.) je vekovima imao različite namene. Indijanci su bili prvi ljudi koji su uzgajali suncokret sa namerom da ga koriste kao hranu, za lečenje i u ritualima. Kao ukrasna biljka gajen je u baštama Španije više od 2 veka, da bi kao industrijska biljka i značajan



izvor jestivog ulja bio prepoznat od strane ruskih naučnika. Prve sorte suncokreta stvorene u carskoj Rusiji poslužile su kao početni materijal za oplemenjivanje u mnogim naučnoistraživačkim centrima širom sveta. Naučni program oplemenjivanja suncokreta u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada počinje ubrzo posle njegovog formiranja 1938. godine. Prve NS sorte suncokreta su registrovane 1947. godine, dok su prvi NS hibridi suncokreta (jedni od prvih u svetu) registrovani 1978. godine, odnosno ubrzo posle pronalaska izvora citoplazmatske muške sterilnosti (CMS) i gena za restauraciju fertiliteta (Rf). Novosadski Institut za ratarstvo i povrtarstvo ima više od 4 decenije dugu tradiciju na stvaranju visokoproduktivnih hibrida suncokreta korišćenjem različitih metoda oplemenjivanja koje su uz primenu savremenih metoda biotehnologije doprinele povećanju produktivnosti, prinosa semena i sadržaja ulja u semenu.

Imajući u vidu sposobnost prilagođavanja različitim klimatskim uslovima, suncokret je na međunarodnom nivou predložen kao potencijalni model useva za prilagođavanje različitom okruženju (Radanović i sar., 2018). Imajući ovo u vidu, u okviru Programa IDEJE koji je najveći i najkompleksniji program Fonda za nauku Republike Srbije odobren je projekat SmartSun - Creating climate smart sunflower for future challenges, čiji je nosilac Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Pored istraživača iz Instituta na projekat su uključeni i istraživači sa Prirodno-matematičkog fakulteta i Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu. U okviru Programa IDEJE podneto je 917 predloga projekata, a odobreno je 105 projekata među kojima je i projekat SmartSun. Projekat će se baviti ispitivanjem mehanizama prilagođavanja suncokreta na ekstremne vremenske prilike, prvenstveno sušu, kao posledicu klimatskih promena, uz primenu najnovijih „omics“ tehnologija za fenotipizaciju i genotipska i epigenetska istraživanja. Krajnji cilj projekta je identifikacija genotipova i stvaranje hibrida suncokreta tolerantnih na ekstremne klimatske uslove. Projekat SmartSun će deo svojih aktivnosti realizovati u okviru Centra izuzetnih vrednosti za inovacije u oplemenjivanju biljaka tolerantnih na promene klime – Climate Crops, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo.

Imajući u vidu da suncokret predstavlja najvažniji izvor jestivog ulja u balkanskim zemljama, pa tako i u Srbiji, jedan od najvažnijih zadataka među oplemenjivačima jeste ispitivanje interakcije hibrida i sredine u kojoj se gaji (genotype by environment interaction - GEI). Poznavanje uticaja faktora sredine na rast i razvoj useva umanje mogućnost značajnog gubitka prinosa usled pogrešnog odabira hibrida i unapređuje izbor hibrida za gajenje u ciljnim regionima. Upravo iz tog razloga, Institut za ratarstvo i povrtarstvo izvodi multilokacijske mikrooglede koji uključuju novopriznate hibride, kao i hibride koji su već ustaljeni u široj proizvodnji.

Cilj ovog rada je predstavljanje proizvodnih rezultata prinosa semena NS hibrida suncokreta u mreži mikroogleda koji su izvedeni tokom 2021. godine, kao i preporuka sortimenta za setvu u 2022. godini.



Materijal i metod rada

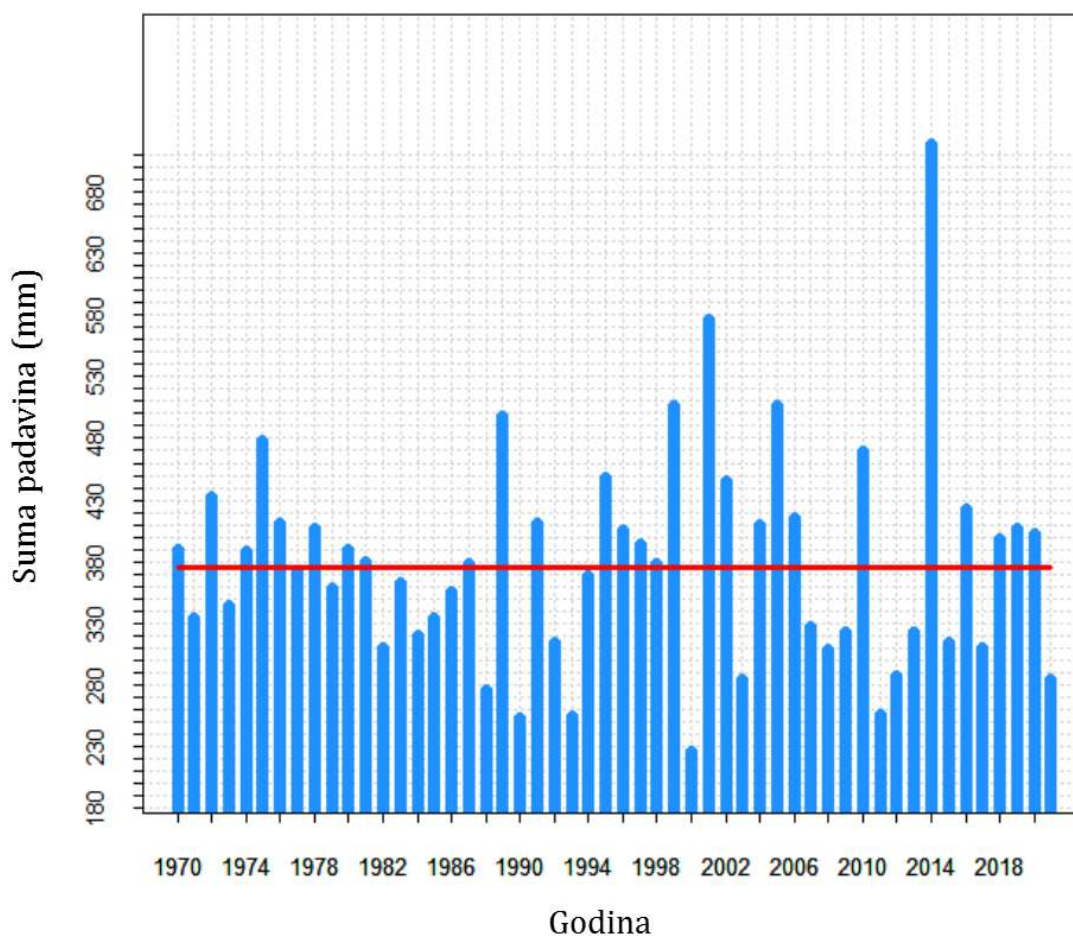
U 2021. godini ispitivano je 17 hibrida suncokreta standardnog, uljanog tipa (Tab. 1) i 20 hibrida suncokreta tolerantnih prema tribenuron-metil (Tab. 2), stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Standardni hibridi su bili posejani u 8 lokaliteta širom Vojvodine: Rimski šančevi, Vrbas, Kikinda, Novo Miloševo, Zrenjanin, Pančevo, Vršac i Sremska Mitrovica. Hibridi tolerantni na tribenuron-metil su bili posejani na istim lokalitetima, izuzev Sremske Mitrovice.

Ogledi su postavljeni po slučajnom blok sistemu u 4 ponavljanja, a veličina osnovne parcele bila je 28 m². U cilju isključivanja uticaja rubnog efekta za analize su se koristile biljke iz dva srednja reda. Veličina neto parcele iznosila je 13,3 m² (0,7 Í 0,25 Í 76 m). Primenjene su optimalne agrotehničke mere, a u toku vegetacije vršena su fenološka opažanja i merenja. U fazi fiziološke zrelosti ocenjivana je otpornost na dominantne bolesti. Analiziran je prinos semena suncokreta koji je korigovan na 11% vlage i preračunat je u t/ha. Za statističku obradu i vizuelizaciju podataka korišćen je program GenStat, izdanje 12.

Rezultati i diskusija

Prema podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ) agrometeorološki uslovi u 2021. godini bili su nepovoljni za većinu useva (<http://www.hidmet.gov.rs/data/agro/godina.pdf>). Početak proleća je bio uslovljen suvim i toplim periodima da bi u poslednjoj dekadi marta došlo do značajnog zahlađenja praćenog padavinama i pojavom mraza. Nepovoljne klimatske prilike zadržale su se i u aprilu, što je onemogućavalo pripremu zemljišta i setvu jarih useva. U drugoj polovini aprila temperature su bile u blagom porastu, što je uslovlilo bolje uslove za setvu. Dovoljna količina padavina u ovom periodu održavale su povoljnu vlažnost zemljišta što je bilo značajno za početne faze razvoja kukuruza, soje, suncokreta i drugih useva. Vegetacioni period (IV- IX mesec) tokom 2021. godine je bio topliji i suvlji u odnosu na višegodišnji prosek (izvor RHMZ).

Prosečna količina padavina tokom vegetacionog perioda bila je daleko ispod višegodišnjeg proseka (Graf. 1), što je ostavilo negativne posledice na većinu ratarskih useva. Prinosi kukuruza kao glavnog jarog useva su bili 30-40% manji od višegodišnjeg proseka, dok su prinosi soje takođe bili ispod proseka. Prosečne vrednosti prinosa suncokreta kretale su se oko višegodišnjeg proseka (<http://www.hidmet.gov.rs/data/agro/godina.pdf>). Jedna od glavnih karakteristika suncokreta jeste viša tolerantnost na sušnije uslove u odnosu na druge jare useve, zahvaljujući snažnom korenovom sistemu koji se spušta u dublje slojeve zemljišta i na taj način koristi nepristupačnije zalihe vode.



Grafikon 1. Suma padavina (mm) u periodu od 1. aprila do 30. septembra po godinama sa tridesetogodišnjim prosekom (<http://www.hidmet.gov.rs/data/agro/godina.pdf>).

Setva hibrida suncokreta je u 2021. godini uglavnom obavljena na vreme. Period od polovine juna do kraja jula odlikovao se suvim i toplim vremenom, tako da nije bilo uslova za razvoj i širenje bolesti. Pored sušnijeg leta, NS hibridi suncokreta su ostvarili visoke prosečne prinose i potvrdili izuzetnu tolerantnost na sušnije uslove.

Rezultati ostvareni u 2021. godini u mreži mikroogleda širom Vojvodine najbolji su pokazatelji kvaliteta kojim raspolažu NS hibridi suncokreta. Prema rezultatima iz Tabele 1. možemo videti da su se prosečne vrednosti prinosa semena hibrida suncokreta kretale između 3,50 i 4,43 t/ha, sa ukupnim prosekom od 4,20 t/ha. U prethodnom istraživanju Jocković i sar. (2021) prosečan prinos standardnih hibrida suncokreta na nivou ogleda je iznosio 3,85 t/ha. Najprinosniji u proseku za svih 8 lokaliteta su bili hibridi NS Ronin i NS Kiril sa prosečnim prinosima od 4,43 t/ha i 4,37 t/ha. Prema ostvarenim rezultatima takođe možemo uočiti da je čak 13 hibrida ostvarilo prosečne prinose iznad 4 t/ha, što je daleko više od republičkog proseka koji se kreće oko 3 t/ha (Jocković i sar., 2019; Balalić i sar., 2020).



Tabela 1. Prinos semena NS hibrida suncokreta standardnog tipa u Srbiji u 2021. godini

Hibrid	Prinos semena (t/ha)
H1 DUŠKO	3,62
H2 NS OSKAR	4,19
H3 NS KONSTANTIN	4,34
H4 NS ROMEO	3,99
H5 NS FANTAZIJA	3,50
H6 NS LEONARDO	3,90
H7 NS RONIN	4,43
H8 NS KRUNA	4,11
H9 NS KIRIL	4,37
H10 NS ZMAJ	4,25
H11 NS DOSITEJ	4,32
H12 NS DANUBIUS	4,30
H13 NS TRIFUN	4,32
H14 NS FORTIS	4,21
H15 NS GVOZDEN	4,31
H16 NS ZMAJ PL	4,14
H17 NS DOSITEJ PL	4,26
Prosek	4,20

Tabela 2. Prinos semena Sumo (Expres) NS hibrida suncokreta u Srbiji u 2021. godini

Hibrid	Prinos semena (t/ha)
H1 NS SUMO SUN	3,51
H2 NS SUMO STAR	3,56
H3 NS SUMO VITA	3,71
H4 NS SUMO ORFEJ	3,70
H5 NS SUMO SJAJ	3,45
H6 NS SUMO SOL	3,50
H7 NS H 8002	3,63
H8 NS H 8003	3,66
H9 NS H 8005	3,87
H10 NS H 8380	3,86
H11 NS H 8266	3,46
H12 NS H 8269	3,59
H13 NS H 8270	3,64
H14 NS H 8271	2,94
H15 NS H 8387	3,33
H16 NS H 8149	3,43
H17 NS H 8431	3,26
H18 NS H 8470	3,23
H19 NS H 8469	3,01
H20 NS H 8474	3,58
Prosek	3,50

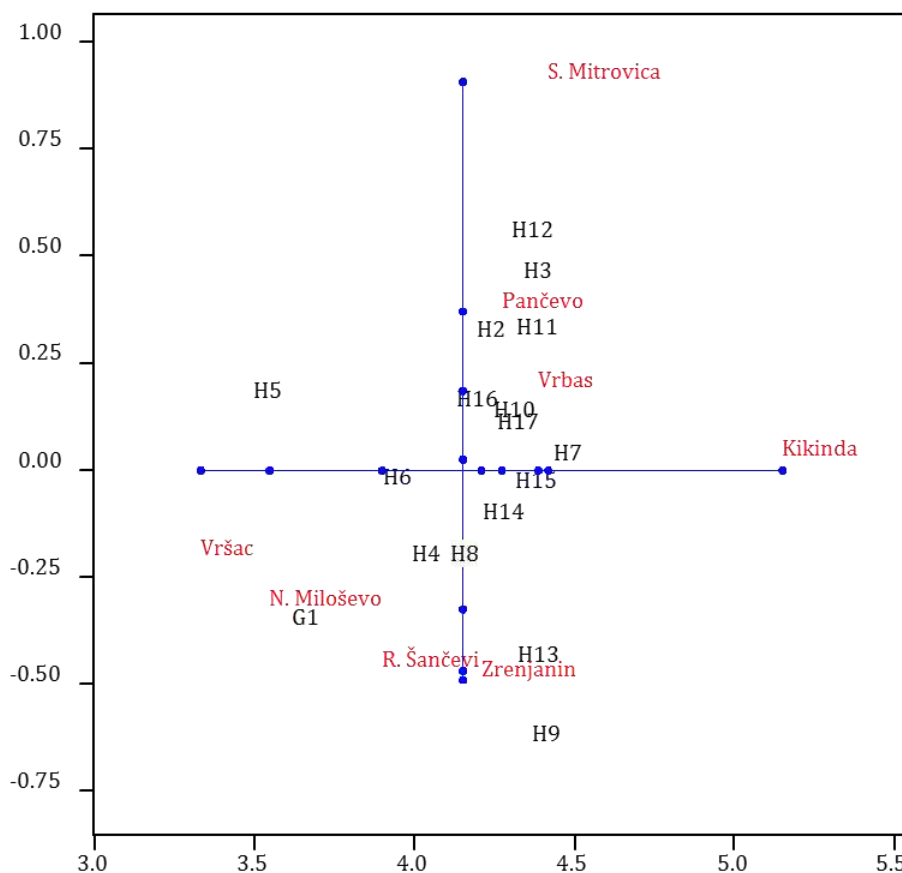
Prosečne vrednosti prinosa semena hibrida suncokreta tolerantnih na tribenuron-metil kretale su se između 2,94 i 3,87 t/ha, dok je ukupan prosek ogleda iznosio 3,50 t/ha (Tab. 2). Rezultati pokazuju da je i ovaj tip hibrida ostvario izvanredne rezultate u ovoj, ne tako sjajnoj godini za proizvodnju. Od ukupnog broja testiranih hibrida čak 12 je ostvarilo prosečne prinose iznad 3,5 t/ha, dok je najveći posećan prinos ostvario hibrid NS H 8005 (3,87 t/ha) koji ujedno i predstavlja najnoviju genetiku NS hibrida suncokreta tolerantnih na tribenuron-metil. Imajući u vidu da ova tehnologija proizvodnje suncokreta beleži sve veću popularnost i prisutnost u proizvodnji, ostvareni rezultati jasno pokazuju da će NS hibridi suncokreta tolerantni na tribenuron-metil u narednim godinama postavljati nove granice u pogledu prinosa semena ovog tipa hibrida.

Imajući u vidu agroklimatske razlike lokaliteta u kojima se gaji suncokret, poznavanje veličine interakcije na performanse hibrida pomaže u odabiru hibrida i pogodnog okruženja za maksimalan prinos (Škorić, 2012; Miklič i sar., 2015; Balalić i sar., 2019; Jocković i sar., 2019). Na dvodimenzionalnim grafikonima na kojima su prikazane vrednosti interakcije hibrida suncokreta i lokaliteta u kojima su hibridi gajeni, jasno se mogu uočiti razlike između lokaliteta

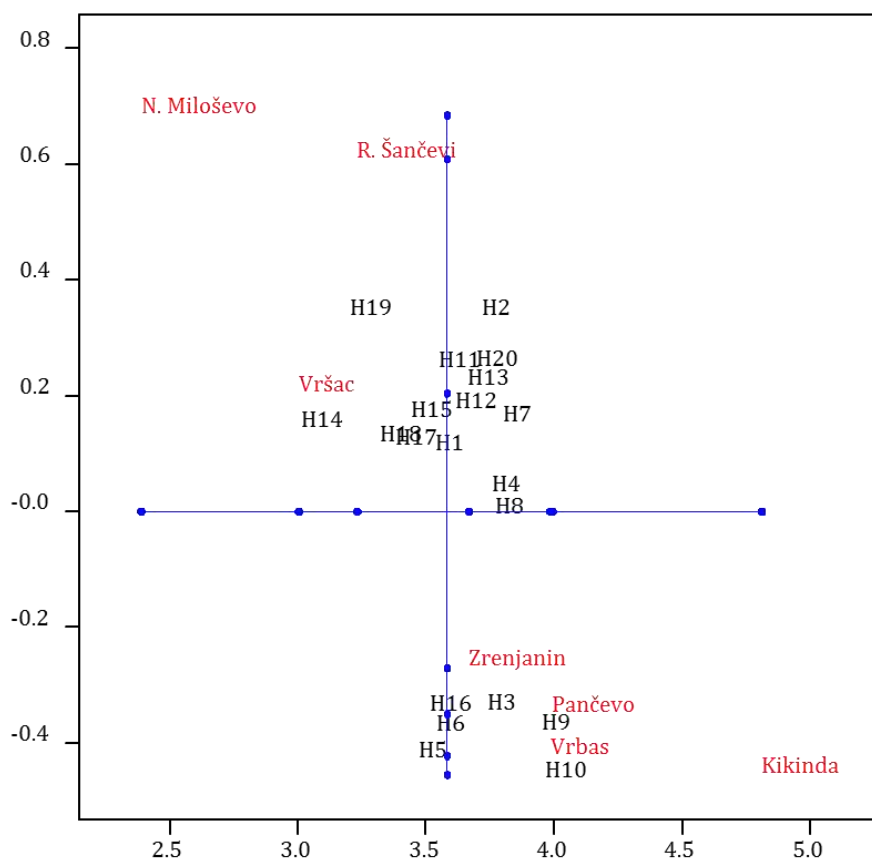


u pogledu stabilnosti proizvodnje i ostvarenog prinosa semena izraženije od razlika između hibrida suncokreta. Ovo je veoma koristan podatak jer govori o izvanrednoj adaptabilnosti odabranih hibrida da u tako različitim uslovima proizvodnje ostvaruju stabilne i visoke prinose. Na Grafikonu 1. se jasno može uočiti da je u 2021. godini najpovoljniji lokalitet za proizvodnju hibrida suncokreta standardnog tipa bila Kikinda jer su ostvareni izuzetno visoki prinosi (> 5 t/ha), uz niske vrednosti interakcije što govori da je u pomenutom lokalitetu garantovana stabilnost u proizvodnji. Najniži prinosi semena suncokreta ostvareni su u lokalitetima Vršac, Novo Miloševo i Rimski šančevi, dok su u Sremskoj Mitrovici hibridi imali najviše vrednosti interakcije sa pomenutim lokalitetom (Graf. 1). U pogledu hibrida suncokreta tolerantnih na tribenuron-metil, na Grafikonu 2. može se uočiti da su najpovoljniji lokaliteti za proizvodnju bili Kikinda, Pančevo, Vrbas i Zrenjanin, dok su najniži prinosi semena ostvareni u Novom Miloševu, Vršcu i Rimskim šančevima.

Uzimajući u obzir ostvarene rezultate prinosa semena, može se sa sigurnošću konstatovati da NS hibridi suncokreta, koji se nalaze u masovnoj proizvodnji i hibridi koji se tek uvode u proizvodnju, opravdavaju poverenje koje su im ukazali proizvođači suncokreta u našoj zemlji.



Grafikon 1. Adaptabilnost i stabilnost hibrida suncokreta standardnog tipa



Grafikon 2. Adaptabilnost i stabilnost hibrida suncokreta tolerantnih na tribenuron-metil (SUMO)

Izbor NS hibrida suncokreta za setvu u 2022. godini

Prema postignutim rezultatima u masovnoj proizvodnji, kao i u mikroogledima u ovoj i prethodnim godinama, za setvu u 2022. godini predlažu se sledeći hibridi:

1. **Visokoproduktivni uljani hibridi:** NS Kruna, NS Ronin, NS Romeo, NS Konstantin kao i ultra-rani hibrid NS Dukat koji su genetski otporni na A, B, C, D i E rase volovoda (*Orobanche cumana*). Hibridi NS Kruna i NS Romeo su genetski otporni i na rase plamenjače koje dominiraju u Srbiji. Takođe, u ponudi se nalazi visokoproduktivni hibrid novije generacije NS H 7749 koji je genetski otporan na agresivnije rase volovoda (A-F+), kao i na plamenjaču. Najnovije u ponudi jeste srednje rani, visokoproduktivni hibrid NS Kiril sa genetskim potencijalom za prinos >5,8 t/ha i genetskom otpornošću na volovod (A-E).

2. **Clearfield® hibridi:** Pegaz i NS Taurus koji su genetski otporni na plamenjaču i Clearfield® Plus hibrid NS Smaragd CLP genetski otporan na plamenjaču i na A, B, C, D i E rase volovoda (*Orobanche cumana*). U Clearfield® sistemu proizvodnje uz obaveznu primenu herbicida Pulsar®40 ili Passat®, kao i u Clearfield® Plus sistemu proizvodnje uz obaveznu primenu herbicida Pulsar® Plus, uspešno se rešava problem volovoda, kao i većeg broja jednogodišnjih uskolisnih i širokolisnih korova.



3. **Hibridi otporni na herbicide iz grupe sulfonil urea:** Sumo 1 PR i Sumo 2 OR, kao i hibridi novije generacije Orfej i NS Sumo Sun poseduju genetsku otpornost na plamenjaču i na A, B, C, D i E rase volovoda (*Orobanche cumana*). Najnovije u ponudi jesu visokoprinosni hibridi NS H 8002 i NS H 8005 otporni na herbicide iz grupe sulfonil urea i poseduju genetsku otpornost na volovod (A-E). Ovim načinom proizvodnje uz obaveznu primenu herbicida Express®50 SX uspešno se rešava problem većeg broja širokolisnih korova, čak i palamide.

4. Hibridi suncokreta za posebne namene:

- Za proizvodnju proizvoda od jezgra suncokreta preporučuju se hibridi najnovije generacije NS Leviathan, NS Garavi, NS Slatki, NS Gricko i Cepko.
- Visokooleinski hibrid NS Sanol predstavlja najnovije iz ponude hibrida sa sadržajem oleinske kiseline preko 85%. Ovaj hibrid poseduje genetsku otpornost na plamenjaču (*Pl8*), kao i na volovod (A-E).
- Za ishranu ptica preporučuje se hibrid Labud.
- U grupi dekorativnih suncokreta preporučuju se Neoplanta, koja se odlikuje bordo bojom jezičastih cvetova i Heliopa, koja se odlikuje žutom bojom jezičastih cvetova.

NAJNOVIJE U PONUDI

NS H 8002

- Srednje rani hibrid.
- Visoko tolerantan na tribenuron-metil.
- Prosečna visina biljke, visoko otporan na poleganje.
- Genetski otporan na plamenjaču (*Pl₆ gen*), volovod (rase A, B, C, D i E), rđu i suncokretovog moljca.
- Visoko tolerantan na *Phomopsis helianthi*, *Macrophomina*, *Sclerotinia sclerotiorum*.
- Genetski potencijal za prinos semena preko 5,5 t/ha.
- Sadržaj ulja u semenu 47-48%.
- Visoko tolerantan na sušne i stresne uslove kao i uslove prekomerne vlažnosti.
- Rešava problem većine širokolisnih korova kao što je palamida (*Cirsium arvense*) uz obaveznu upotrebu herbicida.
- Dobre performanse u uslovima stresa.
- Preporučen (optimalan) sklop u žetvi je 55.000-60.000 biljaka po hektaru.

NS H 8005

- Srednje rani hibrid.
- Visoko tolerantan na tribenuron-metil.
- Prosečna visina biljke, visoko otporan na poleganje.
- Genetski otporan na volovod (rase A, B, C, D i E), rđu i suncokretovog moljca.
- Visoko tolerantan na *Phomopsis helianthi*, *Macrophomina*, *Sclerotinia sclerotiorum*.
- Genetski potencijal za prinos semena preko 5,5 t/ha.
- Sadržaj ulja u semenu 48-49%.
- Tolerantan na sušu, atraktivan za oprašivače.
- Rešava problem većine širokolisnih korova kao što je palamida (*Cirsium arvense*) uz obaveznu upotrebu herbicida.
- Adaptabilan i može se gajiti u različitim agroekološkim uslovima.
- Preporučen (optimalan) sklop u žetvi je 55.000-60.000 biljaka po hektaru.



Zahvalnica

Rad je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja republike Srbije, ugovor broj 451-03-68/2020-14/200032 i Fond za nauku R. Srbije, program IDEJE, br. 7732457, *Creating climate smart sunflower for future challenges* - SmartSun. Istraživanja u radu su sprovedena i uz podršku međunarodnih projekata: COST akcija CA18111 „Uređivanje genoma u biljkama“, tehnologija sa transformativnim potencijalom, COST akcija CA16212 „Uticaj nuklearnih domena na ekspresiju gena i biljne osobine“, IAEA projekat RER5024 „Povećanje produktivnosti i otpornosti na klimatske promene glavnih prehrambenih useva u Evropi i Centralnoj Aziji“.

Literatura

- Balalić I, Jocić S, Cvejić S, Jocković M, Miladinović D, Hladni N, Klisurić N, Miklič V (2019): Produktivnost NS hibrida suncokreta u 2018. godini i preporuke za setvu. *Zbornik referata 19. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije*, Zlatibor, 24-32.
- Balalić I, Jocić S, Cvejić S, Jocković M, Miladinović D, Hladni N, Klisurić N, Miklič V (2020): Rezultati mikroogleda NS hibrida suncokreta i preporuka sortimenta za 2020. godinu. *Zbornik referata sa 11. Savetovanja agronoma Srbije*, 26-30.01.2020. Zlatibor, 10-16.
- Jocković M, Cvejić S, Jocić S, Marjanović Jeromela A, Miladinović D, Jocković B, Miklič V, Radić V (2019): Evaluation of sunflower hybrids in multi-environment trial (MET). *Turkish Journal of Field Crops*, 24(2): 202-210.
- Jocković, M., Jocić, S., Cvejić, S., Balalić, I., Hladni, N., Miladinović, D., Klisurić, N., Miklič, V. (2021): Produktivnost NS hibrida suncokreta u mikroogledima i preporuka za uspešnu proizvodnju u 2021. godini. *Zbornik referata sa 11. Savetovanja agronoma Srbije*, 40-48.
- Miklić V, Balalić I, Jocić S, Marinković R, Cvejić S, Hladni N, Miladinović D (2015): Rezultati mikroogleda NS hibrida suncokreta i preporuka sortimenta za setvu u 2015. godini. *Zbornik referata 05. Savetovanja agronoma Srbije*, Zlatibor, 86-97.
- Radanović A, Miladinović D, Cvejić S, Jocković M, Jocić S (2018): Sunflower Genetics from Ancestors to Modern Hybrids - a review. *Genes*, 9(11): 1-19.
- Škorić D (2012): Sunflower breeding. In: Škorić D & Sakač Z (eds.), *Sunflower Genetics and Breeding*. 165-354.



REZULTATI PROIZVODNJE NS ULJANE REPICE U 2020/21. I PREPORUKA SORTIMENTA ZA 2022/23. GODINU

*Ana Marjanović Jeromela¹, Željko Milovac¹, Petar Mitrović¹,
Dragana Rajković¹, Sreten Terzić¹, Jovan Crnobarac²*

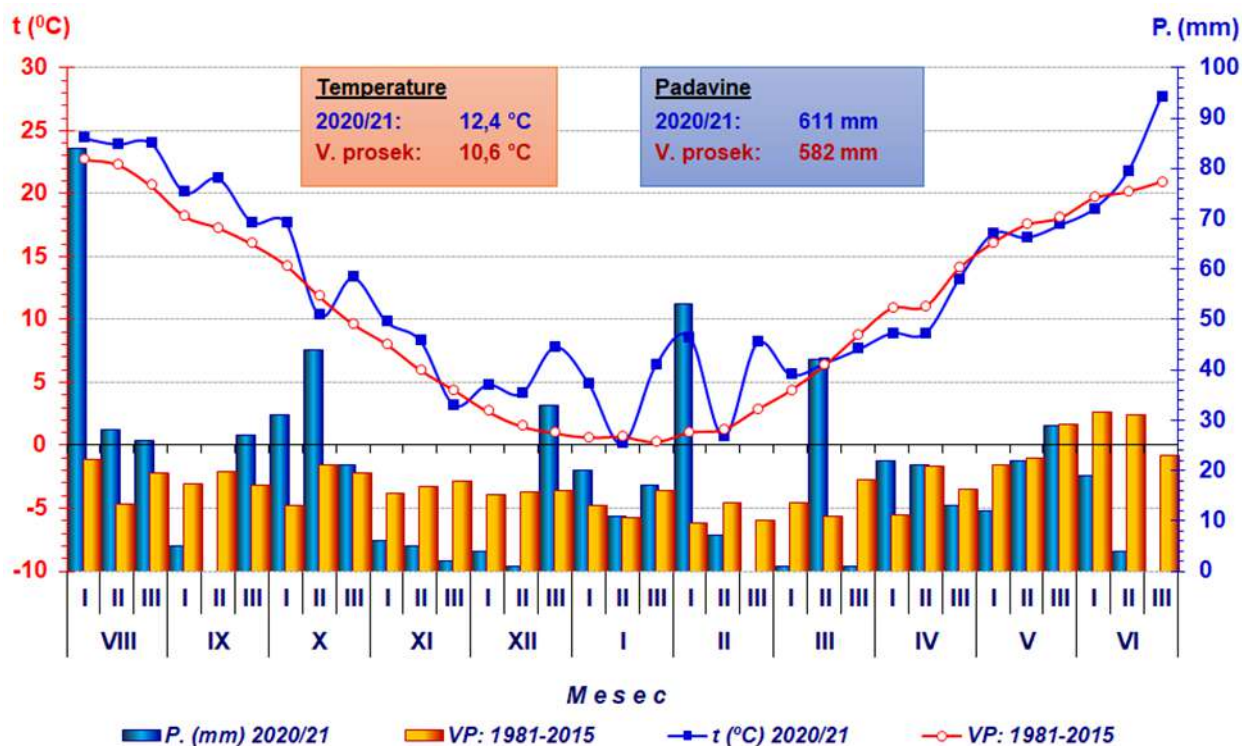
¹ Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

² Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
ana.jeromela@ifvcns.ns.ac.rs

Uljana repica (*Brassica napus* L.) je treća najznačajnija uljana biljna vrsta u svetu nakon uljane palme i soje. Gaji se najviše zbog ulja, čiji je sadržaj u semenu 42-47% i koristi se u ishrani, prehrambenoj industriji i u prerađivačkoj industriji, prvenstveno za proizvodnju biodizela. Ulje uljane repice sadrži oko dva puta više ulja u odnosu na seme soje. Visok sadržaj oleinske kiseline i nizak udeo zasićenih masnih kiselina u repičinom ulju povoljno utiču na zdravlje ljudi, te se preporučuje korišćenje ovog ulja u redovnoj ishrani.

Procenjuje se da je tokom 2020/21. proizvodnja uljane repice na svetskom nivou bila nešto niža [7% manja u odnosu na prethodnu sezonu (Oilseeds and Protein Crops market situation, 2021)] s obzirom na to da je Kanada, jedan od najvećih svetskih proizvođača i izvoznika uljane repice, iskusila ozbiljan problem sa sušom što je uslovalo smanjene prinose. U odnosu na prethodnu godinu, evidentan je skoro dvostruki porast cena repice koja se izvozi (International Grains Council, 2021). Na nivou EU, cena u novembru 2021. je iznosila 772 USD/t.

Kada je u pitanju proizvodnja uljane repice u Srbiji, potrebno je naglasiti da je sezona 2020/2021. godine bila toplija za 1-2°C u odnosu na višegodišnji prosek (1981-2010), dok je količina padavina bila na nivou proseka. Tokom vegetacije 2020/21. je bio izražen efekat globalnih klimatskih promena, koje su se manifestovale kroz ekstremne vremenske prilike. Pojava kasnih mrazeva na proleće, kao i toplotni talasi i suša zabeleženi tokom leta, nepovoljno su uticali na proizvodnju većine ratarskih useva. Dva puta veća količina padavina u odnosu na višegodišnji prosek je zabeležena u oktobru. Na ovaj način su obnovljene rezerve vlage u zemljištu što je pogodovalo ranom razvoju uljane repice. U trećoj dekadi novembra su prosečne dnevne temperature pale ispod 5°C (Graf. 1), što je značilo početak faze zimskog mirovanja biljaka. Postepen pad temperatura je prijaio uljanoj repici da uspešno prođe prvu fazu kaljenja na niske temperature. Tokom zimskih meseci je bila retka pojava snežnog pokrivača i mrazeva, dok je količina kiše bila uobičajena za ovaj period godine. Ovo je bilo značajno za nastavak vegetacione sezone, jer su stvorene zalihe vlage i u dubljim slojevima zemljišta. Nakon početnog otopljenja u prvoj dekadi februara sa neuobičajeno visokim temperaturama za to doba godine (do 20°C), usledio je period sa pojavom temperature ispod nule do kraja prve dekade marta, koji



Grafikon 1. Temperature i padavine u periodu avgust 2020 – jun 2021. na lokalitetu Rimski šančevi

je nakon nedelju dana otopljanja potrajao do kraja meseca. Sve do kraja aprila je bilo povremene kratkotrajne pojave mraza. Zbog nešto hladnijeg vremena uljana repica je ušla u fazu cvetanja sa dosta niskom stabljikom. Tokom maja je bila česta pojava kiše, iako količine nisu bile velike. U poslednjoj dekadi juna, kada je počela žetva uljane repice, temperature su naglo porasle sa maksimalnim izmerenim dnevnim vrednostima u intervalu 33 do 42°C.

Pojava štetočina

Oštećenja prouzrokovana ishranom insekata u jesenjem periodu bila su na nivou višegodišnjih i nisu u značajnijoj meri uticala na biljni sklop. Relativno povoljni meteorološki uslovi uticali su na to da uljana repica dobro nikne i ubrzano prolazi kroz početne, najkritičnije faze, čime je i period kada buvači (*Phyllotreta* sp. i *Psylliodes chrysocephala*) i repičina lisna osa (*Athalia rosae*) mogu da je značajnije oštete. Pojava glodara tokom proizvodne sezone nije bila izražena i retko gde su zabeležene značajnije štete.

Prvi odrasli primeri male (*Ceutorhynchus pallidactylus*) i velike repičine pipe (*C. napi*) zabeleženi su početkom februara. Njihova pojava i brojnost bile su na nivou višegodišnjeg proseka i bio je dovoljan jedan hemijski tretman za njihovo suzbijanje tamo gde je brojnost prešla ekonomski prag štetnosti. Prva pojava odraslih jedinki repičinog sjajnika (*Brassicogethes aeneus*) zabeležena je takođe početkom februara, dok je njegova brojnost porasla pred cvetanje



krajem marta i bila visoka tokom aprila kada ovaj insekt čini najveće štete uljanoj repici. Brojnost ove vrste bila je nešto viša na području južne Bačke i bio je dovoljan uglavnom jedan hemijski tretman za suzbijanje. Za razliku od 2019. kada su ponovo započeta ispitivanja pojave rezistentnosti repičinog sjajnika na insekticide (Sl. 1), i kada nije utvrđena pojava rezistentnosti, tokom 2021. utvrđena je pojava promene osetljivosti pojedinih populacija repičinog sjajnika. Testirane su populacije prikupljene sa područja Bajše, Bačke Topole (Malog Beograda), Novog Sada (Rimskih šančeva) i Dobanovaca. Sve testirane populacije pokazale su visoku osetljivost na insekticide hlorpirifos + cipermetrin i alfa-cipermetrin. Na insekticid cipermetrin jedino je populacija iz Novog Sada bila umereno rezistentna dok su ostale populacije bile visoko osetljive. Testiranje efikasnosti lambda-cihalotrina ukazalo je na pojavu umerene rezistentnosti kod populacija iz Novog Sada, Dobanovaca i Bajše. Takođe, testirana je i efikasnost insekticida na bazi aktivne materije deltametrin na čije dejstvo su sve ispitivane populacije bile rezistentne, što je značajna razlika u odnosu na ispitivanja izvršena 2019. godine. Tokom 2021. godine ni za jednu od ispitivanih populacija repičinog sjajnika na ozimoj uljanoj repici nije utvrđeno da pripada petoj grupi, odnosno da je visoko rezistentna na insekticide (Kljajić et al, 2019; Kljajić i sar., 2021).

Tokom 2021. utvrđen je nagli porast brojnosti mušice kupusne ljuske (*Dasineura brassicae*). Na 66 lokaliteta na kojima je utvrđivano prisustvo ovog insekta u 58,0 ± ljuski utvrđeno je prisustvo larvi mušice kupusne ljuske što je značajno više od desetogodišnjeg proseka od 4%. Interesantno je da brojnost pipe kupusne ljuske (*Ceutorhynchus assimillis*) nije značajnije porasla (0,59% naseljenih ljuski) u odnosu na višegodišnji prosek (0,27%).



Slika 1. Testiranje osetljivosti populacija repičinog sjajnika na insekticide
(Foto: F. Franeta)



Pojava bolesti

Plamenjača uljane repice pr: *Hyaloperonospora parasitica*

Plamenjača kupusnjača je bolest koja se javlja u uslovima hladnije i vlažnije klime. U Srbiji se prvi simptomi na uljanoj repici obično javljaju u fazi kotiledona odnosno u drugoj polovini septembra i tokom oktobra. Međutim, tokom jesenjeg perioda 2020/21. pojava simptoma plamenjače je izostala iako su vremenski uslovi pogodovali razvoju bolesti naročito tokom 2020. godine. Prvi simptomi su se javili u drugom, prolećnom delu vegetacije na listovima rozete (Sl. 2). Nakon prorastanja cvetnog stabla listovi rozete se suše i otpadaju, što dovodi do zaustavljanja daljeg razvoja bolesti u većini godina. Tokom prolećnog dela 2020/21. razvoj bolesti je nastavljen u vidu krupnih hlorotičnih pega na listovima cvetnog stabla. Tokom daljeg razvoja bolesti uočeno je spajanje pega i pojava većih nekrotičnih površina lista. Pojava pega nije primećena na cvetnom stablu, granama i ljuskama. Takođe, uočeno je propadanje pojedinih listova krune usled prisustva parazita tokom kišnog perioda. Na osnovu morfoloških (konidiofori, hijalinski, ravni, veličine 195 -370 μm , konidije, široko elipsoidne, hijalne, veličine 17,5-21,3 \times 23,6-26,9 μm) i molekularnih karakteristika (dobijenih PCR analizom) utvrđeno je da navedene simptome prouzrokuje *Hyaloperonospora parasitica*. Na osnovu dobijenih prinosa na oglednim i proizvodnim parcelama na Rimskim šančevima tokom 2020/21. može se zaključiti da parazit nije prouzrokovao ekonomske štete na uljanoj repici.



Slika 2. Simptomi plamenjače uljane repice na licu lista (Foto: P. Mitrović)



Formiranje prinosa

Na visinu prinosa utiče veliki broj činilaca, ali prvenstveno agroekološki uslovi, a zatim rodnost i adaptabilnost odabrane sorte ili hibrida uljane repice. Vreme setve je važno za ravnomerno nicanje, a preporučuje se nakon kiše u optimalnom roku tokom septembra, kako bi se izbeglo propadanje semena i podsejavanje. Klimatski faktori, prvenstveno temperature i padavine, imaju izuzetno važnu ulogu, kako u nicanju tako i kasnije tokom sezone. Pored vremena setva i dubina setve je važna za ravnomerno nicanje naročito kod uljane repice, kao i svih biljnih vrsta sa sitnim semenom. Potrebno je odabrati i odgovarajuću sortu/hibrid koja je prilagođena pedološkim i klimatskim uslovima regiona gajenja, gde može da ostvari sav svoj potencijal (Marjanović Jeromela i sar., 2019).

Nalivanje semena uljane repice

Radi unapređenja procesa selekcije i odabira najprinosnijih sorti i hibrida, vršena su opsežna istraživanja procesa nalivanja semena uljane repice. Cilj je bio da se definišu parametri nalivanja semena koji otkrivaju različite reakcije biljaka na stresne, ali i optimalne uslove gajenja. Tako bi se omogućio bolji uvid u potencijal rodnosti i stabilnosti postojećeg sortimenta, ali i materijala u razvoju tokom ranih faza selekcije.

Varijacije prinosa semena uljane repice najviše zavise od životne sredine, ali na njih utiče i efikasnost procesa nalivanja semena koja je specifična za svaki genotip. Nelinearne matematičke funkcije omogućavaju pouzdanu procenu fizioloških osobina povezanih sa rastom semena i mogu da se prikažu preko suma dnevnih temperatura. Analizirani su dostupni modeli rasta i razvoja semena kako bi se utvrdilo koji daje najbolji opis akumulacije biomase semena uljane repice, koje sorte su najprilagodljivije i da bi se definisao model za dalju primenu u selekciji uljane repice (Muller and Martre, 2019). Upoređene su karakteristike rasta i razvoja između sorti uljane repice koje se razlikuju po parametrima semena i prinosu. Klimatski uslovi u dve godine testiranja su bili značajno različiti u pogledu raspodele padavina i temperatura. Tokom perioda nalivanja semena su se manifestovali kao stres od suše u prvoj i optimalni uslovi za razvoj u drugoj godini ispitivanja. Masa semena i ulja su mereni počev od punog cvetanja pa sve do zrelosti i upoređeni između sorti prateći skalu sume akumuliranih dnevnih temperatura.

Korišćeno je šest sorti uljane repice: Slavica, Zlatna, Zorica, Branka, Jasna i Kata. Svi odabrani genotipovi su sorte 00 tipa kvaliteta, razvijene i prilagođene za gajenje u regionu severne Srbije. U drugoj godini klimatski uslovi su bili povoljniji za gajenje uljane repice sa nižim temperaturama i ravnomernijom raspodelom padavina, što je dovelo do većih prinosa u rasponu od 255 do 331 g/m² i mase hiljadu semena od 4,23 do 4,97 g. Veći sadržaj akumuliranog ulja doprineo je ukupnoj masi zrna, dok je hektolitarska masa bila manja zbog krupnijeg semena.



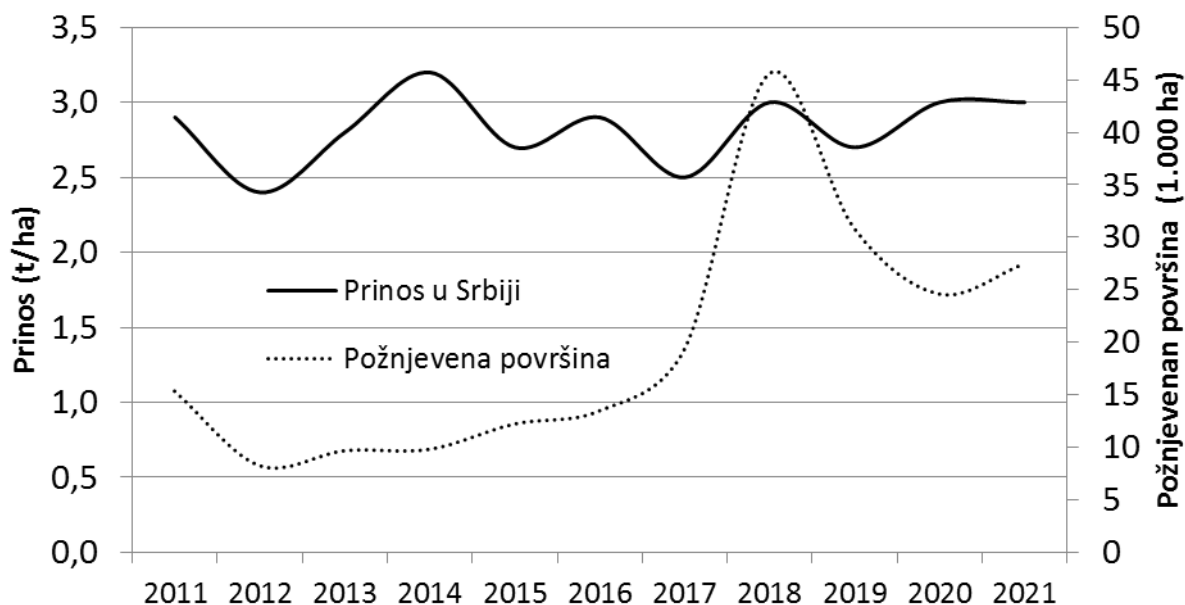
Adaptabilnost je osobina koja se ogleda u sposobnosti biljke da se prilagodi lošim, ali i da ispolji sav svoj potencijal u dobrim uslovima gajenja. Različiti klimatski uslovi u dve probne godine su ukazali da genotipovi nisu podjednako reagovali, odnosno iskoristili bolje uslove životne sredine. Specifične fiziološke osobine omogućavaju biljkama da bolje iskoriste raspoložive resurse, dok je efikasnost nalivanja semena jedna od najvažnijih osobina za formiranje prinosa. Upoređivanje modela za opis rasta semena je pokazalo da jedna funkcija nije dovoljna za tačnu procenu u različitim klimatskim uslovima. Od ispitivanih modela rasta, logistički je sa najvećom tačnošću opisao rast mase semena, dok je Gomperc model bio najbolji za predviđanje porasta mase ulja.

Stresni sušni uslovi su izdvojili sortu Jasna koja je imala najveću masu semena, masu ulja i stopu rasta u prvoj godini. U drugoj godini, takozvana najniža tačka stabilizacije rasta za seme i masu ulja, zajedno sa maksimalno ostvarenim vrednostima mase zrna doprineli su efikasnijem nalivanju semena koje se dešavalo na nižim temperaturama. Najveću stopu rasta imale su Zorica i Jasna. Zorica je takođe imala najveću masu semena i ulja, a zatim Jasna i Slavica.

U aktuelnoj proizvodnoj sezoni 2021/22. u jesenjem delu vegetacije uslovi za pripremu repice za prezimljavanje su bili povoljni zbog postepenog zahlađenja. Optimalna temperatura za jesenji porast je 15°C, a ispod 5°C prestaje rast nadzemnog dela i biljka ulazi u zimsku fazu mirovanja. Koren nastavlja rast dok temperatura ne bude niža od 2°C. Stanje u kom repica ulazi u zimu je vrlo važno zato što repica ulazi u generativnu fazu pre zime. Formiranje cvetova je od početka novembra (kod setve u avgustu) do sredine decembra (kod setve u septembru). Znači da se u tom periodu određuje broj cvetova po biljci, odnosno potencijalni nivo rodnosti, što osim na visinu utiče i na stabilnost prinosa.

Kao i druge ozime ratarske vrste i uljana repica mora tokom jeseni da se postepeno prilagodi niskim temperaturama u procesu „kaljenja“ - očvršćavanja, odnosno postepenog povećanja otpornosti na niske temperature. Da bi se kaljenje završilo važno je da tokom jesenjeg i zimskog perioda postoji postepen pad temperature, jer se u prvoj svetloj fazi na temperaturama od +7 do +5°C tokom 14-20 dana akumuliraju šećeri, a tek u drugoj, tamnoj fazi kaljenja na temperaturi od -5 do -7°C, koja traje 5-7 dana, dolazi do obezvodnjavanja ćelija i postiže se konačna otpornost na niske temperature. Pred početak perioda niskih temperatura biljke bi trebalo da imaju 7-10 listova rozete, koren vrata deblji od 8 mm, stablo visoko do 1 cm, a glavni koren da je do dubine 10-15 cm. U takvom stanju repica izdrži golomrazice do -15°C, a uz snežni pokrivač debljine 2-6 cm ne izmrzava i do -25°C. U odnosu na druge ozime useve, ona je po sposobnosti prezimljavanja iza ozimih ječmova.

Prateći svetske trendove, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo su stvoreni prvi domaći hibridi uljane repice (Marjanović Jeromela i sar, 2016). Primenjene savremene metode oplemenjivanja u Institutu rezultirale su stvaranjem sedam hibrida uljane repice: NS Ras, NS Vid, NS Pek, NS Vir, NS Div, NS Marin i NS Dunav, a nekoliko novih hibrida nalaze se u različitim



Grafikon 2. Prosečan prinos i ukupna požnjevena površina uljane repice u Srbiji na osnovu podataka Republičkog zavoda za statistiku Srbije sa procenjenim vrednostima za sezonu 2020/2021.

fazama ispitivanja. Na osnovu rezultata iz proizvodnje i oglada u ovoj i prethodnim godinama, za setvu u 2022. preporučujemo hibride NS Ras, NS Vid i NS Pek. NS Ras je srednje rani hibrid "00" tipa kvaliteta, visokog genetskog potencijal za prinos od preko 5 t/ha a sadržaj ulja u semenu je preko 45%. NS Vid dobro podnosi i lošije uslove proizvodnje i odlično prezimljava. Hibrid je krupnog semena i visokog sadržaja ulja. U širokoj proizvodnji NS Pek je hibrid koji se odlikuje visokom stabilnošću prinosa, dobro se grana i efikasno koristi raspoloživa hraniva u zemljištu. U proizvodnji ostvaruje prinose od 4,5 t/ha. Ulje svih NS hibrida po kvalitetu odgovara zahtevima za upotrebu u ishrani ljudi, kao i industrijskoj preradi, a proteini koji ostaju nakon izdvajanja ulja su izuzetno vredna komponenta koncentrovanih hraniva za domaće životinje.

Od standardnih visokoprinosnih sorti, u ponudi su Anna, Zlatna i Zorica, ozime forme sa niskim sadržajem eruka kiseline i glukozinolata, iz grupe "00". Anna se odlikuje potencijalom za prinos preko 5 t/ha, uz sadržaj ulja u semenu od 45%. Potencijal za prinos sorte Zlatna je preko 4,5 t/ha. Zorica ima potencijal za prinos semena preko 4,7 t/ha, a sadržaj ulja u semenu je oko 46%. Sve tri sorte dobro podnose niske temperature. Jara sorta Jovana sa dužinom vegetacije od oko 106 dana se preporučuje za prolećnu setvu. U semenu ima oko 45% ulja i ostvaruje prinos od oko 2,6 t/ha.

Prosečan prinos uljane repice u Srbiji je oko 2,7 t/ha (Graf. 2) i varira u zavisnosti od agroekoloških uslova. Klimatski uslovi u Srbiji pogoduju proizvodnji uljane repice, ali pojava prirodnih nepogoda (suša, poplava, olujni vetrovi i grad) dovode do pada prinosa i kvaliteta semena i ulja. Izuzetno je važan pravilan izbor sorte uljane repice u cilju ublažavanja dejstva



prirodnih nepogoda jer svaka sorta ima specifične prednosti koje je mogu učiniti pogodnom za određene uslove gajenja. Poljoprivrednici u Srbiji imaju mogućnost da odaberu brojne visokoprinosne sorte stvorene u našim agroekološkim uslovima.

Važno je da proizvođači prate preporuke u vezi sa izborom savremenih sorti prilagođenih uslovima gajenja u određenim rejonima radi ostvarivanja što većih prinosa. Pri tome, sopstveno iskustvo u proizvodnji je nezamenljivo zbog specifičnosti koje svaka proizvodna parcela ima i gde veština proizvođača dolazi do izražaja primenom adekvatnih agrotehničkih mera.

U područjima gde se javljaju olujni vetrovi i grad treba gajiti sorte koje su otpornije na poleganje stabla i pucanje ljuske. Važno je i povećati raznovrsnost sortimenta u proizvodnji uljane repice korišćenjem sorti različitih morfoloških, fizioloških i produktivnih osobina (visina biljke, broj grana, vreme cvetanja, broj ljuski, masa semena, vreme sazrevanja). To omogućuje da u slučaju smanjenih vrednosti jedne osobine koja utiče na smanjenje prinosa, druge osobine učestvuju u kompenzaciji prinosa, što obezbeđuje stabilnost proizvodnje.

Edukacijom proizvođača i daljim poboljšanjem sortimenta, tehnologije i mehanizacije, realno je očekivati povećanje površina pod uljanom repicom u Srbiji i sigurnost proizvodnje i u uslovima klimatskih promena.

Zahvalnica

Istraživanja su podržana od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na osnovu ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada broj: 451-03-68/2020-14/ 200032 i 451-03-9/2021-14/200032. Ovaj rad je realizovan u okviru aktivnosti Centra izuzetnih vrednosti za inovacije u oplemenjivanju biljaka na promene klime - Climate Crops, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo.

Literatura

- Oilseeds and Protein Crops market situation. Committee for the Common Organisation of Agricultural Markets. <https://circabc.europa.eu/sd/a/215a681a-5f50-4a4b-a953-e8fc6336819c/oilseeds-market%20situation.pdf> pristupano 28.12.2021.
- Kljajić, P., Milovanović, P., Andrić, G., Pražić Golić, M., Jovičić, I., Milovac, Ž., Franeta, F. (2019): Susceptibility of *Brassicogethes aeneus* (F.) (Coleoptera: Nitidulidae) populations from Serbia to insecticides. *Book of abstracts of VIII Congress on plant protection* 645³, Zlatibor, Serbia, 69-29.11.2019, pp. 134.
- Kljajić, P., Milovanović, P., Andrić, G., Pražić Golić, M., Jovičić, I., Milovac, Ž., Franeta, F. (2021): Osetljivost populacija *Brassicogethes aeneus* (F.) (Coleoptera, Nitidulidae) na insekticide: rezultati testiranja 6465. godine. *Zbornik rezimeja radova XVI Simpozijuma o zaštiti bilja*, Zlatibor 66-25.11.2021, str. 38-39.
- Marjanović Jeromela, A., Atlagić, J., Stojanović, D., Terzić, S., Mitrović, P., Milovac, Z., Dedić, D (2016): Dostignuća u oplemenjivanju NS hibrida uljane repice. *Selekcija i Semenarstvo*, 22(2), 49-60.
- Marjanović Jeromela, A., Terzić, S., Jankulovska, M., Zorić, M., Kondić-Špika, A., Jocković, M., Hristov, N., Crnobarac, J., Nagl N. (2019): Dissection of year related climatic variables and their effect on winter rapeseed (*Brassica napus* L.) development and yield. *Agronomy* 9(9), 517. doi.org/10.3390/agronomy9090517.
- Muller, B., Martre, P. (2019): Plant and crop simulation models: powerful tools to link physiology, genetics, and phenomics. *Journal of Experimental Botany*, ¹ 4, 677³ -2344.



GUMOZA ŠEĆERNE REPE OZBILJNA PRETNJA PROIZVODNJI ŠEĆERNE REPE U CENTRALNOJ EVROPI

Živko Ćurčić¹, Andrea Kosovac², Emil Rekanović², Jelena Stepanović², Bojan Duduk²

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

²Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Zemun
zivko.curcic@ifvcns.ns.ac.rs

Uvod

Gumoza šećerne repe prvi put je u Srbiji primećena u srednjem Banatu i severnoj Bačkoj 1960-ih (Marić i sar. 1970). Bolest je u to vreme već bila prisutna u susednim zemljama, Bugarskoj i Rumuniji, ali je povezivana sa abiotičkim faktorima (Racovita 1959; Marić 1974). Nakon epidemije tokom kasnih 1960-ih, bolest je ostala prisutna tokom 1970-ih, kada je sporadično primećena u celom regionu, pokazujući veću prevalenciju u sušnim sezonama (Marić 1974). Tokom 2018. godine bolest je ušla u novu epidemijsku fazu u Srbiji, što sugeriše da je možda povezana sa trenutnim epidemijama u drugim evropskim regionima gajenja šećerne repe. Stanje poznato u usevima šećerne repe kao bolest sa niskim sadržajem šećera (SBR), u Francuskoj se više puta javljala od 1990-ih, dok je u Nemačkoj i Švajcarskoj ova bolest primećena 2009. i 2017. godine (Richard-Molard et al. 1995; Schröder et al. 2012). Procene nemačkih stručnjaka su da je 2020. godine više od 20.000 hektara zahvaćeno ovom bolešću. SBR je povezan sa prokariotskom bakterijom, „*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*“, čiji je vektor *Pentastiridius leporinus* (*Auchenorrhyncha: Cixiidae*) (Bressan et al. 2008, 2009). Međutim, još jedna prokariotska bakterija, „*Candidatus Phytoplasma solani*“ (stolbur fitoplazma) sporadično je bila prisutna u biljkama pogođenim SBR-om. Prema ranijim istraživanjima „*Candidatus Phytoplasma solani*“ ne igra značajnu ulogu u SBR etiologiji (Bressan et al. 2008; Gatineau et al. 2002). Najočitiiji simptomi SBR-a su smeđe obojenje vaskularnog tkiva zadebljalog korena i deformacija i promena mladih i starih listova. Bolest uzrokuje značajno smanjenje sadržaja šećera u korenu šećerne repe kao i gubitke u ukupnom šećeru koji su prelazili 50% u Francuskoj 1991. godine (Richard-Molard et al. 1995). U Južnoj Americi bolest šećerne repe poznata kao „žuto uvenuće“ prvi put je primećena u Argentini 1930-ih, a kasnije u Čileu 1940-ih (Bennett and Munck 1946; Vallejo 1970). Uzročnik ove bolesti je takođe fitoplazma (Castro et al. 2000). Još jedna bolest nepoznate etiologije sa sličnim simptomima (gumenast koren) zabeležena je u Arizoni, SAD, 1960-ih godina (Ruppel 1969). Prisustvo uzrokovala SBR „*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*“ nikada nije zabeleženo u Srbiji, dok je stolbur kao bolest paprike i ostalih vrsta iz roda Solanaceae u Srbiji poznata od 1949. godine (Panjan 1950).



Pojava gumenaste repe i truleži šećerne repe tokom 2018. godine zahvatila je ceo proizvodni region Vojvodine. Različiti istraživači iz zemlje imali su različita tumačenja zbog čega je došlo do masovnog propadanja korena. Zbog velike suše tokom avgusta meseca mislilo se da je uzročnik abiotički faktor i loša agrotehnika, dok su pojedini istraživači smatrali da je glavni problem gljiva *Macrophomina phaseolina*. Ipak bolest tokom 2019. i 2020. godine ostaje na izuzetno niskom nivou i ne pričinja značajne štete kod uzgajivača šećerne repe. Na oglednim poljima Instituta za ratarstvo i povrtarstvo ova bolest se javila i 2019. godine, ali u daleko manjem obimu u odnosu na 2018. godinu. Analizom gumenastih korenova na Institutu za pesticide i zaštitu životne sredine utvrđeno je prisustvo fitoplazme „*Candidatus Phytoplasma solani*“. Ovo je prvi nalaz u svetu koji je povezo simptome gumoze šećerne repe sa stolbur fitoplazmom (Ćurčić i sar. 2021a).

Prikupljanje i analiza uzoraka gumene repe tokom 2020. godine

Tokom 2020. godine sprovedeno je opsežno istraživanje pojave gumene šećerne repe na području Vojvodine i u 4 zemlje panonske nizije, Hrvatska, Mađarska, Slovačka i Austrija (Sl. 1). Prikupljeni su uzorci gumenih repa u Srbiji sa 12 lokacija: 1. Bačko Dobro Polje, 2. Bačko Gradište, 3. Bečej, 4. Erdevik, 5. Kikinda, 6. Kovilovo, 7. Lazarevo, 8. Plavi Horizonti, 9. Rimski Šančevi, 10. Sombor, 11. Stari Tamiš, 12. Stepanovićevo. Od strane kolega iz kompanije DLF Beet Seed signalizirana je pojava značajnog procenta gumene repe u Slovačkoj, lokalitet Farna (13). Prikupljeni su uzorci gumene repe i na dva lokaliteta u Hrvatskoj, Beli Manastir (14) i Novi Jankovci (15), dva lokaliteta u Mađarskoj, Dombovar (16) i Tamasi (17) i jedan lokalitet u Austriji, Rutzendorf (18).

Karakteristični simptomi pojave bolesti su određeni vizuelnim pregledom listova i proverom elastičnosti korena. Na osnovu procenta zaraženih biljaka lokaliteti su podeljeni u grupe sa visokom (epidemija) ili niskom frekvencijom bolesti. S obzirom na to da je pojava gumozne repe obično grupisana na jednoj strani polja, a polja šećerne repe su obično velika, ocene frekvencije bolesti kao niske ili visoke su dalje potvrđene u svakom polju na sledeći način. Vizuelno je odabran deo polja gde ima najviše zaraženih biljaka površine oko 1 ara (kvadrat 10 × 10 m, sa oko 1000 biljaka). Procenat zaraze je određen brojanjem bolesnih biljaka i deljenjem sa ukupnim brojem biljaka u izabranom delu parcele. Kao granične vrednosti za određivanje niskog ili visokog (epidemijskog) stepena zaraze su postavljene vrednosti od $\leq 2\%$ odnosno $\geq 20\%$. Kako bi odredili različite sojeve '*Candidatus phytoplasma solani*' sa svakog lokaliteta je prikupljeno petnaestak simptomatičnih biljaka. Analize na prisustvo fitoplazme su urađene u Institutu za pesticide i zaštitu životne sredine.

Od 18 lokaliteta na 4 je zabeležena epidemijska pojava gumoze šećerne repe. Ove lokacije su zaokružene na mapi (Sl. 1). Tri lokacije su bile u Vojvodini - Bačko Gradište, Rimski šančevi i Erdevik, a jedna u Slovačkoj, Farna. Na dve lokacije nije bilo moguće prikupiti ni 15



simptomatičnih biljaka šećerne repe - Beli Manastir u Hrvatskoj i Rutzendorf, Austrija. Obilaskom polja pod šećernom repom u Austriji odabrane su biljke samo na osnovu specifičnih simptoma bolesti na listovima koje nisu imale simptome gumoze na korenu. Najverovatniji razlog za odsustvo specifičnog simptoma pojave gumoze na korenu u Austriji je ogromna količina padavina na tom lokalitetu. Zbog toga su korenovi šećerne repe u Austriji bili jedri i izgledali su potpuno zdravo. Ipak laboratorijske analize su potvrdile prisustvo fitoplazme i u tim biljkama.

Ukupno je prikupljeno 229 korenova. Procenat zaraženih korenova fitoplazmom je bio 96%. Prisustvo patogena „*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*“ nije detektovano kod analiziranih korenova. Molekularnim analizama detektovano je nekoliko sojeva '*Candidatus phytoplasma solani*' (Ćurčić et al. 2021b).



Slika 1. Mapa Panonske nizije koja prikazuje lokacije na kojima su skupljeni uzorci gumene šećerne repe



Simptomi bolesti na nadzemnom delu

Bolest se prvo javlja na biljkama šećerne repe raspoređenim na uzglavnicama i uz ivice parcele. U zavisnosti od vremenskih prilika tokom leta, žućenje listova može se javiti ranije ili kasnije. Prvi simptomi se mogu uočiti već polovinom jula, a najčešće tokom avgusta meseca. Simptomi ovog oboljenja na nadzemnim delovima javljaju se u vidu žućenja najstarijih listova (Sl. 2), koji potom počinju da nekrotiraju i uvenu kad ih biljka u potpunosti odbaci (Sl. 3). Sve dok ima vlage u površinskom sloju zemljišta biljka je i dalje živa, najstariji listovi su potpuno uvenuli i odbačeni, dok biljka zadržava samo najmlađe listove koji ne stižu u potpunosti da se razviju. Vremenom i na njima počinje da se javlja crna nekroza na ivicama, nakon čega biljka potpuno uginjava. Proces propadanja biljaka zaraženih fitoplazmom se ubrzava ukoliko su leta vrlo topla i suva.



Slika 2. Žućenje listova i početak nekroze najstarijih listova



Slika 3. Odbačeni svi najstariji listovi i uginule biljke šećerne repe

Simptomi bolesti na korenu

Na korenu hlorotičnih i uvenulih biljaka u početku se ne uočavaju nikakve vidljive promene. Često se na korenu ovakvih biljaka može uočiti veći broj formiranih korenskih dlačica nego što je to uobičajeno, pogotovo nakon obilnih padavina (Sl. 4). Koren obolelih biljaka zaostaje u porastu i razmekšava se od repa do vrata, dok potpuno ne postane gumenast (Sl. 5). Na poprečnom preseku gumenastih korenova nema vidljivih promena na sprovodnim snopićima. Sadržaj šećera u gumenastim korenovima je veći u odnosu na zdrave korenove sa iste parcele, najverovatnije zbog gubitka vode u korenu. Nažalost ovaj šećer se daleko teže ekstrahuje u šećeranama zbog otežanog rezanja korena i dalje prerade takvih repa. U slučaju velikog procenta zaraženih biljaka, šećerna repa se prebira i obolele biljke se odvajaju od zdravih, kako bi se u šećeranama nesmetano odvijala prerada. Nakon izvesnog perioda koren se potpuno odvaja od zemlje, a zatim koren počinju da napadaju gljive i dolazi do sekundarne infekcije i truleži korena. Najčešće na ovakvim korenovima se nalazi *Macrophomina phaseolina* u sušnim godinama i *Fusarium* spp. u vlažnim.



Slika 4. Formiranje velikog broja korenskih dilačica na zaraženim biljkama



Slika 5. Gumenast koren, izuzetno elastičan rep korena



Zaključak

S obzirom na činjenicu da je ova bolest u regionu prisutna više od 60 godina i da se sve do sada nije znao primarni uzročnik, ovo otkriće predstavlja ogroman doprinos ne samo srpskoj nauci vezanoj za gajenje šećerne repe, već i svetskoj i jedan od preduslova za dalji napredak industrije šećera u Srbiji. Zbog do sada konstantne pojave truleži i gumoze šećerne repe proteklih decenija, koja je prouzrokovala velike gubitke u pojedinim godinama kako proizvođačima slatkog korena, tako i prerađivačima, cela industrija je dovedena na ivicu isplativosti, jer nije bilo adekvatnog odgovora za nastalu trulež. Bolest izaziva brzo propadanje biljaka i gubitak prinosa zaraženih biljaka je kompletan. Procenat zaraze zavisi od raznih faktora, ali ti faktori će biti poznati onog momenta kada bude objavljena kompletna epidemiologija bolesti. Tek nakon završetka istraživanja vezanog za epidemiologiju moći ćemo da izvodimo ogledne vezane za suzbijanje ove štetne bolesti i pronađemo odgovarajuće rešenje za smanjenje gubitaka prinosa korena šećerne repe. Očekujemo da na ovom poslu zajedno sarađuju istraživači, proizvođači i oni koji najviše zavise od ove proizvodnje, prerađivači slatkog korena. Jedino sinergijom svih u ovom lancu proizvodnje možemo sačuvati i unaprediti proizvodnju šećera u Srbiji. Ako imamo u vidu i klimatske promene koje se trenutno odvijaju i da je problem pojave gumene repe značajniji u sušnim uslovima proizvodnje, postoji opravdana bojazan da ovaj problem bude sve učestaliji i u zemljama centralne Evrope.

Literatura

- Bennett, C. W., and Munck, C. (1946). Yellow wilt of sugar beet in Argentina. *J Agric Res*, 73:45–64.
- Bressan, A., Sémétey, O., Nusillard, B., Clair, D., Boudon-Padieu, E. (2008). Insect vectors (Hemiptera: Cixiidae) and pathogens associated with the disease syndrome “Basses Richesses” of sugar beet in France. *Plant Dis.* 92, 113–119.
- Bressan, A., Holzinger, W. E., Nusillard, B., Sémétey, O., Gatineau, F., Simonato, M., and Boudon-Padieu, E. (2009). Identification and biological traits of a planthopper from the genus *Pentastiridius* (Hemiptera: Cixiidae) adapted to an annual cropping rotation. *Eur J Entomol*, 106:405–413.
- Ćurčić, Ž., Stepanović, J., Zübert, C., Taški-Ajduković, K., Kosovac, A., Rekanović, E., Kube, M., Duduk, B. (2021a). Rubbery Taproot Disease of Sugar Beet in Serbia Associated with ‘*Candidatus* Phytoplasma Solani.’ *Plant Dis.* 105, 255–263.
- Ćurčić, Ž., Kosovac, A., Stepanović, J., Rekanović, E., Kube, M., Duduk, B. (2021b). Multilocus Genotyping of ‘*Candidatus* Phytoplasma solani’ Associated with Rubbery Taproot Disease of Sugar Beet in the Pannonian Plain. *Microorganisms*, 9, 1950
- Gatineau, F., Jacob, N., Vautrin, S., Larrue, J., Lherminier, J., Richard-Molard, M., and Boudon-Padieu, E. (2002). Association with the Syndrome “Basses Richesses” of Sugar Beet of a Phytoplasma and a Bacterium-Like Organism Transmitted by a *Pentastiridius* sp. *Phytopathology* 3 6:7²8–392.
- Marić, A., Rudić, E., Avdalović, T. (1970). Problem uvenuća biljaka i truleži korena šećerne repe u nekim rejonima Jugoslavije. *Savrem. Poljopr.*
- Marić, A. (1974). *Bolesti šećerne repe*. Institut za zaštitu bilja.
- Panjan, M. (1950). Ispitivanje stolbura solanacea i način suzbijanja. *Zaštita bilja* 2:49–59.
- Racovita, A. (1959). Noi Cercetari Privind Gomoza Sfeci de Zahar. *Extras Din Lucră Rile Institutului Cercet. Aliment.* 3, 269–296.
- Richard-Molard, M., Garesus, S., Malatesta, G., Valentin, P., Fonné, G., Gerst, M., Grousson, C. (1995). Le syndrome des basses richesses : investigations au champ et tentatives d’identification de l’agent pathogène et du vecteur.; I.I.R.B., June 19 1995.
- Ruppel, E.G. (1969). Diseases of Sugarbeet in Arizona. *Plant Dis. Report.* 56.
- Schröder, M., Rissler, D., Schrameyer, K. (2012). “Syndrome Des Basses Richesses”(SBR)—Erstmaliges Auftreten an Zuckerrübe in Deutschland. *J. Kult.-J. Cultiv. Plants* 2012, 64, 396.
- Vallejo, M. (1970). Yellow wilt of sugar beet in Chile. *Savremena Poljoprivreda* 18:253–255.



PROIZVODNJA NS STRNIH ŽITA U 2020/21. GODINI

Bojan Jocković, Vladimir Aćin, Ljiljana Brbaklić, Milan Mirosavljević, Radivoje Jevtić, Sanja Mikić, Dragan Živančev, Vesna Župunski, Mirjana Lalošević, Vojislava Momčilović, Sonja Ilin, Branka Orbović, Tanja Dražić, Slaviša Štatkić

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
bojan.jockovic@ifvcns.ns.ac.rs

Uvod

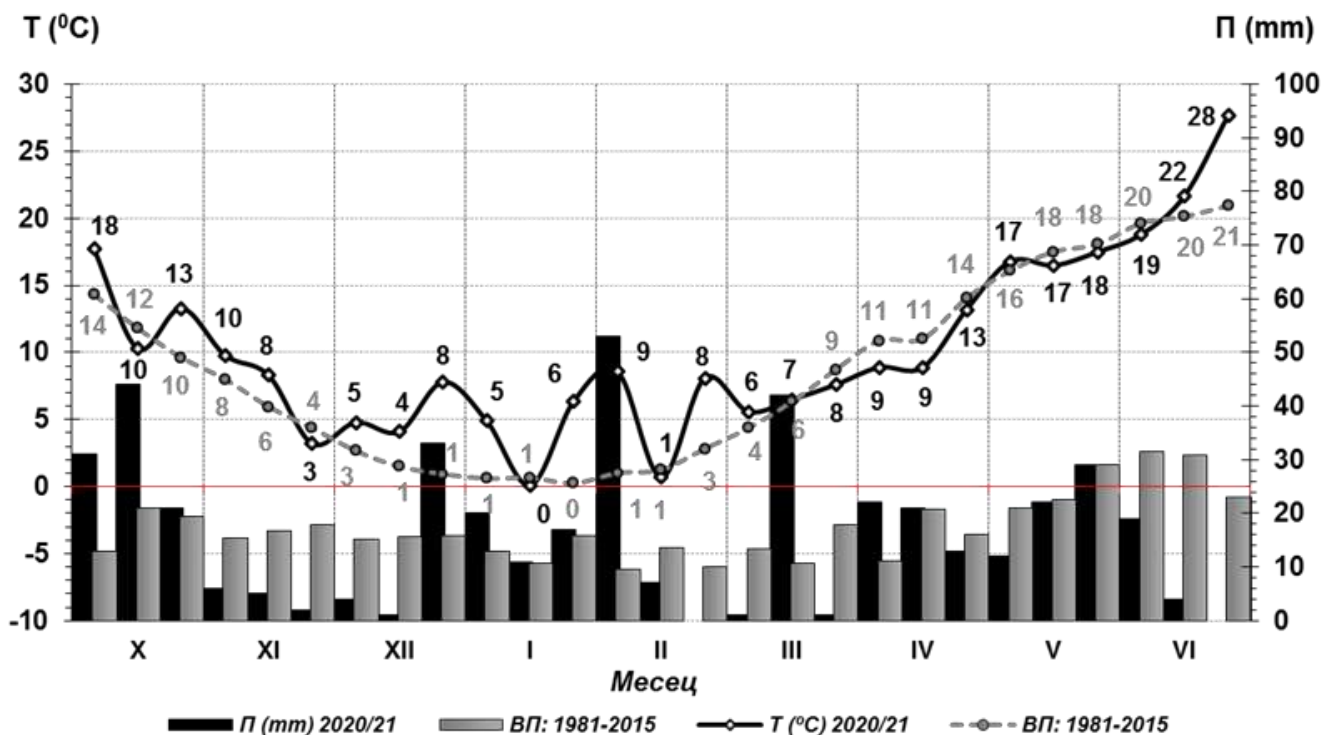
Strna žita, pre svih pšenica i ječam, biljne su vrste koje se gaje na najvećim površinama u ozimoj setvi u našoj kao i drugim zemljama regiona. Tokom vegetacione sezone 2020/21. strna žita su zauzimala više od 750.000 hektara, što ukazuje na njihov značaj za poljoprivrednu proizvodnju Republike Srbije. Ovu godinu obeležili su povoljni vremenski uslovi tokom jesenjeg perioda, značajne temperaturne varijacije pred početak prolećnog dela vegetacije, velike količine padavina i optimalni temperaturni uslovi tokom faza intenzivnog porasta, cvetanja i nalivanja zrna. Ovakvi vremenski uslovi doprineli su ostvarivanju prinosa strnina koji su prvi put u Vojvodini bili iznad 6,4 t/ha dok su na nivou cele zemlje iznosili gotovo 6 t/ha. Takođe, i u ovoj proizvodnoj godini novosadske sorte strnih žita ponovo su se istakle na osnovu visokih prinosa kvalitetnog zrna, potvrđujući vodeću ulogu novosadskog Instituta u proizvodnji ovih useva.

Vremenski uslovi u proizvodnoj 2020/21. godini

Osim druge dekade oktobra, period setve, klijanja, nicanja i ranog porasta strnih žita (oktobar-novembar) obeležile su srednje dnevne temperature za 1-4 °C veće u odnosu na prosečne uz količine padavina na nivou prosečnih, ali sa neravnomernom raspodelom, pri čemu je oktobar bio vlažniji mesec (Graf. 1).

Za razliku od oktobra, tokom novembra bilo je znatno manje padavina u odnosu na prosečne. Ipak dobre zalihe vlage u oraničnom sloju praćene toplijim vremenom omogućile su brzo i ujednačeno nicanje i početni razvoj kod ozimih useva. Za razliku od prethodnih godina, usevi su tokom navedenog perioda bili u dobroj kondiciji.

Trend povišenih jesenjih temperatura nastavio se i tokom decembra koji je bio najtopliji u poslednjih 50 godina. Dnevne temperature vazduha su tokom skoro celog meseca bile iznad višegodišnjeg proseka. Tokom ovog meseca bilo je čestih padavina koje su u odnosu na prosek velikog dela zemlje bile za oko 25% više. Zimska rezerva vlage je u dubljim slojevima zemljišta bila dobra zahvaljujući prethodnim količinama padavina. Tokom jesenjeg i zimskog perioda povoljni vremenski uslovi (topla jesen i blaga zima) produžili su period bokorenja što je uticalo na formiranje većeg broja sekundarnih vlati i razviću korenovog sistema (Aćin et al., 2017).



Grafikon 1. Vremenski uslovi (padavine i temperatura) po dekadama u sezoni 2020/21. u odnosu na višegodišnji prosek

U proseku januar je karakterisalo toplo vreme sa velikim količinama padavina, iako je tokom sredine meseca nastupio period sa temperaturama vazduha ispod uobičajenih za ovaj mesec. Ove varijacije temperature nisu ometale fazu mirovanja ozimih useva. Mesec februar se tokom prve i treće deкаде odlikovao toplim vremenom i uobičajenom količinom padavina. Ipak, sredinom meseca je naglo nastupio veoma hladan period kada su se minimalne temperature u prizemnom sloju vazduha spuštale i do -19 °C. Međutim, ovaj period je kratko trajao, te se temperatura zemljišta na dubini korenovog sistema nije spuštala ispod -4 °C. Iako je došlo do vidljivih oštećenja listova, čvor bokorenja je ostao neoštećen, tako da nije došlo do značajnijeg propadanja useva.

Preliminarni rezultati analiza zemljišta na sadržaj lakopristupačnog azota tokom januara, pokazali su da je prosečan sadržaj u zemljištu za celu teritoriju Vojvodine iznosio 137 kg po hektaru (Tab. 1), što je bilo na nivou dvogodišnjeg proseka. Međutim, količine azota po lokalitetima su u većoj meri varirale u odnosu na prethodne godine i kretale su se od oko 90 kg N/ha na teritoriji Rume i Rimskih šančeva, pa do preko 200 kg N/ha na području Vršca. Osim toga, na pojedinim parcelama u okviru svakog posmatranog područja, sadržaj azota je varirao od svega 35 pa do preko 380 kg N/ha. Prema tome i optimalne količine azota u prihrani su varirale od 80 kg N/ha na parcelama sa niskim sadržajem azota, pa do izostavljanja prihrane na njivama sa visokim sadržajem ovog hraniva. Dakle, prikazane vrednosti u Tabeli 1. posmatrane su

Tabela 1. Sadržaj nitrata ($\text{NO}_3\text{-N}$) i vlage (%) u Vojvodini (januar 2021.)

Lokalitet	Br.	$\text{NO}_3\text{-N}$ (kg/ha)				Vlaga (%)			Potrebno N u prihrani (kg/ha)	
		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	Ukupno	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	Pšenica	Ječam
Kikinda	5	44	60	60	164	25,7	23,6	23,4	28	18
Sombor	7	25	66	41	132	20,0	18,5	17,4	51	35
Subotica	30	31	64	53	148	20,3	19,6	17,5	40	27
Vršac	5	40	82	83	205	32,2	26,1	24,7	-1	-3
Zrenjanin	9	30	55	69	154	27,6	24,9	23,3	36	24
Ruma	5	19	41	30	90	29,2	25,6	25,4	82	57
Novi sad	8	41	42	46	129	23,3	22,1	20,3	54	37
Pančevo	4	26	39	40	104	25,0	23,3	23,2	71	50
Vrbas	5	28	44	85	158	27,0	24,5	23,5	33	22
R. Šančevi	2	10	44	32	87	26,6	23,5	22,5	84	59
Prosek	80	29	54	54	137	25,7	23,2	22,1	48	33

isključivo kao orijentacione, a optimalnu količinu azota u prihrani bilo je neophodno prilagoditi svakoj njivi posebno (na osnovu rezultata N-min analize) (Jaćimović et al., 2018). Raspored azota po profilu zemljišta (0-90 cm) oslikavao je optimalne količine padavina u Vojvodini tokom jeseni 2020. s obzirom na to da je azot početkom januara bio uglavnom zastupljen u drugom i trećem sloju, odnosno na dubinama od 30-60 i 60-90 cm (Tab. 1) (Miroslavljević et al., 2019).

Mart je bio hladniji od uobičajenog sa padavinama većim od proseka. Dosadašnje količine padavina održavale su optimalnu vlagu u površinskim i dubljim slojevima zemljišta.

Povoljni vremenski uslovi uz nešto niže temperature od prosečnih, sa dovoljnim količinama padavina nastavili su se i tokom aprila. U nastavku sezone, krajem aprila i početkom maja srednje dnevne temperature u proseku nisu prelazile 17 °C što je omogućilo formiranje velikog broja klasova sa preko 50 i 60 plodnih cvetova (Miroslavljević et al., 2018). Kada pogledamo april 2021. godine, vremenski uslovi tokom sve tri dekade karakterisali su se nižim temperaturama u odnosu na višegodišnji prosek, koje su uz relativno kišovite periode omogućile formiranje velikog broja plodnih cvetova po klasu. U odnosu na prethodne sezone, većina sorti pšenice je ušla nešto kasnije u fazu klasanja i cvetanja (do polovine maja). Tokom maja, optimalni vremenski uslovi (umerene temperature i dobar raspored vodenog taloga) omogućili su visoku efikasnost oplodnje, a samim tim i veliki broj zrna po klasu u 2021. godini (Jaćimović et al., 2016).

Povoljni vremenski uslovi nastavili su se do sredine juna kada je nastupio period izuzetno visokih temperatura koje su ubrzale i skratile završne faze nalivanja i sazrevanja (Jocković et al., 2014). Ovo je rezultovalo da je u žetvi masa hiljadu zrna bila na nivou prosečnih godina, pa često kod brojnih proizvođača i ispod samog proseka, najčešće između 40 i 42 g, pri čemu treba dodati da je bilo i većih varijacija kod različitih sorti. Presudno za ostvarivanje rekordnih prinosa u ovoj godini je upravo formiranje velikog broja zrna po jedinici površine, odnosno gusti sklopovi sa



velikim brojem zrna po klasu. Prema tome, veliki broj zrna omogućio je kompenzovanje smanjenje mase zrna usled toplotnog talasa u junu i ostvarivanje visokih prinosa. Žetva ozimih useva nastupila je krajem juna, a povoljni uslovi bez padavina omogućili su nesmetano odvijanje žetve i početkom jula.

Rezultati ogleda pšenice

U cilju ispunjavanja zahteva tržišta za visokorodnim sortama dobrog tehnološkog kvaliteta, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, svake godine na domaće i strano tržište izalazi sa novim sortama, koje treba da dopune i unaprede postojeći sortiment. Tokom poslednje tri stvoreno je 22 nove sorte pšenice i 6 sorti ozimog ječma, što govori u korist kvaliteta novosadske selekcije. Radi odabira sorti visoke stabilnosti i adaptabilnosti prinosa, svake godine novostvoreni genotipovi se porede sa drugim standardnim sortama u mreži ogleda (Hristov et al., 2011; Pržulj et al., 2014). U toku sezone 2020/21. ispitivano je 18 sorti strnih žita na 23 lokaliteta na teritoriji Vojvodine i centralne Srbije. Od sortimenta pšenice, u ovim ogledima su se nalazile nove sorte za intenzivnu proizvodnju: NS Grivna, NS Obala, NS Epoha, NS Igra, NS Rajna i NS Atika; nove sorte odličnog tehnološkog kvaliteta: NS Saga i NS Rani otkos, kao i dve najzastupljenije sorte: Zvezdana i NS 40S. U ogledima ječma nalazile su se sorte dvoredog ječma Novosadski 565, NS Talos i NS Litos, kao i Nonius i NS Parip – višeredi ječmovi. Takođe, u ovim testiranjima se nalazila po jedna sorta tritikalea Odisej, ovsas NS Jadar i raži NS Savo.

Tabela 2. Prinos zrna NS sorti pšenice u ogledima u Vojvodini u 2020/21. godini

SORTA	Bačka	Banat	Srem
NS Grivna	8,83	8,61	10,09
Zvezdana	8,69	8,72	9,79
NS Rani otkos	8,59	9,02	9,50
NS Igra	8,57	8,51	10,32
NS Epoha	8,61	8,26	9,69
NS Rajna	8,58	8,58	9,12
NS Saga	7,86	8,47	8,32
NS 40S	8,30	8,63	8,32
NS Atika	8,42	7,86	9,63
NS Obala	8,11	8,21	8,23
Prosek	8,45	8,49	9,30

Makroogledi u sezoni 2020/21. na teritoriji Bačke su bili organizovani na ukupno sedam lokaliteta gde su NS sorte pšenice u proseku ostvarile prinos od oko 8,5 t/ha. Kao najrodnija se izdvojila nova sorta za intenzivnu proizvodnju NS Grivna (8,83 t/ha), kao i standardna sorta rekordnih prinosa i odličnog kvaliteta Zvezdana (8,69 t/ha). U ogledu na Rimskim šančevima, sorta NS Igra je ostvarila prinos od 11,91 t/ha i sorta NS Rani otkos sa 11,14 t/ha. Takođe, visoke prinose preko 8,50 t/ha ostvarile su NS Rajna, NS Epoha, dok se prinos ostalih sorti kretao od 7,90 do 8,50 t/

ha (Tab. 2). Ukoliko posmatramo tri vojvođanske regije Srem, Banat i Bačku, kao najrodnije područje se i ove godine izdvojio Srem gde su novosadske sorte ostvarile prosečne prinose od



preko 9 t/ha. Kao najrodnije za ovaj teren pokazale su se sorte NS Igra (10,32 t/ha), NS Grivna (10,09 t/ha) i Zvezdana (9,79 t/ha). Prinos ove tri sorte bio je za preko pola tone viši u odnosu na prosek u Sremu, i za njih se može istaći da su izuzetno prilagođene agroekološkim uslovima ovog terena. U Banatu su takođe ostvareni visoki prinosi zrna koji su bili na novou regiona Bačke, gde je ostvaren prosečan prinos od oko 8,5 t/ha. Po prinosu zrna u Banatu su se izdvojile sorte NS Rani otkos, Zvezdana, NS Grivna i NS Igra.

U Tabeli 3. su prikazani i rezultati trogodišnjeg ispitivanja u mreži makroogleda na teritoriji Vojvodine. Na osnovu ovih višegodišnjih rezultata, kao najrodniji predstavnici NS pšenica se izdvajaju sorte NS Igra i NS Grivna. Ove sorte su u makroogledima ostvarile prinos od preko 7,5 t/ha, pri čemu su svake godine bile među najrodnijim što ukazuje i visoku stabilnost prinosa zrna. Pored ovih sorti, posebno se ističe i naša najkvalitetnija sorta Zvezdana. Sa prinosom od preko 7,5 t/ha koji je uvek praćen i odličnim tehnološkim kvalitetom, proizvodnjom sorti poput Zvezdane moguće je istovremeno ostvariti visoke prinose i vrhunski kvalitet (Tab. 4) (Živančev et al., 2021).

Tabela 3. Prinos zrna NS sorti pšenice u ogledima u Vojvodini u trogodišnjem periodu

Sorta	2019	2020	2021	Prosek
NS Igra	6,86	7,93	8,82	7,87
NS 40S	6,86	7,63	8,41	7,63
NS Grivna	6,59	7,94	8,96	7,83
NS Epoha	7,04	7,44	8,66	7,71
Zvezdana	6,33	7,48	8,87	7,56
NS Obala	6,46	7,38	8,15	7,33
NS Rani otkos	6,02	6,97	8,86	7,28

Tabela 4. Trogodišnji rezultati analize tehnološkog kvaliteta NS sorti pšenice

Tehnološka kategorija	Sorta	Hektolitar (kg/hl)	Proteini (%)	Vlažni gluten (%)	Kvalitetna grupa	Energija (cm ²)	Alveografski rad (10 ⁻⁴ J)
Poboljšivači	Simonida	80,8	13,5	35,0	A2-B1	120,7	236
	NS Todorka	79,8	13,9	38,5	A2-B1	100,9	217
	Zvezdana	81,3	13,4	34,5	A2	104,0	221
	NS Futura	80,3	13,4	32,3	A2	103,1	224
	NS Rani otkos	80,2	13,6	34,0	B1-A2	102,5	220
Hlebne sorte	NS Obala	75,0	12,6	28,7	B1	102,4	180
	NS Epoha	77,4	13,0	32,6	B1	126,0	213
	NS Igra	78,5	12,2	29,4	B1	107,8	191
	NS Grivna	74,6	11,9	28,8	B2	83,2	167
	NS Ilina	75,9	12,7	28,7	B1	108,8	181
Osnovne sorte	NS 40S	75,8	12,1	23,1	Ц1-B2	133,2	134



Rezultati ogleda ječma, ovsa, raži i tritikalea

Tabela 5. Prinos zrna (t/ha) NS sorti ječma, ovsa, raži i tritikalea u makroogledima u Vojvodini u sezoni 2020/21. godina

Biljna vrsta	Sorta	Bačka	Srem	Banat
Ječam	NS Parip	9,10	9,84	9,77
Ječam	Nonius	8,98	9,61	9,25
Ječam	Novosadski 565	9,23	9,18	9,67
Ječam	NS Litos	8,93	9,46	9,28
Ječam	NS Talos	9,17	9,94	9,32
Raž	NS Savo	6,62	-	5,51
Ovas	NS Jadar	6,08	-	3,34
Tritikale	Odisej	8,39	10,40	8,47

Pored izuzetnih rezultata perspektivnog NS sortimenta pšenice, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo se dugi niz godina velika pažnja posvećuje i drugim vrstama strnih žita. Iako su ječam, ovas, raž i tritikale znatno manje zastupljeni u setvenoj strukturi u poređenju sa pšenicom, dugogodišnjim radom na ovim kulturama ostvareno je značajano unapređenje prinosa i tehnološkog kvaliteta novog sortimenta

ovih strnih žita. Posmatrajući prosečne prinose po regionima u 2020/2021. godini (Tab. 5), u Bačkoj su se kao najrodnije izdvojile sorte NS Parip, NS Talos, Novosadski 565 sa prosečnim prinosima preko 9 t/ha. U Sremu, najveći prinos postigla je sorta dvoredog ječma NS Talos sa 9,94 t/ha, kao i sorta višeredog ječma NS Parip koja je ostvarila 9,84 t/ha. Sorta tritikalea Odisej ostvarila je rekord od 10,4 t/ha u istom regionu. Prema višegodišnjim podacima strna žita u Banatu imaju niže prinose u odnosu na ostale delove Vojvodine, ali su ove godine rezultati bili nešto drugačiji. Od višeredih formi najrodnija pokazala se sorta NS Parip, dok se od dvoredih ječmova izdvojio Novosadski 565. Sorta ovsa NS Jadar imala je nešto niži prinos u odnosu na rezultate zabeležene u Bačkoj.

Posmatrajući prosek tokom prethodne tri godine u ogledima u Vojvodini uočavaju se znatno veći prinosi zrna postignuti u ovoj proizvodnoj godini (Tab. 6). Najnovija sorta dvoredog ječma NS Asteriks ostvarila je prinos i preko 10 t/ha, dok su se prosečni trogodišnji prinosi ostalih dvoredih ječmova (Novosadski 565, NS Litos i NS

Talos) kretali od 7,67 t/ha do 7,85 t/ha. Pored sorti namenjenih prvestveno za industriju slada i piva, u novosadskom sortimentu ječma nalaze se sorte višeredog tipa za ishranu domaćih životinja. Pored izuzetnog kvaliteta, ove sorte se odlikuju i visokom rodnošću, kao što je sorta

Tabela 6. Prinos zrna (t/ha) NS sorti ječma, ovsa, raži i tritikalea u ogledima u Vojvodini tokom trogodišnjeg perioda

Biljna vrsta	Sorta	2019	2020	2021	Prosek
Ječam	Nonius	6,10	7,74	9,16	7,67
Ječam	Novosadski 565	6,52	7,66	9,36	7,85
Ječam	NS Litos	6,46	7,44	9,12	7,67
Ječam	NS Talos	6,85	7,42	9,29	7,85
Ječam	NS Asteriks	-	-	10,38	10,38
Ječam	NS Parip	-	8,24	9,42	8,83
Raž	NS Savo	5,31	6,13	6,25	5,90
Ovas	NS Jadar	4,74	4,96	5,16	4,95
Tritikale	Odisej	5,68	7,12	8,74	7,18



Nonius koja je ostvarila prosečan prinos od 7,67 t/ha. Pored ove dobro poznate sorte, u poslednje dve godine izdvojila se i sorta NS Parip sa prosečnim dvogodišnjim prinosom zrna od 8,83 t/ha. Novosadska raž NS Savo imala je prinos od 5,90 t/ha, dok je prinos ovsa NS Jadar iznosio 4,95 t/ha. Trogodišnji prosek sorte tritikalea Odisej bio je 7,18 t/ha.

Najnovije sorte strnih žita

Svake godine novi genotipovi strnih žita Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, nalaze se u ogledima Komisije za priznavanje sorti Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede koji se izvode na sedam lokaliteta tokom dve godine. U okviru ovih ogleda, novi materijali moraju da ostvare bolje rezultate u odnosu na sorte zastupljene u proizvodnji. Pored najznačajnijih agronomskih osobina poput prinosa, visine i otpornosti na poleganje, u ovim ogledima genotipovi se ocenjuju i prema tehnološkom kvalitetu i otpornosti prema bolestima. Tokom poslednjih sedamdeset godina priznato je oko 500 različitih sorti strnih žita, pre svega ozime pšenice, ozimog ječma i tritikalea. Na osnovu rezultata Komisije iz 2021. godine priznato je ukupno 12 novih sorti, što i dalje potvrđuje intenzivan rad i kvalitet novosadske selekcije strnih žita (Tab. 7). Među novopriznatim sortama nalazi se deset sorti ozime pšenice, jedna sorta ozimog pivskog ječma i jedna sorta ozimog višeredog stočnog ječma. Prema tehnološkom kvalitetu dve nove sorte pšenice pripadaju kategoriji poboljšivača, sedam sorti su hlebne, dok je samo jedna sorta iz kategorije osnovnih. Osim toga ove sorte su ostvarile značajno veće prinose zrna u odnosu na sorte standarde, što ukazuje na njihov visok potencijal rodosti. Novostvorene sorte će se dodatno testirati u mreži postkomisijских ogleda, makroogleda i kod dobrih poljoprivrednih proizvođača, a odabrani genotipovi će se dalje komercijalizovati i naći na poljima u Srbiji i regionu.

Pored toga novosadske sorte strnih žita imale su odlične rezultate i u ogledima u inostranstvu. U Republici Hrvatskoj, odnosno Evropskoj uniji, ove godine priznate su dve sorte dvoredog ječma, NS Talos i NS Litos, dok su sorte pšenice Zvezdana i NS Obala priznate u Ukrajini.

Tabela 7. Novosadske sorte strnih žita priznate u 2021. godini

Pšenica	Hektolitarska masa	Sadržaj proteina (%)	Kategorija	Razlika prinosa (%)
NS Avantura	82,8	11,4	Hlebna sorta	106,5
NS Denika	83,7	11,6	Hlebna sorta	107,5
NS Falanga	84,1	11,1	Hlebna sorta	103,8
NS Kira	82,6	10,5	Hlebna sorta	106,5
NS Novela	83,2	12,1	Poboljšivač	106,8
NS Lavica	83,2	11,5	Hlebna sorta	102,1
NS Otmena	84,3	11,1	Hlebna sorta	104,5
NS Orbita	80,6	10,2	Osnovna sorta	112
NS Promenada	85,1	11,8	Poboljšivač	101,4
NS Topika	81,3	10,6	Hlebna sorta	107,3
Ječam	Visina (cm)	Proteini (% standard)	I klasa	Razlika prinosa (%)
NS Brka (2p)	86,0	-9,5	92	106
NS Lala (6p)	98,6	10	91	100



Zahvalnica

Rad je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, ugovor broj 451-03-9/2021-14/200032, Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost Vojvodine kroz projekte „Održivost proizvodnje pšenice i plodnosti zemljišta bazirana na kombinaciji unošenja žetvenih ostataka i đubrenja azotom“ ugovor broj: 142-451-2347/2021-01/02 i „Unapređenje efikasnosti upotrebe azota kod ozime pšenice u Vojvodini“ ugovor broj 142-451-2551/2021-01/2.

Literatura

- Aćin V., Jaćimović G., Miroslavljević M., Jocković B., Crnobarac J., Latković D., Visković J. (2017): Rokovi i gustine setve u funkciji prinosa ozime pšenice u proizvodnoj 2016/17. godini. *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta, Univerzitet u Novom Sadu*, 41(2): 1-11.
- Hristov N, Mladenov N, Kondic -Spika A, Marjanovic-Jeromela A, Jockovic B, Jacimovic G (2011): Effect of environmental and genetic factors on the correlation and stability of grain yield components in wheat. *Genetika*, 43(1): 141-52.
- Jacimovic G, Acin V, Crnobarac J, Latkovic D (2016): Biološke i agroekološke osnove proizvodnje pšenice. *Biljni lekar*, 44 (5-6): 391-408.
- Jaćimović G., Aćin V., Crnobarac J., Latković D., Visković J., Miroslavljević M., Brbaklić Lj. (2018): Sortna specifičnost mineralne ishrane i efikasnosti NPK hraniva u formiranju prinosa ozime pšenice. *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta, Univerzitet u Novom Sadu*, 42(2): 9-20.
- Jocković B., Mladenov N., Hristov N., Aćin V., Djalović I. (2014): Interrelationship of grain filling rate and other traits that affect the yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Romanian Agricultural Research*, 31: 81-87.
- Miroslavljević M, Momcilovic V, Dencic S, Mikic S, Trkulja D, Przulj N (2018): Grain number and grain weight as determinants of triticale, wheat, two-rowed and six-rowed barley yield in the Pannonian environment. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(3): 0903.
- Miroslavljević M., Aćin V., Sabadoš V., Dorotić D. (2019): Variation in Nitrogen Use Efficiency of Winter Wheat. *Genetika*, 51(3): 1165-1174.
- Przulj N, Momcilovic V, Simic J, Miroslavljevic M (2014): Effect of growing season and variety on quality of spring two-rowed barley. *Genetika*, 46(1): 59-73
- Živančev D., Miroslavljević M., Aćin V., Momčilović V., Mikić S., Torbica A., Jocković B. (2021): Variation in quality traits of newly developed Serbian wheat cultivars under different environmental conditions of Pannonian plain. *Italian Journal of Agronomy, (AOP)*. <https://doi.org/10.4081/ija.2021.1911>



NOVE NS SORTE POVRTARSKIH BILJNIH VRSTA

Dario Danojević, Janko Červenski, Jelica Gvozdanović-Varga, Maja Ignjatov, Slađana Medić-Pap, Aleksandra Ilić, Dušanka Bugarski, Adam Takač, Slobodan Vlajić, Vukašin Popović, Biljana Kiprovska, Ivana Bajić, Svetlana Glogovac, Dragana Milošević, Nadežda Stojanov, Tijana Zeremski

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
dario.danojevic@ifvcns.ns.ac.rs

Uvod

Povrće je važan deo ljudske ishrane jer ono prvenstveno sadrži materije korisne za ljudsko zdravlje kao što su: vitamini, minerali, biljna vlakna, antioksidansi, organske kiseline i dr. U svetu je poznato oko hiljadu vrsta povrća, od kojih se gaji oko 150, a najširu upotrebu ima 30-50 vrsta, koliko je zastupljeno u ishrani u Srbiji (Gvozdanović-Varga i sar., 2016). U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad do sada je stvoreno više od 50 sorti povrća priznatih u zemlji i delom u inostranstvu. Sortiment povrća Odeljenja za povrtarske i alternativne biljne vrste čine nove sorte povrća, kao i odomaćene sorte, te se proizvodi seme 27 povrtarskih vrsta i 10 vrsta cveća. Pored rada na novim sortama povrća koje se odlikuju visokim prinosom, vodilo se računa da sorte svojim izgledom i ukusom zadovoljavaju zahteve probirljivog tržišta i da su prilagođene našim agroklimatskim uslovima (Gvozdenović i sar., 2008). Zadatak ovog rada je da se prikažu karakteristike novopriznatih sorti povrća, koje su dobijene kao rezultat višegodišnjeg rada, u cilju zadovoljenja potreba proizvođača i potrošača za novim, atraktivnim i kvalitetnim sortama povrtarskih vrsta.

Paprika

Paprika (*Capsicum annuum* L.) je jedna od važnijih povrtarskih vrsta u svetu i 2020. godine se gajila na površini od oko 2 miliona hektara (FAO, 2022). Danas postoji veliki broj sorti ove povrtarske vrste čiji se plodovi koriste za različite namene. Kao rezultat oplemenjivačkog rada na paprici u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo dobijene su sorte paprike različitog oblika ploda kao što su: Novosadska bela babura, Atina, Anita, Vranjska (babure); Matica (polubabura); Una, Amfora (kapije); Plamena, Krušnica (šipke) i Novosađanka (paradajz paprika). Pored ovih već poznatih sorti paprike oplemenjivačkim radom je dobijeno nekoliko novih sorti paprika sa kojima bi hteli upoznati proizvođače i potrošače.



Nove NS sorte paprike sa ljutim plodovima

Kapsaicinoidi su specifična klasa jedinjenja u plodu ljute paprike koja izaziva osećaj ljutine. Glavni kapsaicinoid je kapsaicin, koji uz dihidrokapsaicin čini oko 90% kapsaicinoida u plodu ljute paprike (González-Zamora et al., 2015). Pored toga što se koristi kao začim, ljuta paprika i njeni izolovani sastojci uključujući kapsaicinoide su cenjeni zbog svog blagotvornog terapijskog dejstva, uključujući antioksidativno, antiinflamatorno, antikancerogeno, antimikrobno i pozitivno imunomodulatorno dejstvo (Popelka et al., 2017). Usled zahteva tržišta i rastuće potražnje za ljutom paprikom, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo je počeo intenzivniji rad na oplemenjivanju paprike sa prisutnom ljutinom u plodovima. Kao rezultat tog rada priznate su dve nove sorte ljute paprike NS Vatrene i NS Ljutica.

Paprika **NS Vatrene** pripada grupi srednje ranih sorti. Nastala je prirodnom mutacijom iz Feferone crvene. Plod NS Vatrene je u tipu feferone, glatke površine, uspravnog položaja na biljci (Sl. 1). Drška ploda je dugačka. Masa ploda NS Vatrene je 3-5 g. Plodovi su na uzdužnom preseku uskotrouglastog oblika, a na poprečnom preseku kružnog. Dužina ploda je 6-7 cm, a širina oko 1 cm (Tab. 1). Vrh ploda je šiljast. Boja tehnološki zrelih plodova je zelena, a fiziološki zrelih narandžasta, što joj daje atraktivan izgled. Plodovi su intenzivno ljutog ukusa. Ljući su od plodova Feferone žute zbog visokog sadržaja dihidrokapsaicina (Tab. 1). Pogodna je za potrošnju u svežem stanju i za industrijsku preradu. Paprika NS Vatrene je priznata u Republici Srbiji 2016. godine.



Slika 1. Izgled biljke i plodova paprike NS Vatrene



Tabela 1. Srednje vrednosti najvažnijih svojstava plodova i sadržaja kapsaicinoida u sortama ljute paprike u 2017. godini

Sorta paprike	Masa ploda (g)	Dužina ploda (cm)	Širina ploda (cm)	Kapsaicin (mg/kg SM*)	Dihidro-kapsaicin (mg/kg SM)	Ljutina (jedinica po Skovilu)
NS Vatrema	3,63	6,15	1,04	4.702	4.981	155.896
Feferona crvena	3,29	6,24	0,88	183	436	9.965
Feferona žuta	4,00	6,39	0,98	5.312	2.680	128.679

*SM-suva materija

Paprika **NS Ljutica** pripada grupi srednje kasnih sorti. Dobijena je pedigre metodom selekcije iz ukrštanja NS S-127 (zelena viseća feferona, poreklom iz Meksika) x NS S-224 (svetlo žuta šipka, poreklom iz Srbije). Biljke su dobro razvijene, sa srednje dugim internodijama. Plod je u tipu krupne feferone, mase 14-15 g, visećeg položaja (Sl. 2). Drška ploda je srednje dužine. Plodovi su glatke površine, na uzdužnom preseku uskotrouglastog oblika, a na poprečnom preseku kružnog. Dužina ploda je 10-12 cm, a širina 1,5-2 cm. Plodovi NS Ljutice su znatno krupniji i debljeg perikarpa od plodova Feferone crvene (Tab. 2). Vrh ploda je šiljast. Boja tehnološki zrelih plodova je zelenkasto-bela, a fiziološki zrelih crvena sa tamnim intenzitetom. Biljke obilno zameću i plodonose. Može se gajiti na otvorenom polju i u zaštićenom prostoru. Plodovi NS Ljutice se mogu koristiti u svežem stanju, pečeni, a posebno se preporučuju za industrijsku preradu-ukiseljeni. Paprika NS Ljutica je priznata u Republici Srbiji 2019. godine.



Slika 2. Izgled biljke i plodova paprike NS Ljutica



Tabela 2. Srednje vrednosti plodova NS Ljutice i Feferone crvene u 2017. godini

Sorta paprike	Masa ploda (g)	Dužina ploda (cm)	Širina ploda (cm)	Indeks ploda D/Š*	Debljina perikarpa (mm)	RSM (°Brix)
NS Ljutica	14,27	10,71	1,64	6,59	1,90	8,75
Feferona crvena	3,29	6,24	0,88	7,06	0,57	11,08

RSM-rastvorljiva suva materija merena u fiziološkoj zrelosti
D/Š* - dužina/širina

Nove NS sorte paprike sa slatkim plodovima

Pored novih sorti ljute paprike, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo priznate su i dve nove sorte slatke paprike, jedna u tipu kapije Bodroška crvena i jedna u tipu polubabure NS Prva.

Paprika **Bodroška crvena** je u tipu kapije, srednjeg stasavanja. Namenjena je za pečenje, spravljanje ajvara i za svežu upotrebu. Biljka je bujna, sa visokim stablom. Listovi su tamno zeleni i dugi (Sl. 3). Plod je viseći, gladak, dužine oko 18 cm i širine oko 10 cm, sa 2 do 3 komore. Debljina perikarpa je od 6 do 7 mm. Boja ploda u tehnološkoj zrelosti je tamnozeleno, a u fiziološkoj tamnocrvena. Prosečna težina ploda je oko 200 grama. Sorta je srednje tolerantna na bakteriozna oboljenja. Može se proizvoditi direktnom setvom i iz rasada. Paprika Bodroška crvena je priznata u Republici Srbiji 2019. godine, a u Bosni i Hercegovini 2020. godine.



Slika 3. Izgled biljke i plodova paprike Bodroška crvena



Tabela 3. Srednje vrednosti svojstava plodova Bodroške crvene i Amfore

Ispitivano svojstvo	Bodroška crvena	Amfora
Suva materija (%)	10,3	9,21
Ukupna kiselost (%)	0,16	0,17
Ukupni proteini u sm (%)	4,08	3,49
Šećeri u sm (%)	7,11	5,30
Ulje u sm (%)	3,59	3,16
Beta-karoten u sm (%)	0,30	0,21
Ukupni fenoli u sm (%)	0,46	0,71

Paprika **NS Prva** pripada grupi kasnih sorti. Dobijena je pedigre metodom selekcije iz ukrštanja NS S-195 (crvena duga poreklom sa Kipra) × NS S-65 (svetlo žuta kapija). Biljke su dobro razvijene, sa jakim stablom i dugim internodijama. Plod je u tipu polubabure, sladak, visećeg položaja (Sl. 4). Prosečna masa ploda je oko 150 g, a pojedini plodovi mogu dostići masu i 200 g (Tab. 4). Plodovi su na uzdužnom preseku srolikog oblika, a

na poprečnom preseku kružnog. Preovlađujući broj komora u plodu je 2-3. Prosečna debljina perikarpa je 5,5 mm. Vrh ploda je šiljast. Boja tehnološki zrelih plodova je žućkasta, a fiziološki zrelih crvena sa tamnim intenzitetom. Paprika NS Prva je priznata u Republici Srbiji 2019. godine, a u Republici Srpskoj 2020. godine.

Mogućnost čuvanja plodova paprike nakon berbe, tj. tokom skladištenja predstavlja veoma značajnu karakteristiku određenog genotipa, jer tada dolazi do opadanja kvaliteta plodova u smislu gubitka njihove mase. Merenjem mase plodova paprike, utvrđeno je najmanje relativno



Slika 4. Izgled biljaka i plodova paprike NS Prva



smanjenje mase plodova sorte NS Prva u odnosu na masu plodova drugih ispitivanih linija. Nakon tri nedelje čuvanja u hladnoj komori (5°C) plodovi sorte NS Prva su u proseku izgubili svega 5,64% mase u odnosu na dan berbe (Graf. 1), što ukazuje na dobru sposobnost

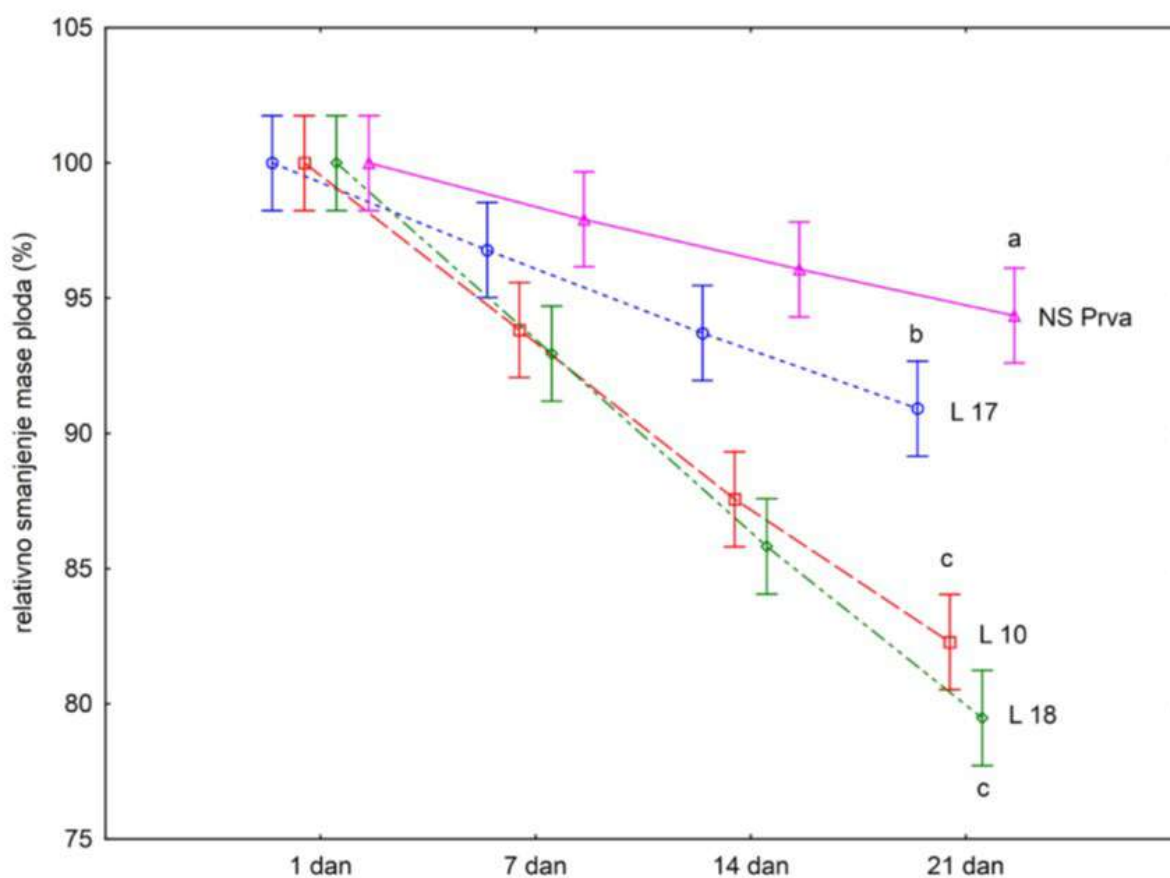
čuvanja u svežem stanju. Plodovi drugih linija imali su izraženije smanjenje mase ploda.

Nova sorta slatke paprike NS Prva se prvenstveno preporučuje za gajenje u zaštićenom prostoru, jer su pri takvom načinu gajenja plodovi ujednačeni tokom vegetacije što je pogodno za tržište. Takođe se može preporučiti za gajenje i na otvorenom polju, ali tada se mogu dobiti nešto duži plodovi (Danojević i sar., 2021).

Tabela 4. Svojstva plodova paprike NS Prva gajenih u plasteniku 2019. godine

Svojstvo ploda	Srednja vrednost	Minimum	Maksimum
Masa (g)	150,81	124,50	195,40
Dužina (cm)	11,00	9,50	12,90
Širina (cm)	8,20	6,80	9,10
Indeks D/Š*	1,35	1,04	1,71
Broj komora	2,30	2,00	3,00
Debljina perikarpa (mm)	5,53	4,40	6,70

D/Š* - dužina/širina



Grafikon 1. Relativne vrednosti mase plodova ispitivanih linija paprike u tipu polubabure tokom 21 dana čuvanja u hladnoj komori



Pasulj

Pasulj (*Phaseolus vulgaris* L.) je jednogodišnja biljna vrsta iz familije mahunarki koja se gaji zbog fiziološki zrelog zrna (pasulj) ili tehnološki zrelih mahuna (boranija). Ima veliku hranljivu vrednost usled visokog sadržaja skroba i proteina. U svetu se 2020. godine pasulj gajio na površini od 34,8 miliona ha (FAO, 2022).

Pasulj **NS Šareni** je determinantna srednje kasna sorta, dužine vegetacije 80-85 dana. Biljke su razgranate, robusne i uspravne sa krupnim mahunama u kojima se nalazi 7-8 zrna. Oblik zrna je elipsast sa osnovnom belom bojom i dopunskom crvenom koja je raspoređena po čitavom zrnu, što daje karakterističan šareni izgled (Sl. 5). Apsolutna težina zrna je oko 510 grama. Lako se raskuvava i sadrži visok nivo proteina. Namenjen je za baštensku i njivsku proizvodnju. Pasulj NS Šareni je priznat u Republici Srbiji 2021. godine.



Slika 5. Izgled biljaka i semena pasulja NS Šareni



Paštrnak

Paštrnak (*Pastinaca sativa* L.) je dvogodišnja biljna vrsta, formira zadebljali (mesnati) koren u prvoj godini razvoja, koji se koristi u ishrani. Paštrnak je povrće sa visokom nutritivnom i zdravstvenom vrednošću. Koren sadrži značajne količine šećera, proteina i vitamina (B1, B2, B6), kao i visok sadržaj celuloze, pektina, skroba, mineralnih materija (K, P, Se, Fe). Pored visokog sadržaja vlakana u velikoj meri su prisutni i antioksidansi (falcarinol, falcarindiol, panaxydiol). Glavni sastojak korena je skrob, koji se akumulira kao rezerva ugljenih hidrata. Pojavom niskih temperatura u polju ili tokom skladištenja (4°C), skrob se razgrađuje u prostije šećere što značajno povećava slast paštrnaka. Za ishranu se koristi zadebljao koren kao varivo i začim, svež, zamrznut, sušen. Paštrnak se gaji u bašti, a za potrebe industrije (dehidracija) na većim površinama.

Sorta paštrnaka **NS Lala** je pogodna za svežu upotrebu, čuvanje i preradu sa karakteristikom izuzetne aromatičnosti. Centralni deo korena je bez celuloznih vlakana, što utiče povoljno na kulinarske osobine. Koren je repastog oblika, glatke površine, te je pogodan za mehanizovano vađenje (Sl. 6). Glava korena je široka, ravna do blago ulegnuta. Boja korena je svetlo krem do bele boje. Paštrnak NS Lala je priznat u Republici Srbiji 2021. godine. Dužina korena je oko 20 cm, a širina 7-10 cm. Na širinu korena utiče način gajenja i primenjena agrotehnika. Masa korena iznosi 300-450 g.



Slika 6. Izgled biljaka paštrnaka NS Lala



NS Lala ima bujnu lisnu masu, tamno zelene boje. Dužina vegetacije u zavisnosti od vremena setve iznosi 160-200 dana. Namenjen je za setvu tokom čitave vegetacije u različitim rokovima i uz obavezno navodnjavanje. Seje se u trake ili redove sa međurednim rastojanjem 35-50 cm, sa rastojanjem u redu 8-10 cm i dubinom setve 2-3 cm. Preporučuje se setva piliranog semena paštrnaka, jer se tako obezbeđuje ujednačeno nicanje i pravilan sklop. Pilirano seme paštrnaka može se poručiti u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo.

Zahvalnica

Ovo istraživanje podržalo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, broj ugovora: 451-03-68/2020-14/200032.

Literatura

- Danojević D., Medić-Pap S., Glogovac S. (2021): Karakteristike plodova nove sorte paprike "NS Prva". *Selekcija i semenarstvo*, 27, 1, 1-6.
- FAO (2022): *FAOSTAT Database*. Dostupno na <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Datum posete sajta 13.01.2022.
- González-Zamora A., Sierra-Campos E., Pérez-Morales R., Vázquez-Vázquez C., Gallegos-Robles M. A., López-Martínez J. D., García-Hernández J. L. (2015): Measurement of Capsaicinoids in Chiltepin Hot Pepper: A Comparison Study between Spectrophotometric Method and High Performance Liquid Chromatography Analysis. *Journal of Chemistry*, 1-10.
- Gvozdanović-Varga J., Vasić M., Gvozdenović Đ., Takač A., Červenski J., Jovičević D., (2016): Oplemenjivanje povrća na kvalitet u odeljenju za povrtarstvo Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. *Zbornik referata, 16. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije*, 68-30.01.2016. Zlatibor, 4-12.
- Gvozdenović Đ., Bugarski D., Gvozdanović -Varga J., Vasić M., Červenski J., Takač A., Jovičević D. (2008): Doprinosi unapređenju povrtarske proizvodnje za 70 godina rada Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 45,1, 113-131.
- Popelka P., Jevinová P., Šmejkal K., Roba P. (2017): Determination of capsaicin content and pungency level of different fresh and dried chilli peppers. *Folia Veterinaria*, 61, 2, 11-16.



NOVI PRAVCI U OPLEMENJIVANJU SIRKOVA I INDUSTRIJSKE KONOPLJE

Vladimir Sikora

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
vladimir.sikora@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad kao društveno odgovorna institucija od nacionalnog značaja svojim portfoliom obuhvata naučnoistraživački rad na širokom spektru ratarskih i povrtarskih biljnih vrsta. Programi unapređenja poljoprivredne proizvodnje se oslanjaju na potražnju tržišta, odnosno na interesovanje poljoprivrednih proizvođača. Pored komercijalno najinteresantnijih biljnih vrsta koje se gaje na velikim površinama, jedan deo programa se odnosi i na manje zastupljene, tzv. alternativne biljne vrste. Iz ove grupe se u poslednje vreme izdvajaju sirkovi (sirak za zrno i sirak metlaš) i industrijska konoplja, koje su iz godine u godinu sve zastupljenije na našim poljima.

Cilj ovog rada je da se sagledaju pravci u oplemenjivanju ovih biljnih vrsti, koji su sa ciljem unapređenja njihove proizvodnje koncipirani na osnovu potreba i zahteva poljoprivredne prakse. Prvi deo rada se odnosi na rešavanje optimizacije integralne zaštite protiv korova u sirku, sa akcentom na uskolisne korove. U drugom delu je predstavljen rad na proširenju sortimenta industrijske konoplje, sa posebnim osvrtom na raznovrsnost njene upotrebe kao sirovine za dalju preradu.

Sirkovi

Zahvaljujući svom poreklu i biološkim svojstvima, sirak je biljna vrsta koja u globalnom sistemu biljne proizvodnje, pored korišćenja u ishrani životinja, može značajno doprineti širenju upotrebe primarnih poljoprivrednih proizvoda. Usled C4 metabolizma, velike proizvodnje biomase i izražene tolerantnosti prema stresu izazvanom nepovoljnim uslovima spoljne sredine (suša, visoke temperature), sirak je sa aspekta globalnih klimatskih promena jedna od pet najviše gajenih žitarica u svetu. U poslednje vreme sve više nalazi svoje mesto i u sistemu biljne proizvodnje u Evropi.

Kod gajenja sirkova su u agronomskoj praksi korovi prepoznati kao jedan od najznačajnijih ograničavajućih faktora povećanja produktivnosti i kvaliteta.

Sirak se seje u kasno proleće kada temperatura zemljišta i dovoljna vlažnost omogućavaju relativno brzo klijanje i nicanje. S obzirom na spor početni rast, Sundari i Kumar (2002) ističu prvih 4-6 nedelja kao najkritičniji period u kome se korovi razvijaju intenzivnije od gajenog



useva. Nakon ovog perioda, sa početkom intenzivnog rasta, sposobnosti bokorenja i zatvaranjem međurednog prostora, povećava se konkurentnost sirka prema korovima (Peerzada et al., 2017). Korovi koji se pojavljuju kasnije u sezoni imaju manji uticaj na rast, ali u uslovima veće zakorovljenosti mogu preko redukcije bokorenja prouzrokovati smanjenje broja produktivnih metlica, a nasledno i prinosa. Pored toga, velika populacija korova u zrelosti može uticati na povećanje rastura i efikasnosti prilikom žetve i smanjiti požnjeveni prinos. Za dobijanje ekonomski opravdanih prinosa, proizvođači treba da primenjuju odgovarajuće mere da bi se uticaj korova smanjio na minimum.

Agrotehničke mere borbe protiv korova u sirku

Dobra poljoprivredna praksa obuhvata ekološki prihvatljive metode usmerene ka obezbeđivanju najboljih mogućih uslova za rast i razvoj useva radi povećanja njihove konkurentnosti prema korovima. Na ovaj način se optimizuje korišćenje resursa od strane useva čime se omogućava postizanje maksimalne produktivnosti.

Primenom kvalitetnog sistemskog plodoreda se pre svega omogućava racionalna upotreba herbicida čime se smanjuju troškovi mehaničkog suzbijanja korova (Burnside, 1978).

Druga izuzetno važna agrotehnička mera kojom se reguliše populacija korova je pravovremena setva u dobro pripremljeno zemljište odgovarajuće temperature (minimalno 12°C u setvenom sloju) i vlažnosti. Na ovaj način se omogućava ravnomerno nicanje biljaka, obezbeđuje se relativno brz početni rast i zatvaranje porasta, čime se smanjuju prostor i resursi za korove. Pored obezbeđivanja uslova za kvalitetnu setvu, dobrom predsetvenom pripremom se mehanički eliminišu rano iznikli korovi.

Od preporučenih agrotehničkih mera treba spomenuti i međurednu kultivaciju, špartanjem porasta visine do 30 cm ili ručnim okopavanjem. Na ovaj način se pored mehaničkog uništavanja korova i razbijanja eventualne pokorice uspostavlja povoljan vazdušni režim zemljišta, na šta sirak izuzetno dobro reaguje.

Sirak usled izraženog alelopatskog potencijala u plodoredu treba posmatrati kao dobar predusev. Brojne alelohemikalije rastvorljive u vodi (sorgoleon i fenoli) koje se nalaze u korenu fitotoksične su za mnoge korovske biljne vrste (Jabran, 2017).

Primena herbicida u sirku

U intenzivnoj proizvodnji sirka, herbicidi su i dalje glavna komponenta za suzbijanje korova. Za tretman posle setve a pre nicanja sirka ranije su korišćeni preparati na bazi triazina i alahlora (Sharma et al., 2000). Suzbijanje širokolisnih korova posle nicanja (u fazi 3-5 listova sirka) se još uvek uspešno vrši preparatima na bazi 2,4-D (Stahlman i Vicks, 2000). Savremena



tehnologija preporučuje suzbijanje širokolisnih korova u fazi do 5 listova sirka i 2-4 lista korova u kombinaciji Bentazon + Terbutilazin. Ako se seme sirka tretira zaštitnim sredstvom fluksofenim (Concep III), moguće je pre nicanja bezbedno primeniti S-metolahlor za suzbijanje muharika (*Setaria* spp.) i divljeg sirka (*Sorghum halepense*) iz semena. Iako su se u praksi pokazali kao prilično dobri, stavljanje nekih od preparata van upotrebe sužena je mogućnost za hemijsko suzbijanje pre svega uskolisnih korova.

Pretpostavka je da izbor herbicida za suzbijanje širokolisnih korova u sirku u budućnosti neće predstavljati problem, dok je rešenje hemijskog suzbijanja travnatih korova jedan od najznačajnijih izazova za nauku. Najnoviji trendovi u zaštiti sirka od uskolisnih korova uključuju nekoliko različitih (bez GMO) pristupa i odnose se na implementaciju otpornosti u gajeni sirak uz potencijalnu efikasnu upotrebu postemergentnih herbicida.

Tokom skeniranja kolekcije sirkova u Argentini, otkrivena je jedna linija sirka tolerantna na imidazolinonske herbicide. U ovoj liniji je identifikovana spontana prirodna mutacija, tako da njena tolerantnost ne podrazumeva prisustvo DNK drugih vrsta. Uključivanjem ove mutacije razvijena je i registrovana „*igrowth*“ tehnologija (Advanta Seeds US, 2021) za hemijsku kontrolu travnatih i nekih širokolisnih korova u sirku.

Početkom 1990-ih u Nebraski je identifikovana populacija korovskog sirka otporna na herbicide koji inhibiraju acetolaktat sintazu (ALS) a koji se koriste za suzbijanje uskolisnih korova u kukuruzu (Lee et al., 1999). Radi se o jednogodišnjem sirku (*Sorghum bicolor*) koji ima oblik tanke trske sa crnim zrnem i plevicama u SAD nazivanim „slomljena trska“, „crni jantar“ ili „pileći kukuruz“. Američki divlji sirak je seksualno kompatibilan sa gajenim sirkovima, sa kojima se lako ukršta prenosom polena putem vetra tako da može poslužiti kao donor gena otpornosti, koji se u gajeni sirak introdukuju primenom konvencionalnih metoda oplemenjivanja (Tuinstra i Al-Khatib, 2008). Detaljnije studije su pokazale da je ova otpornost određena jednim glavnim, delimično dominantnim i dva ili tri gena modifikatora. Pri tome mutirani deo DNK kodira proteinski fragment koji daje sirku otpornost na inhibiciju ALS pri primeni herbicida na bazi nikosulfurona i foramsulfurona (Tuinstra i Al-Khatib, 2008). Primenom ove tehnologije bi se značajno unapredilo postemergentno suzbijanje uskolisnih travnatih korova u sirku (Hennigh et al., 2010).

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad je program oplemenjivanja sirkova na tolerantnost prema herbicidima započet 2013. godine kada su prvi put izvršena ručna ukrštanja američkog divljeg sirka sa materijalom iz genetske kolekcije sirka za zrno i sirka metlaša. U prvoj godini nakon ukrštanja je dobijen intermedijarni materijal sa izmešanim osobinama oba roditelja. Nakon toga se tokom više godina pristupilo povratnim ukrštanjima biljaka koje su ispoljavale tolerantnost prema herbicidima sa polaznim materijalom u tipu sirka metlaša odnosno sirka za zrno. Svaka generacija povratnih ukrštanja je tretirana različitim dozama herbicida na bazi foramsulfurona odnosno nikosulfurona (Equip 2 l/ha i 4 l/ha; Talisman 1,25 l/ha i 2,5 l/ha) u fazi 5-8 listova sirka. Ovi herbicidi se danas uspešno koriste za suzbijanje uskolisnih korova u kukuruzu.



Tokom vegetacije su praćena oštećenja koje su na biljkama prouzrokovana delovanjem herbicida da bi najtolerantnije i najtipičnije biljke bile odabrane za dalji rad. Nakon sedam generacija povratnih ukrštanja dobijen je relativno ujednačen materijal roditeljskih linija sirka za zrno tako da se pristupilo fazi ispitivanja njihovih kombinacionih sposobnosti za stvaranje perspektivnih tolerantnih hibrida. Kod sirka metlaša je stepen čistoće materijala još veći pa je pretpostavka da će se kod njega nešto pre krenuti i sa ispitivanjima u praktičnoj širokoj proizvodnji.

Može se očekivati da će nove tehnologije borbe protiv uskolisnih koorova u sirku vremenom naći svoju primenu u praksi, ali treba voditi računa da one same ne mogu da reše problem zakorovljenja, već moraju biti uključene u integrisani sistem zaštite od korova.

Pri primeni ove vrste tehnologije, proizvođači moraju voditi računa o potencijalnom spontanom ukrštanju između gajenog (*Sorghum bicolor*) i višegodišnjeg divljeg sirka (*Sorghum halepense*). Iako do ovakvog ukrštanja u prirodi dolazi retko na ovaj način se može doći do prenosa gena otpornosti na ALS u populacije korovskog sirka (Massinga et al., 2003).

Problemi takođe mogu nastati i usled toga što je do sada identifikovano više od 150 vrsta korova otpornih na ALS (Heap, 2021), a kontrola tako široke populacije potencijalnih korova zahteva složen pristup u definisanju strategije upotrebe herbicida. Zbog toga se praksa gajenja sirka otpornog na herbicide mora zasnivati na sistemskom plodoredu i rotaciji useva kod kojih se koriste herbicidi sa različitim načinima delovanja.

Industrijska konoplja

Program unapređenja proizvodnje industrijske konoplje je u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad započet sredinom dvadesetog veka. Tokom sedamdeset godina rada na Programu nekoliko generacija istraživača se posvetilo razvoju sortimenta koji bi zadovoljavao potrebe proizvođača u pogledu prinosa i prerađivača u pogledu kvaliteta sirovine. Polazeći od raspoložive germplazme i zahteva proizvođača konopljinog vlakna u prvom ciklusu je postignuto povećanje sadržaja vlakna u stablu za oko 30%. Prateći razvoj tržišta za proizvode od konoplje u drugom ciklusu je sadržaj vlakna povećan za još 10% a selekcionisana je i jednodoma visokoprinosa sorta sa sadržajem ulja u zrnu preko 30%. Najnoviji globalni trendovi povezani sa zdravom ishranom i prirodnim sirovinama inicirali su sledeći ciklus selekcije zasnovan na širokoj genetskoj varijabilnosti sakupljene i novorazvijene germplazme. Savremeno oplemenjivanje je, pored prinosa, skoncentrisano na kvalitet sirovine (stablo, seme, cvet) koja se dobija plantažnom proizvodnjom konoplje.

Program unapređenja proizvodnje industrijske konoplje obuhvata aktivnosti vezane za oplemenjivanje, semenarstvo i razvoj tehnologije proizvodnje za različite namene. Iz prvog ciklusa oplemenjivanja su proizišle tri sorte: dvodoma konoplja „Marina“, jednodoma konoplja

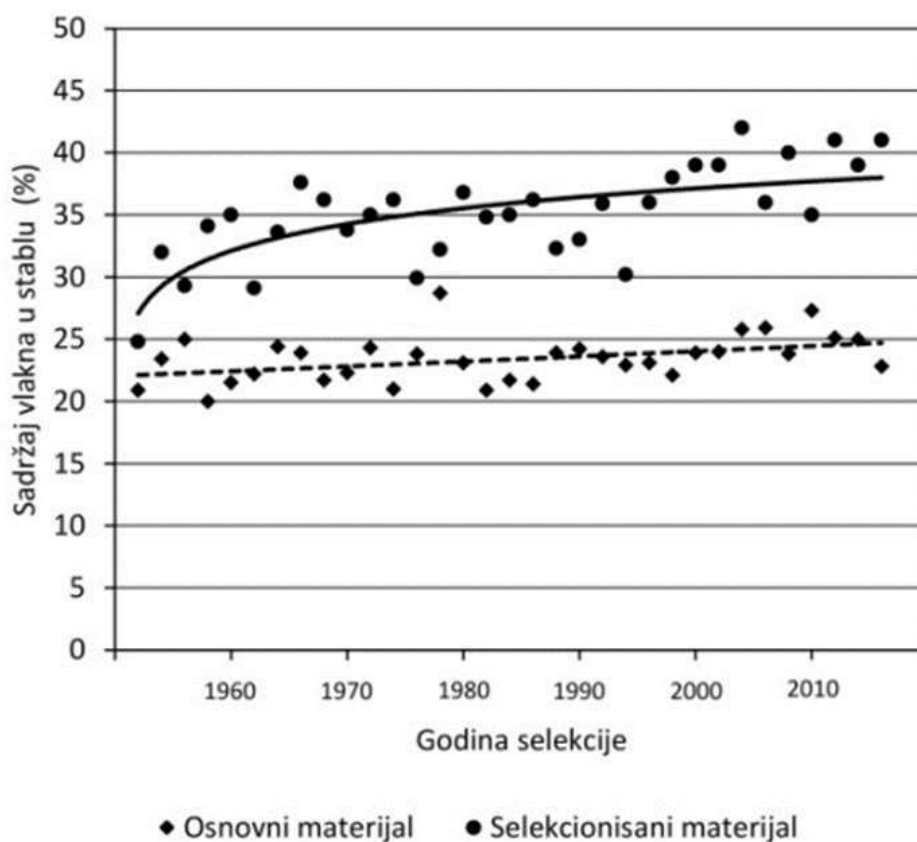


„Helena“ i hibridna konoplja „Diana“. Ove sorte su na nacionalnu sortnu listu upisane 2002. godine a od 2020. godine sorte Helena i Marina su registrovane na nivou EU.

Konoplja za vlakno

Prinos stabla konoplje gajene radi vlakna je determinisan načinom setve (Amaduci et al., 2002), koja se u vreme ekspanzije ove proizvodnje sredinom prošlog veka vršila ručno ili žitnim sejačicama uz setvu oko 300 semena po kvadratnom metru. S obzirom na tradicionalno primenjivanu tehnologiju proizvodnje, koja se smatrala odgovarajućom, primarni cilj unapređenja je bio povećanje sadržaja vlakna u stablu. Polazni materijal za prvi ciklus selekcije su bile populacije lokalno gajene u regionu južne Bačke, kod kojih se sadržaj vlakna u stablu kretao na nivou 20-25% (Graf. 1).

Iz ovog materijala je u prvom koraku vršena individualna selekcija ženskih biljaka na osnovu fenotipa. Kod odabranih biljaka je primenom Bredemanove metode (Bredeman, 1942) određen sadržaj vlakna i za dalju reprodukciju je po principu biljka/red sejano seme biljaka sa najvećim sadržajem vlakna. Nakon nekoliko ciklusa selekcije postignuto je povećanje sadržaja vlakna na 30-35%. Ovakav materijal se pod imenom „Novosadska konoplja“ koristio u merkantilnoj proizvodnji do devedeset godina prošlog veka.



Grafikon 1. Sadržaj vlakna u osnovnom i selekcionisanom materijalu

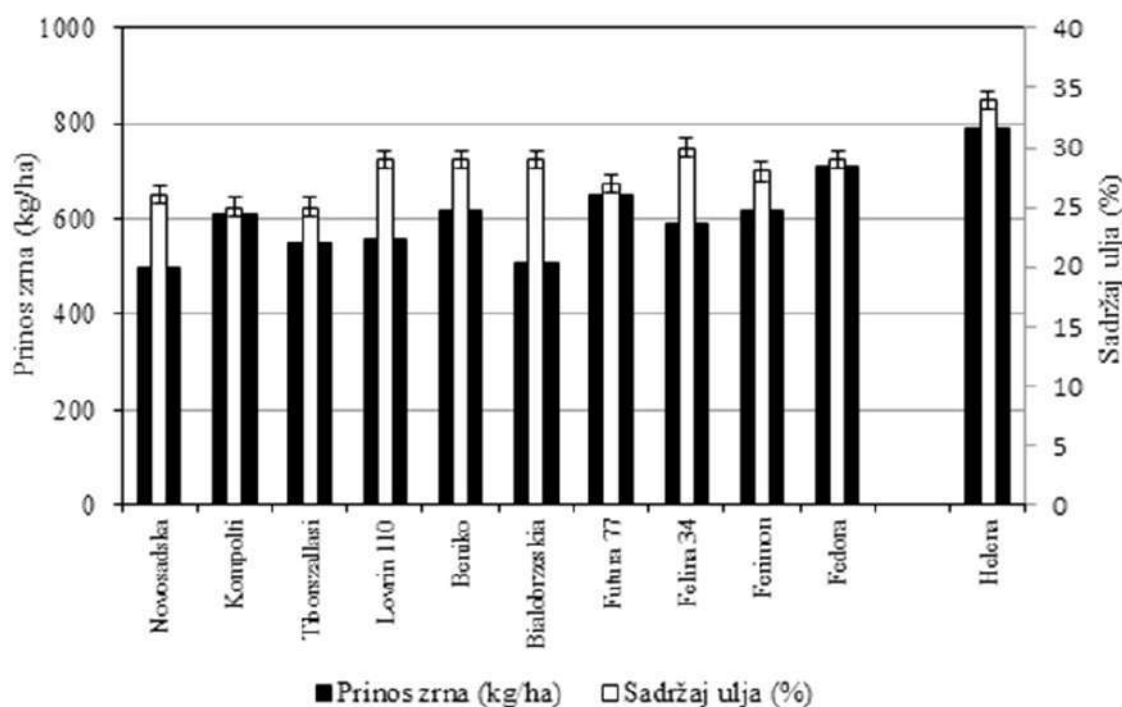


Koristeći širu genetsku varijabilnost (Sikora et al., 2011a) iz ukrštanja Novosadske konoplje i italijanske sorte Carmagnola stvorena je populacija koja je postala osnov za dalje povećanje sadržaja vlakna. Primenom pozitivne selekcije muških i ženskih biljaka zasnovanoj na Breemanovoj metodi (Berenji i Sikora, 2000), u nekoliko ciklusa je postignuto povećanje sadržaja vlakna u stablu na 35-40%.

Savremeni sortiment konoplje za vlakno predstavlja dvodoma sorta Marina, kod koje se sortna čistoća i parametri prinosa vlakna održavaju proizvodnjom elitnog semena sa biljaka kod kojih sadržaj vlakna u stablu prelazi 40%.

Konoplja za seme

Seme konoplje se tokom dugog perioda njenog gajenja za vlakno koristilo pre svega za zasnivanje novog porasta, dok su preostale količine ukoliko ih je bilo korišćene u ishrani živine. S obzirom na potencijal konoplje kao uljarice (Berenji et al., 2001), kao jedan od ciljeva je definisana selekcija na povećanje sadržaja ulja u semenu. S obzirom na sve veću potražnju za hladno presovanim konopljinim uljem na zapadno-evropskom tržištu, a uzimajući u obzir sadržaj ulja u postojećem sortimentu (Graf. 2), ideotip ka kome se u prvom ciklusu selekcije težilo je bila jednodoma sorta sa prinosom semena do 1000 kg po hektaru i sadržajem uja u zrnu preko 30%.



Grafikon 2. Prinos zrna i sadržaj ulja u komercijalnim sortama industrijske konoplje

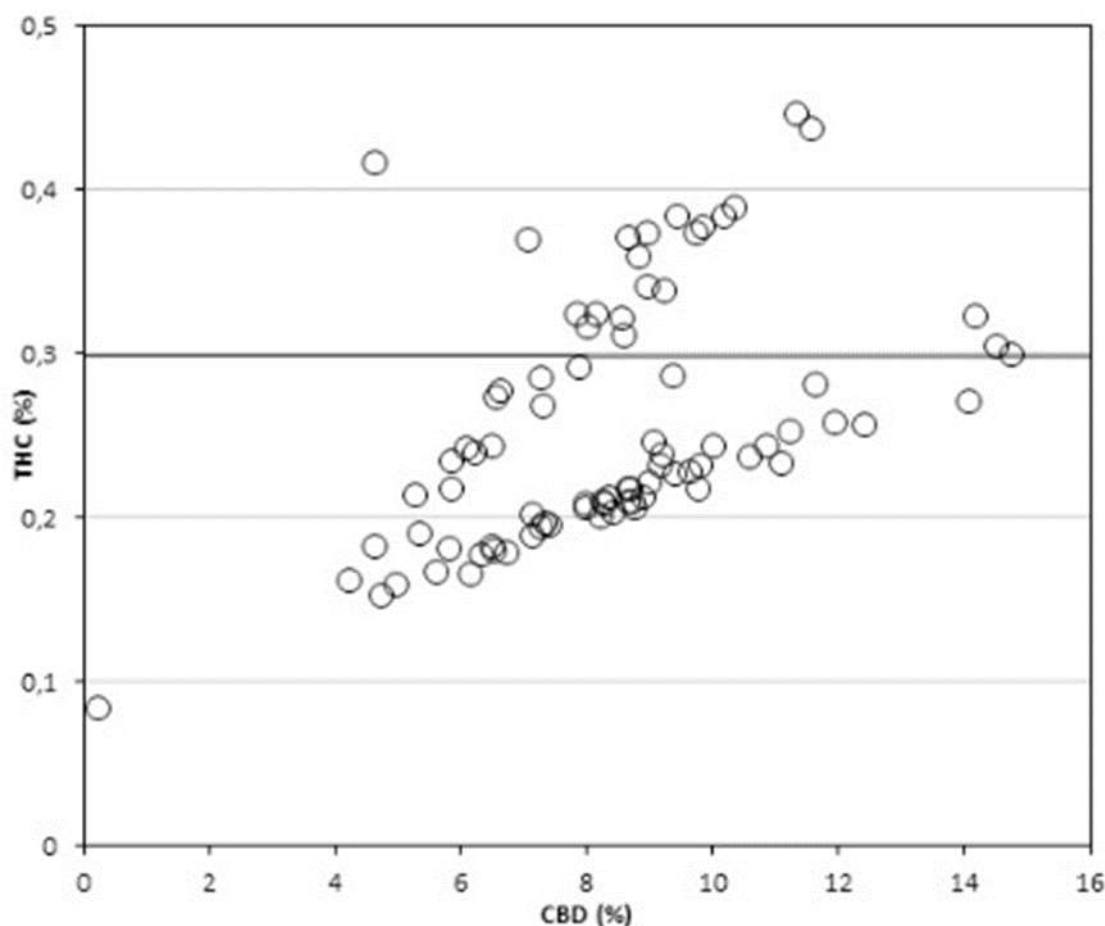


Selekcija je započeta ručnim ukrštanjima jednodomih ukrajinskih i francuskih sorti. Iz dobijene varijabilne F₂ populacije je individualnom selekcijom u toku 6 generacija stabilizovan materijal zadovoljavajućeg prinosa i sadržaja ulja (Graf. 2). Selekcionisana jednodoma sorta iz ovog programa se na tržištu komercijalno nalazi pod imenom Helena.

Savremeni trendovi u oplemenjivanju konoplje

Savremeni tržišni trendovi poput zdrave ishrane i korišćenja prirodnih sirovina su početkom dvadeset prvog veka uzrokovali renesansu konoplje kao višenamenske biljke. Pri koncipiranju aktuelnog ciklusa oplemenjivanja se polazilo od činjenice da u pogledu sadašnjih prinosa stabla (preko 15 tona po hektaru) i sadržaja vlakna u stablu (oko 40%) savremeni sortiment u potpunosti zadovoljava potrebe tržišta.

Koristeći foto-neutralnu sortu „Finola“ kao donora gena za ranozrelost pokrenut je projekat selekcije konoplje za zrno. Cilj ove selekcije je kreiranje linija kraće vegetacije, prinosa zrna preko 1 tone po hektaru i habitusa biljaka koji omogućava žetvu klasičnim kombajnama.



Grafikon 3. Sadržaj glavnih kanabinoida u selekcionom materijalu industrijske konoplje



Interesovanje za sekundarnim biomolekulama, fitokanabinoidima i terpenima (Aizpurua et al., 2016), koje se sintetišu biljci konoplje je podstaklo definisanje sadašnjeg pravca oplemenjivanja. Od preko 100 identifikovanih fitokanabinoida posebno je zbog terapeutskog potencijala interesantan kanabidiol (CBD) (Grotenhermen i Müller-Vahl, 2012). Pri koncipiranju ovog programa se polazilo od postojećeg genetskog materijala sa nivoom CBD 1-2% (Sikora et al., 2011b) uz introdukciju egzotične kineske germplazme. Nakon ukrštanja domaćih sorti sa kineskim linijama u tipu sative, dobijeno je više varijabilnih F₂ populacija (Grafikon 3) kod kojih je sadržaj CBD u suvoj biljci nekoliko puta veći u poređenju sa polaznim materijalom u tipu južne konoplje. Limitirajući faktor u ovoj selekciji je sadržaj psihoaktivnog tetrahidrokanabinola (THC) (Piluzza et al., 2013), čiji je sadržaj zakonom regulisan na nivou 0,2% u EU odnosno 0,3% u Srbiji. Očekuje se da će se u perspektivi iz ovog materijala selekcionisati linije odgovarajućeg sadržaja THC i povećanog sadržaja CBD.

U pogledu sadržaja i sastava terpena sadašnja istraživanja se odnose na evaluaciju postojeće germplazme i širenje genetske varijabilnosti introdukcijom samonikle konoplje i ukrštanjima sa egzotičnim materijalom, radi obezbeđivanja šire osnove za selekciju u pravcu koji će određivati zahtevi tržišta. Pored biljnog materijala, istraživanja se odnose i na biohemijski sastav etarska ulja dobijenih destilacijom cveta industrijske konoplje.

Zaključak

S obzirom na značaj sirka u globalnom sistemu biljne proizvodnje, optimizacija efikasnosti upotrebe inputa podrazumeva odgovarajuće upravljanje suzbijanjem korova. Ekološki prihvatljive agrotehničke mere će i dalje biti važan deo integrisane zaštite useva. Pošto suzbijanje korova tokom cele sezone podrazumeva i primenu herbicida, njihovu primenu treba svesti na što nižu dozu. Kombinacija plodoređa i herbicida pre nicanja sa mehaničkim uništavanjem može na zadovoljavajući način rešiti problem zakorovljenosti, posebno kod širokolisnih korova. Tretman herbicidima posle nicanja, uz određena ograničenja, predstavlja perspektivu uspešnog suzbijanja travnatih uskolisnih korova.

Početna istraživanja industrijske konoplje se odnosio na njenu upotrebu kao sirovine za dobijanje vlakna, da bi u zavisnosti od potražnje tržišta fokus kasnije stavljen i na druge sirovine poput zrna i cveta. Iako savremeni sortiment u potpunosti odgovara sadašnjim potrebama, tržište proizvoda od konoplje se ubrzano razvija i širi tako da se koncipiraju i novi pravci oplemenjivanja. Rad se odnosi prvenstveno na širenje genetske varijabilnosti za poželjna svojstva, introdukcijom divlje konoplje i egzotične germplazme i naslednom selekcijom genotipova unapređenih poželjnih svojstava.



Literatura

- Advanta Seeds US (2021). *Igrowth – New Herbicide-Tolerance Technology For Grain Sorghum*. Dostupno na <http://advantaus.com/advanta-seeds-launched-igrowth-new-herbicide-tolerance-technology-for-grain-sorghum/>
- Aizpurua-Olaizola, O., Soydaner, U., Öztürk, E., Schibano, D., Simsir, Y., Navarro, P., Ethebarria, N., Usobiaga, A. (2016). Evolution of the Cannabinoid and Terpene Content during the Growth of Cannabis sativa Plants from Different Chemotypes. *Journal of Natural Products*, ¹³, 768–331.
- Amaducci, S., Errani, M., Venturi, G. (2002). Plant population effects on fibre hemp morphology and production. *J. Ind. Hemp* 7, 33–60.
- Berenji, J., Sikora, V. (2000). Selekcija konoplje na povećani sadržaj vlakna. *III JUSEM*, Zlatibor, 28. Maj - 1. Jun: 39.
- Berenji, J., Sikora, V., Karlović, Đ. (2001). Potencijal konoplje (*Cannabis sativa*) kao uljarice. 86. *Savetovanje industrije ulja "Proizvodnja i prerada uljarica"*, Herceg Novi, 7. - 6. Jun: 189-194.
- Bredemann, G. (1942). Die bestimmung des fasergehaltes bei massenuntersuchungen von hanf, flachs, fasernesseln und anderen bastfaserpflanzen. *Faserforschung* 16, 14–39.
- Burnside, O.C. (1978). Mechanical, cultural and chemical control of weeds in a sorghum-soybean (*Glycine max*) rotation. *Weed Science*, 6⁰, 6–369.
- Grotenhermen, F., Müller-Vahl, K. (2012). The therapeutic potential of *Cannabis* and cannabinoids. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109 (6³-30), 495-501.
- Heap, I.N. (2021). *The International Herbicide-Resistant Weed Database*. Friday, December 3, 2021. Dostupno: www.weedscience.org
- Hennigh, D.S., Al-Khatib, K., Tuinstra, M.R. (2010). Postemergence weed control in acetolactate synthase-resistant grain sorghum. *Weed Technology*, 24, 219–225.
- Jabran, K. (2017). Sorghum allelopathy for weed control. In: *Manipulation of Allelopathic Crops for Weed Control*, Springer, Cham, pp. 65–75.
- Lee, C.D., Martin, A.R., Roeth, F.W., Johnson, B.E., Lee, D.J. (1999). Comparison of ALS inhibitor resistance and allelic interactions in shattercane accessions. *Weed Science*, 47, 275–281.
- Massinga, R. A., Currie, R. S., Trooien, T. P. (2003). Water use and light interception under Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and corn competition. *Weed Science*, 95(8), 967–531.
- Peerzada, A.M., Ali, H.H., Chauhan, B.S. (2017). Weed management in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] using crop competition: A review. *Crop Protection*, 95, 74–80.
- Piluzza, G., Delogu, G., Cabras, A., Marceddu, S., Bullitta, S. (2013). Differentiation between fiber and drug types of hemp (*Cannabis sativa* L.) from a collection of wild and domesticated accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, ⁰⁴ (2), 2331–2342.
- Sharma, R.P., Dadheech, R.C., Jat, L.N. (2000). Effect of atrazine and nitrogen on growth and yield of sorghum [(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)]. *Indian Journal of Weed Science*, 32, 96–97.
- Sikora, V., Berenji, J., Latković, D. (2011a). Varijabilnost i međuzavisnost komponenti prinosa konoplje za vlakno. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 48 (1): 107-112.
- Sikora, V., Berenji, J., Latković, D. (2011b). Influence of agroclimatic conditions on content of main cannabinoids in industrial hemp. *Genetika*, 43 (3): 229-236.
- Stahlman, P.W., Wicks, G.A. (2000). Weeds and their control in sorghum. In Smith, C.W., Fredricksen, R.A. (eds) *Sorghum: origin, history, technology and production*. Wiley, New York, pp. 979–590.
- Sundari, A., Kumar, S.M.S. (2002). Crop-weed competition in sorghum. *Indian Journal of Weed Science*, 34, 311–312.
- Tuinstra, M.R., Al-Khatib, K. (2008). *Acetolactate synthase herbicide resistant sorghum*. US patent application 20080216187.



PRIMENA TETRAZOLIJUM TESTA KOD ISPITIVANJA KVALITETA SEMENA

*Dušica Jovičić, Gordana Tamindžić, Zorica Nikolić, Dragana Milošević,
Milena Tatić, Dragana Marinković, Milan Stojanović*

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
dusica.jovicic@ifvcns.ns.ac.rs

Uvod

U eri modernih i preciznih poljoprivrednih tehnologija zahteva se da svako seme bude zdravo i da lako i brzo klija i formira jak, vigorozan ponik koji je neophodan za optimalan rast i maksimalan prinos poljoprivrednih kultura (Hussian i sar., 2014). Proizvodnja i upotreba visokokvalitetnog semena su osnovni i najvažniji preduslovi uspešne poljoprivredne proizvodnje. Kako bi se postigli ovi uslovi i obezbedili pravovremene i pouzdane rezultate, programi kontrole kvaliteta semena u procesu proizvodnje moraju biti raznovrsni i dinamični (França-Neto & Krzyzanowski, 2019).

Test klijavosti je najbolji pokazatelj potencijala klijanja partije semena u poljskim uslovima. Međutim, vreme potrebno da se dobiju rezultati se kreće od nekoliko dana do nekoliko nedelja, a u nekim slučajevima su potrebni čak i meseci. U tom smislu, tetrazolijum test (TZ test) je zauzeo istaknuto mesto jer u kratkom vremenskom roku pruža pouzdane informacije o vitalnosti semena, neophodne za donošenje brzih odluka tokom proizvodnje i prometa semena. Ovim biohemijskim testom određuje se procenat vitalnog semena koje je sposobno da proizvede normalne biljke u odgovarajućim uslovima klijanja, naročito onih biljnih vrsta čije seme ispoljavaju određeni stepen dormantnosti.

TZ test se smatra jednim od najznačajnijih otkrića u testiranju semena u XX veku. Razvoj testa je započet krajem XIX veka, dok su se najveće promene u razvoju koncepta i same metode odvijale u XX veku. Iako su prve uspešne pokušaje da se vitalnost semena oceni bojenjem vitalnih delova semena ostvarili Turina (Jugoslavija) 1922. godine i Neljubow (Rusija) 1925. godine (França-Neto & Krzyzanowski, 2019), začetnikom ovog testa se smatra nemački naučnik Džordž Lakon, koji je 1949. godine došao do otkrića da su sva živa tkiva koja dišu sposobna da redukuju bezbojni i u vodi rastvorljiv 2,3,5-trifenil tetrazolijum hlorid ili bromid u crveno obojeno složeno jedinjenje formazan, koji je nerastvorljiv u vodi (Lakon, 1949).

Ovaj test danas nalazi široku primenu za brzo utvrđivanje vitalnosti semena kada setva treba da se izvede odmah nakon žetve, kod jako dormantnog semena, kao i kod semena koje sporo klija. Takođe se koristi u slučajevima kada je potrebno brzo doći do informacije o potencijalnoj klijavosti semena, zatim radi utvrđivanja različitih tipova oštećenja nastalih pri žetvi ili doradi (toplotna, mehanička ili oštećena od insekata), kao i prilikom rešavanja problema



koji se mogu javiti tokom ispitivanja klijavosti (npr. kada su nejasni razlozi pojave atipičnosti ili kada se sumnja na negativan efekat tretiranja pesticidima i slično) (Hampton & TeKrony, 1995).

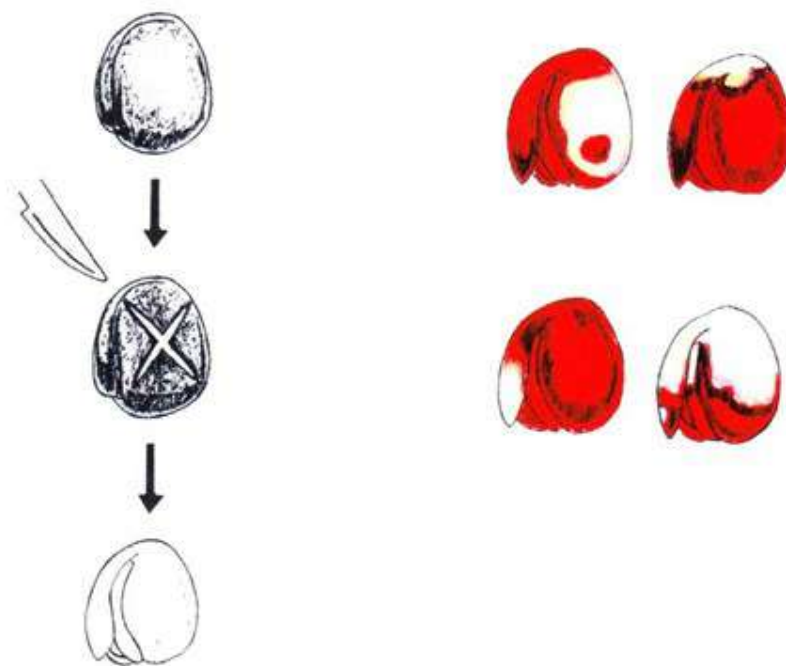
Princip testa

TZ test je biohemijski test koji na osnovu aktivnost enzima disanja diferencira živo i neživo (mrtvo) seme. Zasniva se na redukciji bezbojnog rastvora 2,3,5-trifeniltetrazolium hlorida ili bromida u nerastvorljiv 2,3,5- trifenilformazan crvene boje. Drugim rečima, ovaj rastvor predstavlja indikator za otkrivanje redukcionih procesa koji se odvijaju u živim ćelijama semena. Naime, nakon hidratacije semena, aktivnost enzima dehidrogenaze se povećava što rezultira oslobađanjem vodoničnih jona pri čemu se od bezbojnih soli tetrazolijuma stvara stabilno hemijsko jedinjenje trifenilformazan. Ovo jedinjenje boji žive ćelije (kod kojih je aktivan proces disanja) u crvenu boju, dok nežive ćelije (kod kojih proces disanja nije aktivan) ostaju neobojene. Na taj način se mogu razlikovati živi od neživih delova svakog semena (ISTA, 2021).

Prilikom ispitivanja vitalno seme bi putem biohemijske aktivnosti trebalo da ispolji svoj potencijal za formiranje tipičnih ponika, dok nevitalno seme pokazuje nedostatke koji sprečavaju pojavu tipičnih ponika (ISTA, 2021).

Procedura

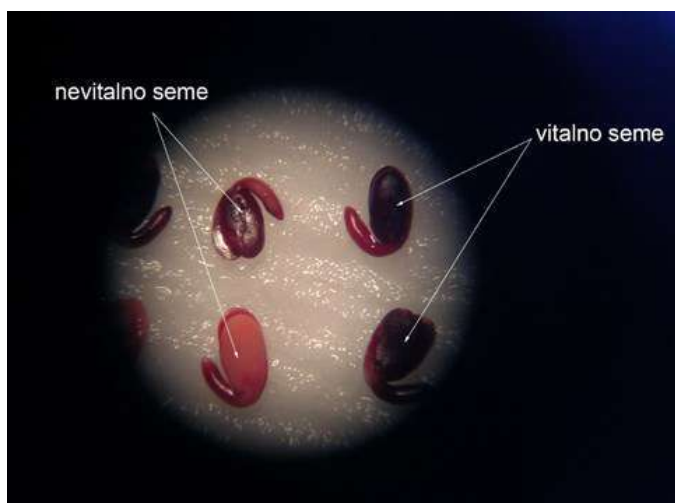
Schubert (1965) je utvrdio da na obojenost semena pri ovom testu utiču nabubrelost ispitivanog semena, koncentracija jona rastvora tetrazoliuma kao i količina soli koja proдре u seme. Na osnovu ovih činjenica zasniva se postupak izvođenja testa propisan od strane ISTA Pravila (2021). Prvi korak podrazumeva hidrataciju pri čemu seme mora biti potpuno potopljeno u vodi na temperaturi od 20°C tokom određenog vremenskog perioda, zavisno od biljne vrste. Hidratacija je neophodna kako bi se oslobodili vodonični joni. Pored toga, nabubrelo seme se manje lomi i lakše seče u odnosu na suvo seme, pri čemu je bojenje ujednačenije. Kod semena mnogih biljnih vrsta zatim je neophodno osloboditi embrion pre bojenja kako bi se omogućio lakši prodor rastvora tetrazolijuma u tkivo unutar semena. Oslobađanje tkiva moguće je izvršiti uklanjanjem semenjače, probijanjem, uzdužnim ili poprečnim presecanjem neesencijalnih delova semena (Sl. 1). Poznavanje morfoloških karakteristika semena različitih vrsta je neophodno za adekvatno sečenje i probijanje semena. Vreme potrebno za sprovođenje ovog koraka zavisi prvenstveno od veličine semena, pa je tako priprema semena trava, lucerke ili uljane repice prilično dugotrajna u poređenju sa ječmom, graškom ili kukuruzom. Sledeći korak podrazumeva bojenje semena u rastvoru tetrazolijuma (0,1-1,0%) u određenom vremenskom periodu, bez prisustva svetlosti. Vreme potrebno za bojenje zavisi od biljne vrste i može varirati u zavisnosti od stanja tkiva semena.



Slika 1. Šematski prikaz pripreme semena uljane repice za tetrazolijum test (levo) i primeri obojenosti nevitanih semena (desno) (ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing I, 2003)

Interpretacija rezultata testa

Kao i svaki drugi metod ispitivanja semena, sprovođenje ovog testa zahteva kompleksnu obuku i iskustvo. Za pouzdanu ocenu, obučeni analitičar treba da bude upoznat sa strukturom i anatomijom semena da bi identifikovao položaj embriona i odredio obrazac bojenja. Vitalnost semena se tumači prema mestu bojenja esencijalnih struktura semena. Seme se klasifikuje kao vitalno ili nevitarno, pri čemu kod vitalnog semena mora biti uočena obojenost svih tkiva čija je vitalnost neophodna za proces klijanja i normalan razvoj klijanaca. Ocena semena kao vitalno ili nevitarno direktno zavisi od važnosti tkiva semena, koje je za svaku vrstu specifično i odgovorno za formiranje i razvoj normalnih klijanaca kod date vrste. Seme ocenjeno kao vitalno pokazuje potencijal da se iz njega razvije tipičan ponik, a kasnije i normalna biljka. Nevitarno seme je ono kod kojeg se ispoljava nekarakteristična i/ili slaba obojenost esencijalnih delova i kao takvo nije sposobno da u optimalnim uslovima obrazuje normalne klijance. Takođe, semena sa očigledno nespecifično razvijenim embrionom ili drugim osnovnim strukturama treba oceniti kao nevitarna, bez obzira da li se obojilo ili ne. Pored potpuno obojenog (vitalnog) semena i potpuno neobojenog (nevitarnog) semena, prilikom ocenjivanja mogu se uočiti i delimično obojena semena. Manje neobojene površine nekih delova esencijalnih tkiva se mogu tolerisati. Položaj,



Slika 2. Obojenost vitalnih i ne vitalnih semena uljane repice kod tetrazolijum testa (Jovičić, 2015)

veličina nekrotiranih oblasti, a ponekad i intenzitet obojenosti, određuju da li se neko seme smatra vitalnim ili ne (Sl. 2) (AOSA, 2010, ISTA, 2003).

Detaljni protokoli za veliki broj biljnih vrsta, koji obuhvataju uputstva o načinu pripremanja semena, temperaturi i dužini hidratacije i bojenja, kao i precizne šeme ocenjivanja semena, propisane su u AOSA Tetrazolium Testing Handbook (AOSA, 2010) i ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing, Volume I & II (ISTA, 2003).

Prednosti i ograničenja testa

Najvažnija karakteristika ovog testa koja u značajno meri utiče na učestalost izvođenja je zasigurno brzina dobijanja rezultata. Naime, kod nekih biljnih vrsta rezultati se mogu dobiti za manje od 24 časa. Takođe, sprovođenje ovog testa isključuje uticaje spoljašnje sredine koji bi mogli uticati na proces klijanja, kao što je slučaj kod standardnog laboratorijskog testa klijavosti, pri čemu se oslanja prvenstveno na fizičko i fiziološko stanje svakog segmenta embriona semena (Franca-Neto and Krzyzanowski, 2019). Moguće je i imati uvid u životnu sposobnost semena, uz istovremeno utvrđivanje uzroka njegovog propadanja i lošeg kvaliteta. Vitalnost semena se može ispitati i kod vrsta kod kojih je ispoljena dormantnost semena i kod kojih je test klijavosti zbog toga nemoguć ili traje suviše dugo. Pored svega navedenog, važno je napomenuti i da ovaj test zahteva jednostavnu i jeftinu opremu.

Pouzdanost TZ testa

Glavna namena TZ testa prvobitno je bila ocena vitalnosti smena drvenastih vrsta, za koje je obično karakterističan neki vid dormatnosti (fizička, fiziološka i slično) i test klijavosti traje dugo. Međutim, vrlo brzo je ustanovljeno da ovaj test daje pouzdane rezultate i kod semena ratarsko-povrtarskih vrsta. Treba imati u vidu da je vitalnost određena tertazolijum testom jasna i jedinstvena karakteristika kvaliteta semena u fazi mirovanja i potpuno je nezavisna od procenta klijavosti. Značajne razlike između ova dva parametra javiće se ako je (ISTA, 2021):



- ispitivano seme dormantno i sadrži značajan procenat tvrdog semena (ili odgovarajućim prethodnim tretmanom dormantnost i tvrdosemenost nije razbijena);
- seme zaraženo ili nije na odgovarajući način dezinfikovano;
- seme proklijalo ili istrulilo tokom perioda normalnog ili produženog ispitivanja klijavosti.

Zaključak

Kontrola kvaliteta semena je značajno unapređena primenom tetrazolijum testa u svim fazama proizvodnje semena (npr. tokom žetve, dorade, skladištenja i pre same setve). Rezultati ovog testa, kao i kod svakog drugog testa za određivanje životne sposobnosti semena, mogu pomoći u klasifikaciji stepena vigora različitih partija semena, kao i za procenu učinka ovih partija u polju pri optimalnim i stresnim uslovima sredine. S druge strane, standardni laboratorijski test klijavosti daje konkretnije informacije o kvalitetu semena. Stoga bi kombinacija ova dva testa mogla da pruži detaljniju i pouzdaniju sliku o kvalitetu jedne partije, uz istovremeno pružanje informacije o procentu neaktivnog semena.

Literatura

- AOSA (2010). *Tetrazolium Testing Handbook*. Contribution to the Handbook on Seed Testing, Ithaca, N.Y., AOSA & SCST
- França-Neto JB, Krzyzanowski FC (2019). Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. *Journal of Seed Science*, 85(7), 79³-366 <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n3223104>
- Hampton JG, TeKrony DM (1995). *Handbook of Vigour Test Methods*. 3rd Edition, ISTA, Zürich, Switzerland.
- Hussian I, Ahmad R, Farooq M, Rehman A, Amin M, Bakar MA (2014): Seed priming: a tool to invigorate the seeds. *Scientia Agriculture*, 1(7), 566-128. <https://doi.org/10.15192/PSCP.SA.2014.3.3.122128>
- ISTA (2003). *ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing*, Volume I & II. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA (2021). *International Rules for Seed Testing*, edition 2002-2021. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- Lakon, G (1949). The topographical tetrazolium method for determining the germination capacity of seeds. *Plant Physiology*, 24, 389-394. doi: 10.1104/pp.24.3.389
- Schubert, J (1965). Vergleichsuntersuchungen zur Prufung der Excised-Embryo-Methode an Hand des Keim- und Tetrazoliumtests bei *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium* und *Pinus Monticola*. (Comparative investigations for testing the excised embryo method by means of the germination and tetrazolium tests with *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium* and *Pinus monticola*.) *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 30:321-859.



ODRŽIVI RAZVOJ I UPRAVLJANJE PRIRODNIM RESURSIMA REPUBLIKE SRPSKE

Novo Pržulj

Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske
novo.przulj@gmail.com

Sažetak

Glavni cilj kome današnje ekonomije teže jeste stalni rast bruto društvenog proizvoda, čije postizanje u trenutnoj ekonomskoj paradigmi zahtijeva sve veću upotrebu prirodnih resursa. Prekomjerna eksploatacija prirodnih resursa jedan je od ekoloških problema sa kojim se globalno suočava cijela Planeta. Čovjek je u posljednjih 50 godina promijenio ekosisteme više nego u bilo kom periodu tokom istorije. Najveći uzrok ovih promjena je sve veća potražnja za hranom, vodom i prirodnim resursima. U cilju smanjenja prekomjerne eksploatacije neobnovljivih prirodnih resursa mora se primjenjivati održivi razvoj, koji se definiše kao razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjih generacija bez uskraćivanja mogućnosti za buduće generacije da zadovolje svoje potrebe. Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske započela je obiman projekat na izradi edicije *Održivi razvoj i upravljanje prirodnim resursima Republike Srpske*, u okviru koje će se, kroz pojedinačne monografije, iznijeti naučna dostignuća i perspektive razvoja, uz održivo korišćenje prirodnih resursa. Kod održivog razvoja, pored ekonomskih, u obzir se moraju uzeti ekološki i društveni ciljevi. Čovječanstvo danas koristi prirodu 1,75 puta brže nego što ekosistemi naše planete mogu da se regenerišu. Posljedice ovog pretjeranog globalnog ekološkog trošenja postaju sve očitije: nestanak šuma, erozija zemljišta, gubitak biodiverziteta, nakupljanje ugljen dioksida u atmosferi. Ova Edicija bavi se prirodnim resursima, njihovim karakteristikama, načinom upravljanja i uopšte postupcima koje bi trebalo preduzeti kako bi se zaštitili, unaprijedili i koristili u skladu sa zahtjevima održivosti. Pojedine monografije iz ove Edicije mogu pomoći stručnjacima iz raznih oblasti koji se na bilo koji način bave problemima upravljanja prirodnim resursima i zaštitom prirode, nudeći savremen i odmjeren pristup ekonomskom razvoju i zaštiti životne sredine.

Ključne riječi: biosfera, zemljište, voda, vazduh, životna sredina, eksploatacija prirodnih resursa

Odbor za biotehničke nauke Akademije nauka i umjetnosti Republike Srpske započeo je obiman posao na izradi Edicije *Održivi razvoj i upravljanje prirodnim resursima Republike Srpske*, u okviru koje će se, kroz pojedinačne monografije, iznijeti naučna dostignuća i perspektive razvoja poljoprivrede, šumarstva, proizvodnje hrane i biomase, korišćenja zemljišnih i vodnih resursa i uopšte korišćenja prirodnih resursa u cilju ekonomskog napretka, kao i



multifunkcionalno upravljanje resursima. U Republici Srpskoj, šumski ekosistemi, poljoprivredno zemljište i slatkovodni ekosistemi imaju najveći značaj, mada se ne smiju zanemariti ni mineralni resursi, ribarstvo, padavine, klima, topografija, kao i drugi nepoznati resursi. Povećanje znanja o poznatim i nepoznatim prirodnim resursima i o njihovoj upotrebi, doprinosi razvoju svake zemlje. Takođe, očuvanje svih prirodnih resursa neophodno je za ravnotežu ekosistema. Koncept održivog razvoja podrazumijeva koncept razvoja koji zadovoljava potrebe sadašnje generacije ljudi, a da, u isto vrijeme, ne ugrožava mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. Održivo korišćenje i zaštita prirodnih resursa obezbjeđuje se u okviru strategije prostornog razvoja i nacionalne strategije održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara.

Potreba za pripremu i izdavanje Edicije najbolje će se objasniti korišćenjem jedne znamenite i značajne edicije iz sasvim druge oblasti. Naš poznati naučnik Jovan Cvijić započeo je vjekovni poduhvat srpske nauke: antropogeografsko istraživanje srpskih zemalja u okviru kojeg je obuhvatio istraživanje naselja, porijeklo stanovništva i običaje. Ta edicija nazvana je „Koreni“ i sastoji se od 17 knjiga koje obuhvataju njegove pojedine cjeline. Polazeći od značaja poljoprivrede, šumarstva, veterinarstva i prehrambene tehnologije za razvoj Republike Srpske, ušlo se u izradu Edicije *Održivi razvoj i upravljanje prirodnim resursima Republike Srpske* koja, takođe, treba da posluži kao snažan zamajac za sveukupni razvoj u ovim privrednim oblastima. Ova Edicija nema svoj kraj, jer prirodna bogatstva naše zemlje nisu samo ono što se koristi u poljoprivredi, šumarstvu, veterinarstvu i prehrambenoj tehnologiji, nego i u drugim privrednim djelatnostima, tako da se stvara osnova za izradu i drugih edicija koje bi obuhvatile i druga prirodna bogatstva. Zato sadašnje opredjeljenje u izradi ove Edicije, njenom obimu i sadržaju, otvoreno je i može se stalno iznova nastavljati, proširivati i povećavati.

Pošlo se od činjenice da prirodna bogatstva nisu vlasništvo i problem pojedinca, ona su bogatstvo i snaga države i naroda koji u njoj žive. Država mora računati s tim da njoj na Zemljinoj kugli (istorijski, civilizacijski, državnopravno) pripada određen procenat prirodnih dobara (zemljište, šume, voda, pašnjaci, vjetar, rude i druga prirodna bogatstva) i njena je odgovornost da se ta dobra njeguju, obnavljaju, održavaju i koriste za dobrobit naroda. Zato sudbina i namjena prirodnih bogatstava ne smije prerasti u neodgovornost pojedinih generacija ljudi i država u kojima oni žive. Prirodna bogatstva jedne zemlje određuje njen status u svjetskom ekonomskom sistemu, njenu moć i politički uticaj.

Sve što se nalazi u prirodi je prirodno bogatstvo. Iz prirode se dobijaju sirovine za raznovrsnu proizvodnju ili izvori energije koja je čovjeku potrebna za život i rad. Energija ne može da se stvara, već se koristi iz različitih prirodnih izvora. Neki od tih izvora su obnovljivi (sunce, voda, vjetar), a neki su neobnovljivi (nafta, zemni gas, uglj). Prirodna bogatstva, kao što su biljni i životinjski svijet, voda, vazduh, zemljište, nafta, metali, minerali i dr., prirodne su vrijednosti koje čovjek koristi da bi opstajao i razvijao se kao kulturno, socijalno i duhovno biće.



Čovjek je jedina vrsta koja svjesno mijenja prirodu i prilagođava je svojim potrebama koristeći sredstva koja mu je na raspolaganje stavila nauka, tehnika i tehnologija. Tu se, međutim, pojavljuje veliki problem na koji čovječanstvo još uvijek nema racionalan odgovor. Naime, čovjekove potrebe mogu se klasifikovati na više načina. Nevolja koja ovdje postoji ima dva dijela – mnoge potrebe čovjeka nisu stvarne nego lažne i zasnovane su na sebičnosti interesnih lobija i grupa. Istovremeno, arhaičan razvoj privrede, nemaran odnos prema prirodi, nekontrolisano zagađivanje vazduha i voda, nemilosrdno uništavanje biljnog i životinjskog svijeta, dovelo je do ekološke krize koja poprima zastrašujuće dimenzije, pogotovo u nekim najrazvijenijim zemljama svijeta. Ta kriza ozbiljno prijeti, ukoliko se ne preduzmu hitne, energične i dalekosežne mjere na nacionalnom i međunarodnom planu, da jednog dana, ne u tako dalekoj budućnosti, ljudi ostanu bez čiste vode, bez čistog vazduha, bez osnovnih prirodnih sirovina, bez životnog prostora.

Ogroman porast industrijske proizvodnje i cjelokupna proizvodna aktivnost čovječanstva počeli su kao neka ogromna geološka snaga da mijenjaju lik naše planete. Ispostavilo se da prirodna bogatstva nisu izvor iz kojeg se može beskonačno živjeti. U istoriji čovječanstva nastupilo je razdoblje kada svaku svoju aktivnost ono mora da poredi sa mogućnostima prirode. Zato je poznati francuski istraživač Žak-Iv Kusto rekao: „Ranije je priroda zastrašivala čovjeka, a sada čovjek zastrašuje prirodu.“ Do sada, ogroman broj ljudi nije mislio o mogućim posljedicama neograničene eksploatacije prirodnih resursa. Ljudi nisu razmišljali o sudbini biosfere, spoljnog omotača naše planete, na kojem se odražavaju sve posljedice čovjekove privredne aktivnosti. Biosfera, koju napaja sunčeva energija, predstavlja rezultat dugotrajnog biohemijskog rada živih organizama. Zemljina biosfera je opšteplanetarni omotač, čiji su sastav, struktura i energetika uslovljeni prošlošću i sadašnjošću, kao i sveukupnošću živih organizama u toku duge geološke istorije. Zahvaljujući tome, obrazuje se bioorganski sistem planete sa svim, njemu svojstvenim, mnogolikim organskim i mineralno-organskim materijama.

Čovjek se pojavio u biosferi relativno nedavno, u jednoj od posljednjih etapa njene evolucije, i sve do početka dvadesetog vijeka njegova aktivnost na planeti imala je lokalni karakter. Sada je ona obuhvatila čitavu biosferu i postala globalna. Naš vijek je odskočna etapa za prelazak u sferu uzajamnog dejstva – prirode i čovjeka – u okviru kojeg razumna ljudska aktivnost postaje odlučujuća.

Sunčeva energija, koja dospijeva na zemlju, osnovni je izvor svih prirodnih i mnogih antropogenih procesa u biosferi. Apsorbujući sunčevu energiju, biljni svijet godišnje obrazuje oko 150–200 milijardi tona organske materije i oslobađa oko 300 milijardi tona kiseonika. Godišnje se fotosintezom transformiše oko 200 miliona tona ugljenika iz ugljen-dioksida u organsku materiju. Ova biomasa služi kao osnova za ishranu cjelokupnog životinjskog svijeta, uključujući tu i čovjeka. Kiseonik proizvode i oslobađaju biljke, nadoknađujući u atmosferi nedostatak ovog gasa. Njega koriste svi živi organizmi za disanje, a služi i za oksidaciju u mrtvoj



prirodi. Sve do prije nekoliko decenija, smatralo se da su biološki resursi neograničeni, ali se ta zabluda danas skupo plaća, te je danas čovjekova prirodna sredina u opasnosti. Čovjekova aktivnost poprimila je tako ogromne, moglo bi se reći, enormne razmjere. Sfera materijalne proizvodnje toliko je porasla da se na horizontu istorijskog razvoja jasno vidi realna opasnost od poremećaja velikog kruženja materije. Tehnološki progres je toliko trasirao sasvim nove puteve kretanja energije i materije u biosferi i poremetio prirodnu ravnotežu. U svijetu se danas svakih 7–10 godina udvostručuje proizvodnja elektroenergije, osnove praktičnih mogućnosti za tehnološki razvoj čovječanstva. Zato je problem zaštite biosfere izuzetno složen problem, ima kompleksan karakter i povezan je sa svim oblastima ljudske djelatnosti. On je, u stvari, povezan sa dvije osnovne strane ljudske djelatnosti – narušavanje predjela koje je stvorila priroda i aktivno izbacivanje proizvedenih i drugih otpadaka, ekološki štetnih materija u biosferu. Tako je zagađivanje prirode postalo planetarni problem, posebno poguban u razvijenim i visokorazvijenim zemljama. S lica planete, za posljednjih 100 godina, nestalo je na stotine vrsta biljnog i životinjskog svijeta, a na ivici nestanka je još oko 1000 vrsta. Tako je biosfera izgubila sposobnost samočišćenja i više ne raspolaže sopstvenim snagama da bi izašla sa teretom koji je čovjek ubacio u nju.

Ogroman zamah i uspjeh u proučavanju prirodnih bogatstava dešava se polovinom prošlog vijeka, pojavom brojnih naučnih rezultata. Rezultati ovih proučavanja omogućili su da se razmišlja o izradi i pripremi ove Edicije. Koristeći ta naučna dostignuća, Edicija će poslužiti kao fundamentalno naučno djelo, jedinstveno po mnogim svojim karakteristikama. U brojnim naučnim radovima iz različitih fundamentalnih disciplina i primijenjenih oblasti u kojima se tretira ova problematika, prisutno je mnoštvo podataka i naučnih rezultata, ali se to nalazi u ogromnom broju časopisa izdatih u različito vrijeme u svijetu, pa je teško sve sakupiti, objediniti i predstaviti na jednom mjestu, a pogotovo da to uradi jedan čovjek za kratko vrijeme. Taj primjer razbacanosti podataka u milionskim člancima i časopisima nadoknadiće djelimično ova Edicija. Proučavanja i upotpunjavanja saznanja iz ovih oblasti nisu završena i ona će se nastaviti i u budućnosti. Sve će ovo doprinijeti da se bolje i detaljnije upoznaju prirodna bogatstva na našim prostorima, kako bismo ih racionalnije i bolje koristili. Djela ove Edicije treba da budu dragocjena riznica podataka, koja su nezaobilazna svakome i na svakom mjestu. Bez ovakvih djela, koja otvaraju perspektivu na osnovama dugoročnog razvoja, naše društvo bilo bi znatno siromašnije i bijednije. Ona će predstavljati riznicu saznanja o prirodnom bogatstvu naše zemlje, iz kojih će naredna pokoljenja moći da prate sve njegove promjene u pozitivnom ili negativnom smislu, izazvane različitim djelatnostima čovjeka.

U našoj naučnoj literaturi vjerovatno nema mnogo hrabrih i iskrenih, plodotvornih, bespoštednih i strogih ljudi, koji žele da pomognu svima. Kod autora ove Edicije to nije slučaj. Nema potrebe detaljnije ulaziti u sadržaj svih knjiga Edicije, jer ona će biti pred čitaocima, koji će moći uživati u njenim bogatstvima, u moćnom duhu autora i njihovoj sposobnosti da sve to



spoje u skladnu prirodnu cjelinu i da pokaže njihovu međusobnu povezanost koja postoji, a koja je nevidljiva i neuočljiva. Ovim djelom treba da se pokaže da nauka nije samo čista nauka, nego i dar, a dar treba upotrijebiti za ono što je plemenito ili, bolje reći, posvetiti život razvijanju i primjeni toga dara, što u velikoj mjeri znači poslužiti narod svojim darom.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND MANAGEMENT OF NATURAL RESOURCES IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Novo Pržulj

Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska

Summary

The main goal of today's economy is the continuous growth of gross domestic product, the achievement of which in the current economic paradigm requires an increasing use of natural resources. Excessive exploitation of natural resources is one of the environmental problems globally faced by the entire planet. Man has changed ecosystems in the last 50 years more than in any other period in history. The biggest causes of these changes are the growing demand for food, water and natural resources. In order to reduce the overexploitation of non-renewable natural resources, sustainable development must be applied, which is defined as development that meets the needs of present generations without depriving future generations of the opportunity to meet their own needs. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska has initiated an extensive project on the preparation of Edition *Sustainable Development and Management of Natural Resources in the Republic of Srpska*, which will, through individual monographs, present scientific achievements and development perspectives, accompanied by sustainable use of natural resources. In addition to economic, sustainable development must take into account environmental and social goals. Humanity today uses nature 1.75 times faster than our planet ecosystems can regenerate. The consequences of this excessive global environmental depletion are becoming increasingly apparent: deforestation, soil erosion, loss of biodiversity, accumulation of carbon dioxide in the atmosphere. This Edition deals with natural resources, their characteristics, management and general procedures that should be taken to protect, improve and use in accordance with the requirements of sustainability. Some monographs from this Edition can help experts in various fields who are dealing with the problems of natural resource management and nature protection, offering a modern and balanced approach to economic development and environmental protection.

Key words: biosphere, soil, water, air, environment, exploitation of natural resources



KORIŠĆENJE, UREĐENJE I ZAŠTITA POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA

Tihomir Predić¹, Petra Nikić Nauth¹, Kristina Rapić², Stefan Jovanović¹

¹JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Zavod za agroekologiju,
Banja Luka, Bosna i Hercegovina,

²Vlada Republike Srpske, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Odjeljenje za
poljoprivredno zemljište, Banja Luka, Bosna i Hercegovina,
tiho.predic@gmail.com

Sažetak

Zemljište je, za razliku od vode i vazduha, u suštini neobnovljiv prirodni resurs, sa potencijalno brzom stopom degradacije i sa veoma sporim procesom formiranja i regeneracije. Privremeni i trajni gubitak zemljišta antropogenim djelovanjem proporcionalan je gustini populacije i predstavlja posljedicu ukupnog društvenog i ekonomskog razvoja nekog područje (regiona, države, kantona, opštine). Pošto svi korisnici zemljišta neprekidno i argumentovano pretenduju na korišćenje zemljišta, postavlja se osnovno pitanje kako zaštititi poljoprivredno zemljište od trajnog gubitka i njegovog očuvanja za proizvodnju dovoljnih količina hrane.

Sprečavanje degradacije i održivo upravljanje zemljištem treba da budu najvažniji dijelovi politike svake države i lokalne zajednice. Da bi ta politika mogla da se kvalitetno sprovodi neophodni su, prije svega, relevantni pokazatelji stanja zemljišnih resursa. Prema Zakonu o poljoprivrednom zemljištu Republike Srpske, opštine i gradovi su obavezne izraditi planski dokument „Osnovu zaštite uređenja i korišćenja poljoprivrednog zemljišta“ (Osnova opština). Osnova opština izrađuje se GIS obradom postojećih relevantnih podataka o zemljišnim resursima i klimi (model terena, pedologija, zemljišni pokrivač i način korištenja, klimatski podaci, itd.). GIS modelovanjem postojećih podataka dobijaju se nove relevantne GIS podloge (slojevi) (bonitet, agroekološko zoniranje, rejonizacija, pogodnost gajenja, itd.). Ažuriranje tj. kontinuirano unošenje novih podataka omogućava dobijanje tačnijih rezultata i kreiranja relevantnijih GIS podloga i GIS modela koji su neophodni donosiocima odluka u procesu planiranja korišćenja poljoprivrednog zemljišta u cilju zaustavljanja trenda trajnog gubljenja poljoprivrednog zemljišta koje se prema UN strategiji do 2030. godine treba svesti na nulu (*Land Degradation Neutrality – LDN*). U ovom radu je prezentovana metodologija izrade nekoliko važnih GIS podloga neophodnih za izradu Osnove opštine koja je zasnovana na FAO konceptu i koji je adaptiran za specifične uslove Republike Srpske i Bosne i Hercegovine.

Gljučne riječi: zemljište, bonitet, način korišćenja, degradacija, GIS



Uvod

Zemljište je u suštini neobnovljiv prirodni resurs, sa potencijalno brzom stopom degradacije i sa veoma sporim procesom formiranja i regeneracije. Za stvaranje 1 cm sloja zemljišta na krečnjačkoj stijeni potreban je period od 1.000 godina, tj. za aktivni sloj od 10 cm potrebno je 10.000 godina. Na ostalim geološko-petrografskim supstratima procjenjuje se da je za stvaranje 1 cm zemljišta potreban period od 250.000 godina (NEAP, 2002). Količina zemljišta koja je čovjeku na raspolaganju za proizvodnju hrane na planeti je ograničena. Iako su ove činjenice neoborive i poznate, Lal (1990) navodi da je samo antropogenim uticajem do tada nepovratno uništeno oko 430 miliona hektara poljoprivrednog zemljišta, odnosno oko 30% ukupnih obradivih površina naše planete. Prirodna produkcija nanosa prema njegovim procjenama iznosila je 9,9 milijardi tona godišnje, dok je antropogenim djelovanjem uzrokovana 2,5 puta veća erozija ili produkcija nanosa od 26 milijardi tona godišnje. Problem gubitka zemljišta antropogenim djelovanjem (antropogene erozije) proporcionalan je gustini populacije na pojedinim kontinentima (Van Camp et al., 2004). Gubljenje zemljišta je globalni problem tako da je prema UN strategiji tzv. neutralnost degradacije zemljišta (*Land Degradation Neutrality - LDN*) gubljenje zemljišta do 6474. godine treba svesti na nulu (UNCCD, 6456). Negativni procesi trajnog i privremenog gubitka zemljišta antropogenim uticajem prisutni su i na području Republike Srpske kao posljedica ukupnog društvenog i ekonomskog razvoja u periodu tranzicije. Najaktuelniji uzroci oštećenja, privremenog i trajnog gubljenja zemljišta su: širenje naselja koja uzurpiraju poljoprivredna zemljišta pretvarajući ih u građevinsko zemljište; izgradnja industrijskih objekata i zona; izgradnja mreže saobraćajnica koje često prolaze preko najplodnijih zemljišta; razvoj erozionih procesa (erozija zemljišta) i klizišta; izgradnja vodenih akumulacija; izgradnje vodenih akumulacija za potrebe navodnjavanja, vodosnabdijevanja i energetskog korišćenja; površinska eksploatacija raznih sirovina; odlaganje raznog otpada (deponije, industrijski otpad); deforestacija.

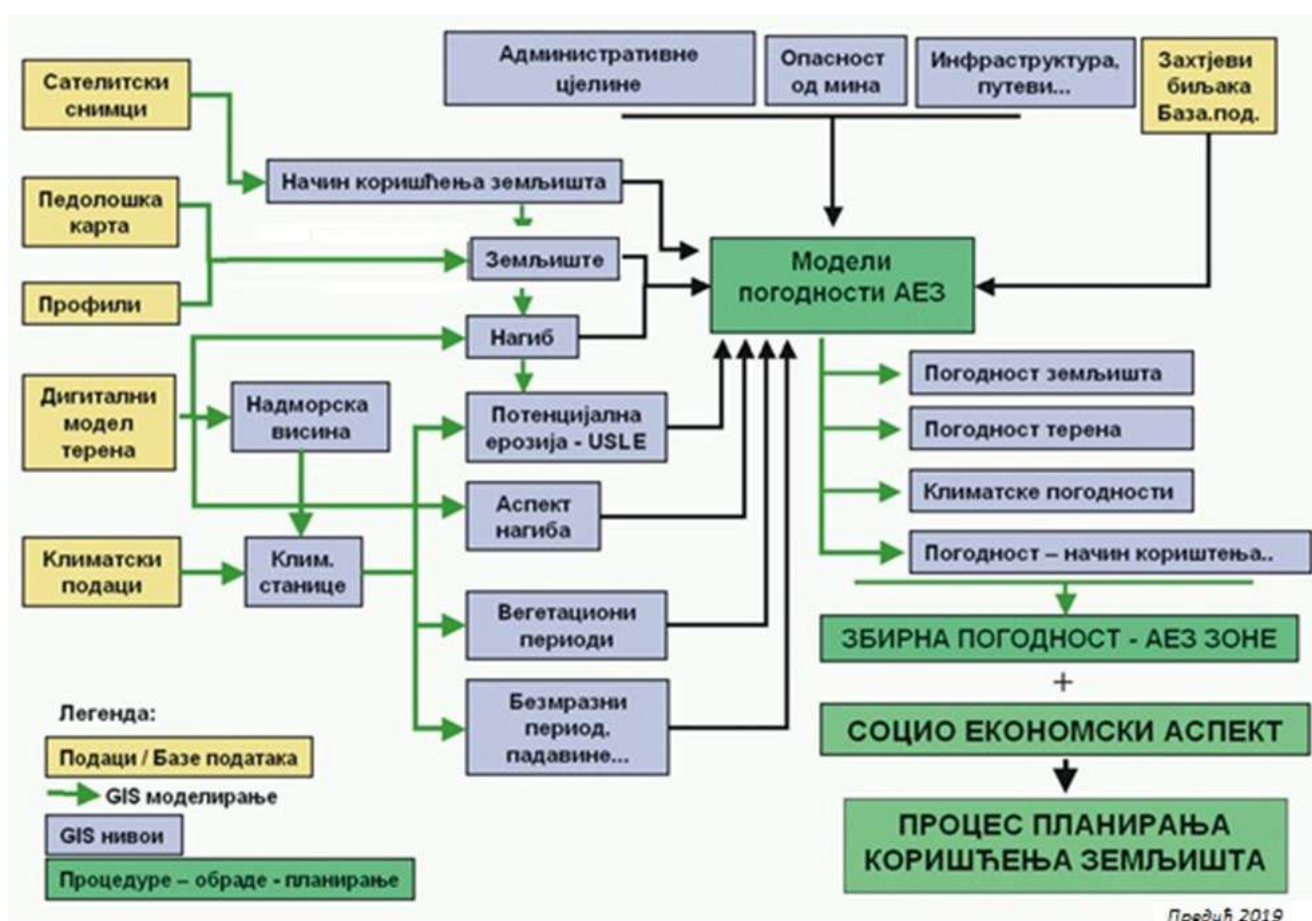
Pošto svi korisnici zemljišta neprekidno i argumentovano pretenduju na korišćenje zemljišta, postavlja se osnovno pitanje kako zaštititi poljoprivredno zemljište od trajnog gubitka, tj. kako proizvesti dovoljne količine hrane u uslovima kada se neprekidno smanjuju poljoprivredne površine, a u isto vrijeme povećava broj ljudi i to u uslovima evidentnih klimatskih promjena (Predić i sar., 2021). U navedenim okolnostima, sprečavanje degradacije i održivo kontrolisano korišćenje zemljišta treba da budu najvažniji dijelovi politike svake zemlje, pa i Republike Srpske i njenih gradova/opština. Da bi ta politika mogla da se kvalitetno sprovodi neophodni su, prije svega, relevantni pokazatelji stanja zemljišnih resursa. U proteklom periodu, većina opština u Republici Srpskoj koristi katastarske podatke koji se sporo ažuriraju, tako da se desetinama godina unazad navodi postojanje istih ili sličnih vrijednosti površina poljoprivrednog zemljišta, iako se u prvom izvještaju Nacionalnog akcionog plana za BiH navodi



da se godišnje gubi i do 1.600 ha zemljišta (NEAP BiH, 2003). Republika Srpska je administrativno podjeljena na 64 administrativne jedinice tj. na devet gradova i 55 opština. Prema Zakonu o poljoprivrednom zemljištu (Službeni glasnik Republike Srpske broj 93/06, 86/07, 14/10, 5/12, 58/19) opštine i gradovi su obavezne izraditi planski dokument „Osnovu zaštite uređenja i korišćenja poljoprivrednog zemljišta“ (Osnova opštine). Ovaj dokument treba donosiocima odluka na opštinskom nivou obezbijediti relevantne podatke o trenutnom stanju zemljišnih resursa radi donošenja odluka u procesu racionalnog planiranja korišćenja poljoprivrednog zemljišta u cilju sprečavanja kontinuiranog trajnog gubljenja najkvalitetnijih i najproduktivnijih zemljišta i njihovog očuvanja za proizvodnju dovoljnih količina hrane.

Osnova opštine je usklađena sa Osnovom Republike, a izrađuju se po FAO modelu koji se sastoji iz: inventarizacije zemljišnih i klimatskih resursa, agroekološkog zoniranja (FAO (1996); Van Velthuizen H.T., (2001) i ekonomsko-ekološkog zoniranja (Biancalani et al., 2004). Uprošćeni šematski prikaz metoda izrade Osnove grada dat je na Slici 1.

Izrađene GIS podloge mogu egzistirati kao zasebne cjeline, a njihovim GIS modelovanjem i obradom dobijenih rezultata stvaraju se novi relevantni podaci, tako da Osnova opštine izrađena



Slika 1. Uprošćeni prikaz izrade Osnove opštine po FAO konceptu, modifikovan za područje Republike Srpske (Predić i sar., 2019)



na ovaj način predstavlja dinamičku komponentu procesa planiranja korišćenja zemljišta. Osnova opštine izrađuje se u skladu sa Zakonom o poljoprivrednom zemljištu i Programom izrade Osnove koju donosi svaki grad/opština u skladu sa svojim opštim i specifičnim zahtjevima, a izrada se vrši kroz sljedeće faze:

- a) inventarizacija i analiza postojećeg stanja zemljišnih resursa,
- b) agro-ekološko zoniranje,
- c) analiza socio-ekonomskog stanja,
- d) ekološko-ekonomsko zoniranje,
- e) zaključci i ocjena o postojećem stanju korišćenja, zaštite i uređenja poljoprivrednog zemljišta,
- f) definisanje mjera zaštite, uređenja i načina korišćenja poljoprivrednog zemljišta,
- g) definisanje institucionalne strukture, instrumenata i mehanizama za sprovođenje i realizaciju predloženih mjera.

Prva faza „Inventarizacija i analiza postojećeg stanja zemljišnih resursa“ obuhvata obradu sledećih poglavlja:

- A.1. Zemljište i teren
- A.2. Klima
- A.3. Analiza postojećeg stanja.

U sklopu poglavlja A.1. Zemljište i teren izrađuju su sledeće GIS podloge:

- A.1.1. Administrativna podjela opštine
- A.1.2. Digitalni model terena (DTM)
- A.1.3. Zemljišni pokrivač i način korišćenja poljoprivrednog zemljišta
- A.1.4. Pedologija
 - A.1.4.1. Profili i poluprofil
 - A.1.4.2. Bonitet
- A.1.5. Plodnost zemljišta
- A.1.6. Ostaci organskih i neorganskih štetnih materija u zemljištu
- A.1.7. Erozijska
- A.1.8. Minirane površine

Iz navedenih poglavlja je jasno da je izrada Osnove opštine složen i obiman proces koji zahtjeva učešće naučnih i stručnih radnika iz više oblasti uz korišćenje naprednih informacionih tehnologija. Iz navedenog razloga je u ovom radu prikazana metodologija izrade GIS podloga: pedologija, bonitet, zemljišni pokrivač i način korišćenja zemljišta (ZPNK) na primjeru izrade Osnove opštine Šamac.



Materijal i metode

Ispitivano područje obuhvata Opštinu Šamac površine 17.224 ha od čega, prema katastarskim podacima, 85% čini poljoprivredno zemljište. Opština se nalazi u sjevernom ravničarskom dijelu Republike Srbije u području ušća rijeke Drine u Savu.

Geoinformacioni sistem (GIS) je korišćen za formiranje, analizu, oblikovanje i predstavljanje podloga neophodni za izradu Osnove opštine. Svi navedeni procesi su izvršeni u ArcGIS programu u skladu sa Gauss Krueger kartografskom projekcijom.

GIS podloga ZPNK je kreirana za 2019. godinu. Izrađena je u razmjeri 1:5000 (pojedini dijelovi su kartirani i u razmjeri 1:2500 i 1:1000) jer je potrebno precizno izdvojiti poljoprivredne površine. Za razgraničenje poligona korišćena je FAO LCCS (2000) klasifikacija (*Land Cover Classification System*) modifikovana za specifične uslove u BiH. Ova klasifikacija ne razmatra posebno klase zemljišnog pokrivača, a posebno klase načina korišćenja zemljišta, nego su obe klase objedinjene u jednu ZPNK klasu. Razlog za ovakav pristup je taj što je za izradu Osnove opštine ključna identifikacija poljoprivrednih površina, a u nomenklaturi ZPNK dominiraju klase koje predstavljaju poljoprivredno zemljište. Na području opštine Šamac evidentirano je 23 klase ZPNK od kojih 13 predstavljaju poljoprivredno zemljište (Tab. 1). Za opštinu Šamac jedini dostupni ortofoto snimci su bili iz 2012. godine. Iz tog razloga je ZPNK rađen u dvije faze. Prva faza je početno detaljno razgraničenje površina po klasama ZP/NK na osnovu ortofoto snimaka iz 2012. godine, a druga faza je kreiranje konačnog stanja ZPNK za 2019. godinu na osnovu satelitskih snimaka Google Earth za 2019. U ovoj fazi je izvršena korekcija oblika poligona na kojima su se dogodile promjene u odnosu na stanje iz 2012. godine (Sl. 2 i 3). Dobijeni rezultat ZPNK formiran je u vektorskom obliku (shp format).



Slika 2. Obradeno 2012. (ortofoto 2012)



Slika 3. Separacija šljunka 2018. (Google Earth)



Tabela 1. Korišćene klase ZPNK na području opštine Šamac

Br.	Kategorije ZPNK	Glavne klase ZPNK	Klase ZPNK
1.	Poljoprivredno	Obradeno	Obradeno bez navodnjavanja
2.			Obradeno – osnovna kanalska mreža
3.			Dominira obradeno
4.			Plastenici - staklenici
5.		Zapuštено	Zapuštено
6.			Dominira zapuštено
7.		Stalni zasadi	Voćnjaci
8.			Vinogradi
9.			Dominiraju voćnjaci
10.			Rasadnici
11.	Livade	Livade i neobrađeno	
12.		Dominiraju livade i neobrađeno	
13.	Nepoljoprivredno	Šume	Šuma
14.			Dominira šuma
15.			Nisko rastinje
16.		Dominira nisko rastinje	
17.		Gole površine	Otvoreni kopovi, vađenje šljunka
18.		Izgrađeno	Izgrađeno (Naselje, fabrike, infrastruktura, nasipi za odbranu od poplava, itd.)
19.	Dominira izgrađeno		
20.	Izdvojena imanja (farme)		
21.	Groblja i vjerski objekti		
22.	Vodene površine	Rijeke, prirodna jezera	
23.		Bare i močvare	
24.		Akumulacije, vještačka jezera	

Prilikom razgraničenja poljoprivrednih površina, najmanja kartirana površina za klasu ZPNK „obrađeno“ je 0,5 ha, a za klasu ZPNK „stalni zasadi“ 0,1 ha. Detaljna metodologija izrade ZPNK data je u radu „Land Cover/Land Use in service of agricultural land protection, use and restructuring“ (Predić i sar., 2021).

GIS podloga pedologije izrađena u razmjeri 1:50000 na osnovu Osnovne pedološke karte SFRJ (OPK), sekcije Vinkovci 3, Tuzla 1 i 2. Vektorizovane su sve kartirane površine sa OPK, a poligoni (tipovi zemljišta) su prikazani po FAO klasifikaciji i po klasifikaciji Škorić, Ćirić, Filipovski (1985), koja u nazivu sadrži tip, podtip, varijetet i formu zemljišta (naziv sa OPK). U okviru ovog poglavlja izrađene su GIS podloge za profile i poluprofile.



Profili i poluprofilu su prikazani kao tačke preuzete sa navedenih sekcija OPK. GIS podloga reprezentativnih profila i poluprofila u tabeli atributa sadrži glavna terenska opažanja i laboratorijska istraživanja koja se nalaze u Prilozima 1, 2 i 3 iz pripadajućih knjiga OPK. Za svaki profil unešen je sledeći set podataka: oznaka profila, sekcija OPK, godina otvaranja profila, nadmorska visina, tip zemljišta po FAO klasifikaciji i klasifikaciji sa OPK, dubina fiziološki aktivnog sloja, ocjena erozije, dreniranost i teksturna oznaka. Od rezultata hemijskih osobina za prva dva horizonta, unešeni su sledeći podaci: reakcija (pH u H₂O i 1M KCl), humus, stepen zasićenosti bazama (%V), fiziološki aktivni fosfor i kalijum.

Za svaki poluprofil unešen je isti set podataka za terenska opažanja. Zbog nepostojanja podataka nisu unešeni rezultati za humus i stepen zasićenosti bazama (%V). Kiselost je unešena za prva dva horizonta, a fiziološki aktivni fosfor i kalijum za prvi horizont jer ne postoje podaci za drugi.

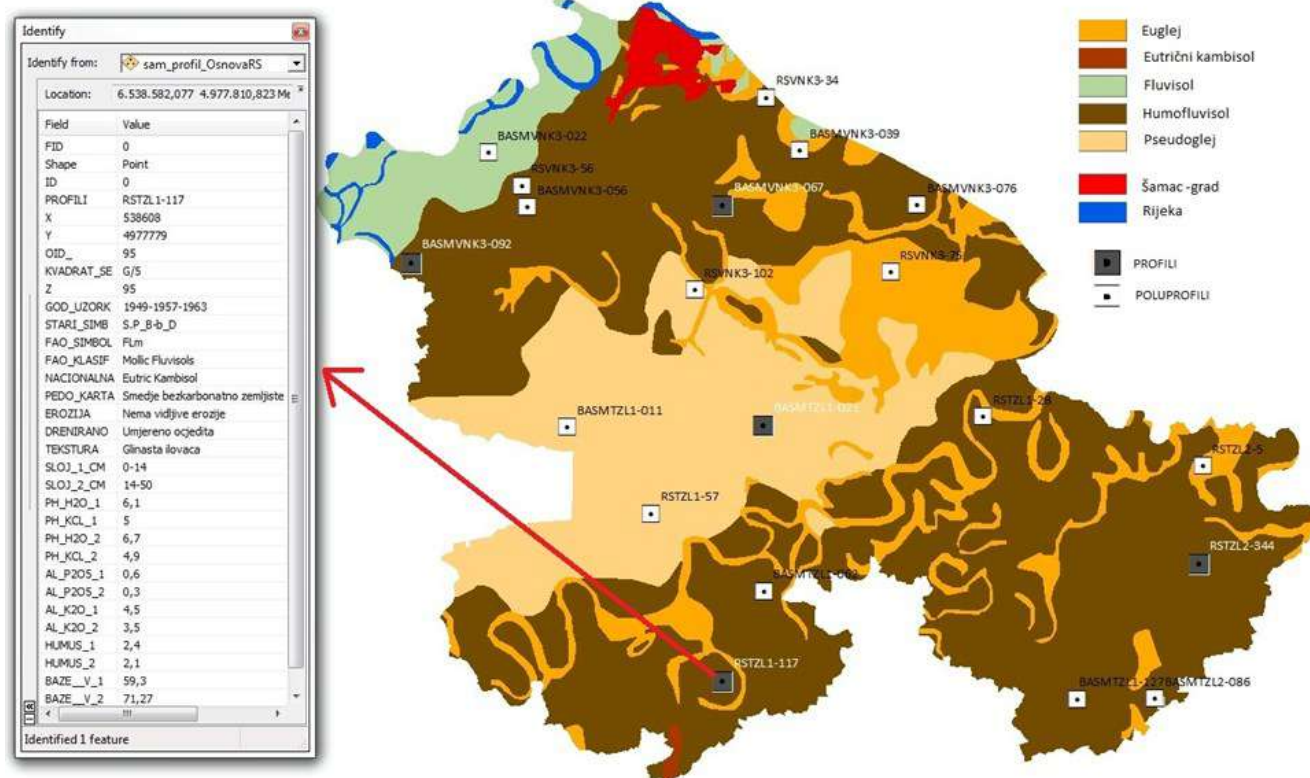
Bonitet GIS podloga je izrađen na osnovu osobina zemljišta (tipa zemljišta), dubine zemljišta, teksture, organske materije i nagiba (izrađen iz digitalnog modela teren, 30 m).

Rezultati i diskusija

Pedologija

Obrada podataka GIS podloge pedologije (Sl. 4) je izvršena po osnovu klasifikacije zemljišta Škorić, Filipovski, Ćirić, prema kojoj je utvrđeno da na opštini Šamac dominiraju hidromorfna zemljišta (pseudoglej, euglej, fluvisol, humofluvisol) koja zauzimaju 98,6% teritorije ili 16.968,8 ha. Sa aspekta biljne proizvodnje dominacija hidromorfni zemljišta je nepovoljna jer ova zemljišta karakteriše neregulisan vodno-vazdušni režim tako da u vlažnom periodu godine dolazi do zasićenja svih pora zemljišta vodom što se negativno odražava na korjenov sistem poljoprivrednih biljnih vrsta, a time i na količinu i kvalitet prinosa gajenih biljaka. Međutim, ako se na ovim zemljištima pravilno primjene hidro i agromelioracione mjere, onda ova zemljišta uslijed povoljnih fizičkih i hemijskih svojstava pokazuju veoma dobre proizvodne karakteristike na kojima se mogu ostvariti dobri i kvalitetni prinosi. Automorfna zemljišta (eutrični kambisol), koja imaju povoljnije fizičko hemijske karakteristike za biljnu proizvodnju, zauzimaju svega 27,5 ha ili 0,2% teritorije. Preostalu površinu od 1,2% zauzima površina na kojoj se nalaze rijeka i grad.

Sa OPK Vinkovci 1, Tuzla 1 i 2, ukupno je geopozicionirano 218 tačaka tj. 44 profila i 174 poluprofila koji se nalaze na prostoru Opštine. Iako se radi o istorijskim podacima (fizičko-hemijskim analizama profila koji su otvarani u doba izrade pedološke karte, tj. 60-ih i 70-ih godina prošlog vijeka) ovi podaci su veoma korisni i upotrebljivi, jer je za planiranje korišćenja zemljišta na području Opštine dobijena gusta mreža podataka o osnovnim svojstvima zemljišta

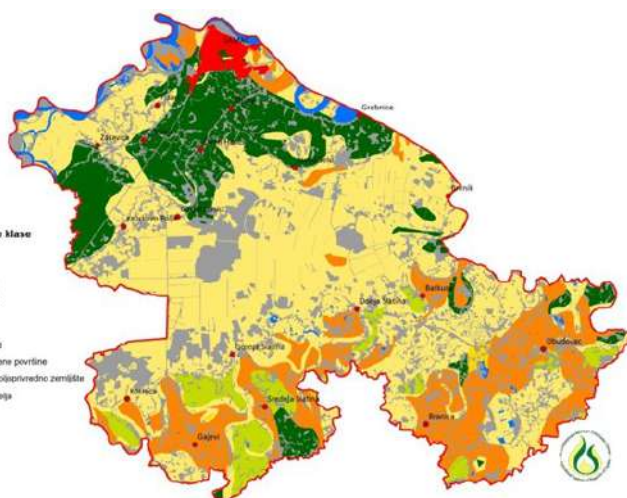


Slika 4. Pedološka karta po tipovima zemljišta (prema Škorić, Filipovski, Čirić) i raspored reprezentativnih profila i poluprofila za dominantne tipove zemljišta

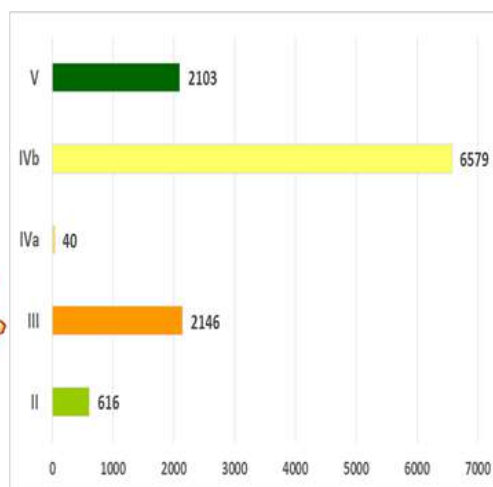
koji će poslužiti za kreiranje i modeliranje raznih digitalnih prikaza koji će biti neizostavni prilikom planiranja korišćenja poljoprivrednog zemljišta (mapiranje plodnosti, bonitiranje, pogodnost za gajenje biljnih vrsta, itd.).

Bonitet

Glavni razlog sprovođenja bonitiranja je da se zemljišta sa visokim proizvodnim karakteristikama (od I do IV bonitetne klase) sačuvaju samo za poljoprivrednu proizvodnju. U Zakonu o poljoprivrednom zemljištu ("Službeni glasnik Republike Srpske", 93/06, 86/07, 14/10 i 5/12), propisano je da su najvrijednije bonitetne klase zemljišta (od I do V) zaštićene od prenamjene u nepoljoprivredne svrhe i isključivo namjenjene za poljoprivrednu proizvodnju, što u praksi nije slučaj (Sl. 2 i Sl. 3). Na području Opštine iskartirane su II, III, IVa, IVb i V bonitetna klasa. Preklapanjem GIS podloge nepoljoprivrednih površina (dobijene iz ZPNK) sa GIS podlogom boniteta (Sl. 5.) dobijeno je da se preostale površine poljoprivrednog zemljišta nalaze na II, III, IVa, IVb i V bonitetnoj klasi, od čega je 9.382 ha na zemljištima II, III i IV bonitetne klase (Graf. 1) koje treba zaštititi od prevođenja u nepoljoprivredno zemljište.



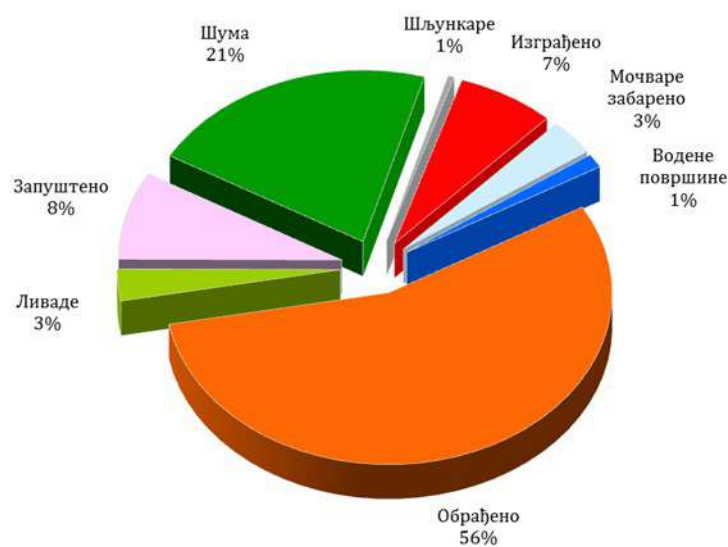
Sl. 5. Bonitetna karta poljoprivrednog zemljišta opštine



Graf. 1. Zastupljenost bonitetnih klasa

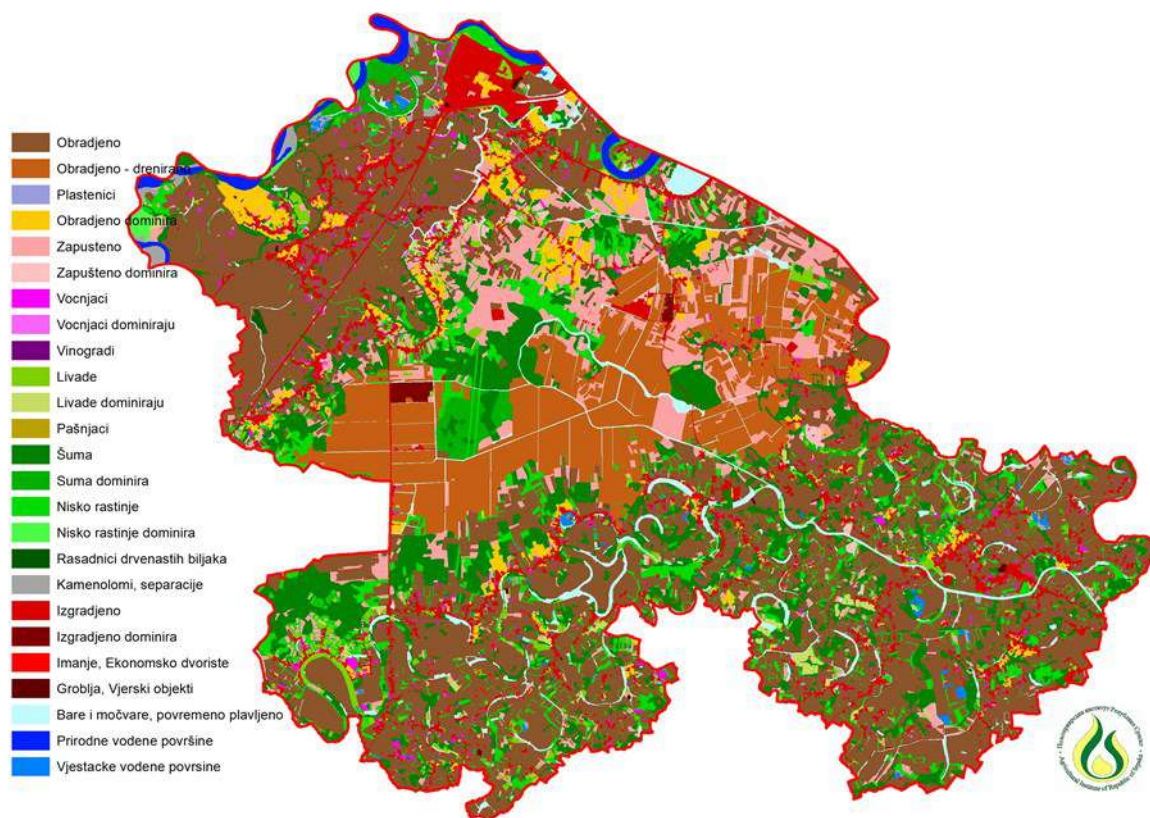
Zemljišni pokrivač i način korišćenja zemljišta

Na Slici 6. prikazana je karta ZPNK za 2019. godinu, a u Grafikonu 2. prikazan je udio glavnih klasa ZPNK u ukupnoj površini Opštine. Na osnovu dobijenih rezultata 66,7% ili 17224 ha zauzimaju poljoprivredne površine, što je smanjenje za 3.147 ha u odnosu na podatke iz katastra koji su neažurirani duži niz godina (poljoprivredne površine 85%). Od ove površine 1.393,7 ha je prevedeno u neproduktivno zemljište (izgrađeno, naselja, šljunkare (Sl. 2 i 3), odnešeno poplavama, a ostatak od 1.753 ha predstavlja povećanje površina pod drvenastim rastiњem (šuma) tj. u



Grafikon 2. Glavne klase ZPNK u ukupnoj površini opštine

zarastanju površina koje se ne obrađuju duži niz godina. Po ZPNK klasifikaciji u klasu šume su uvrštene sve površine obrasle drvećem i niskim rastiњem (sukcesija) i te površine su označene kao nepoljoprivredne. Prilikom kreiranja karte ZPNK utvrđeno je nekoliko situacija gdje je izvršeno krčenje klase ZPNK šume i prevođenje tih površina u poljoprivredne (promjene 2012-2019). Iz navedenog primjera se može zaključiti da je određeni dio površina koje su po ZPNK označene kao „šume“ samo privremeno izgubljen za poljoprivredu. Analiza prikazanog stanja se



Slika 6. Zemljišni pokrivač i način korišćenja zemljišta opštine Šamac 2019. godine

Tabela 2. Poređenje strukture korišćenja zemljišta po katastarskim podacima i podacima o načinu korišćenja ZPNK 2019.

Struktura površina	Katastarski podaci		ZPNK 2018/19.	
	ha	%	ha	%
Oranice	12919	75,0	10766	62,5
Voćnjaci i vinogradi	301	1,8	203	1,2
Livade	977	5,7	516	3,0
Pašnjaci	435	2,5	0	0
Šuma	1880	10,9	3633	21,1
Neploidno/izgrađeno	712	4,1	2106	12,2
UKUPNO:	17224	100	17224	100
Poljoprivredno:	14632	85,0	11485	66,7
Nepoljoprivredno:	2592	15,0	5739	33,3
Poljoprivredno zemljiše po stan.	0,9	-	0,7	-

Broj stanovnika: 16.308 (Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u RS 2013.)



može izvršiti na više načina, ali je jasno da postojeći katastarski podaci nisu validni i da je neophodno njihovo ažuriranje.

Podaci o načinu korišćenja i zemljišnom pokrivaču urađeni u krupnoj razmjeri daju mogućnost velikog broja raznih GIS analiza i GIS vizuelnih prikaza. Pored toga GIS ZPNK podloga kreirana na ovaj način može poslužiti za praćenje prevođenja poljoprivrednog zemljišta u nepoljoprivredno što do sada nije bilo moguće.

Na prostoru Opštine izgrađene površine (naselja, imanja, groblja) zauzimaju 1.221 ha. GIS modelovanjem, tj. preklapanjem karte izgrađenih površina (izdvojena iz karte ZPNK) sa bonitetnom kartom, dobije se podatak da se izgradnja vršila na svim evidentiranim bonitetnim klasama (Tab. 3).

Rezultati prikazani u Tabeli 3 pokazuju da je trajno izgubljeno 54 ha zemljišta druge (II) bonitetne klase i 216 ha treće (III) bonitetne klase, što ukupno iznosi 270 ha najboljeg poljoprivrednog zemljišta na prostoru Opštine. Postavlja se pitanje šta je urađeno sa humusnim horizontom ovih površina jer se radi o masi od 648.000 t zemljišta (oko 3.000 t iznosi masa sloja zemljišta od 0-30 cm sa površine od 1 ha). Ova i ostale količine humusnog horizonta koje se po zakonu moraju odstraniti sa mjesta gradnje, se nažalost najvećim dijelom odlože na divlje deponije, uz korita rijeka, itd. odnosno ne iskoriste se za rekultivaciju degradiranih površina. Evidentno je da se radi o gubljenju ogromnih količina najkvalitetnijeg zemljišta, pa je neophodno potrebno ovu oblast jasno definisati zakonom sa ciljem da se odstranjeni humusni horizont prilikom gradnje mora iskoristiti za rekultivaciju oštećenih površina. Jedno od mogućih rješenja je da se humusni sloj zemljišta prilikom bilo kog građenja mora privremeno deponovati na određenu lokaciju na kojoj bi bio razvrstan po kvalitetu (npr. bonitetu), slično kao što se vrši deponovanje čvrstog otpada. Ovo zemljište može biti iskorišteno jedino za rekultivacije oštećenih zemljišta (načine izuzimanja treba definisati). Ovo je ozbiljna tema o kojoj se trebaju sprovesti naučne i stručne rasprave iz kojih trebaju proizaći rješenja koja će se uobličiti u zakonsku regulativu. Na ovakav način bi bio dat jedan od značajnijih doprinosa koji bi učinio mogućim postizanja nulte tolerancije prema degradaciji zemljišta.

Tabela 3. Bonitetne klase zemljišta koje su trajno izgubljene izgradnjom

R.b.	Bonitetna klasa prije građenja	Izgrađeno (ha)
1.	II	54
2.	III	216
3.	IVa	8
4.	IVb	551
5.	V	335
Ukupno:		1164*

*U obzir nije uzeto uže jezgro grada površine 57 ha (57 ha + 1.164 ha = 1.221 ha)

Zaključak

1. Sprečavanje degradacije i održivo kontrolisano korišćenje zemljišta treba da budu najvažniji dijelovi politike svake države. Da bi se ta politika mogla kvalitetno sprovesti na svim



nivoima vlasti, neophodni su relevantni pokazatelji stanja zemljišnih resursa.

2. Osnova zaštite, uređenja i korišćenja poljoprivrednog zemljišta na republičkom i opštinskom nivou obezbijuje relevantne podatke o trenutnom stanju zemljišnih resursa koji će značajno poboljšati donošenje odluka u procesu planiranja i racionalnog korišćenja poljoprivrednog zemljišta u cilju sprečavanja kontinuiranog trajnog gubljenja najkvalitetnijih i najproduktivnijih zemljišta i njihovog očuvanja za proizvodnju dovoljnih količina hrane.

3. Glavne komponente Osnove su GIS podloge zemljišnih resursa koje kontinuiranim ažuriranjem daju dinamičku komponentu procesu planiranja korišćenja zemljišta.

4. U odnosu na druge GIS podloge, podaci o zemljišnom pokrivaču i načinu korišćenja zemljišta (ZPNK) su podložni relativno brzim promjenama koje se dešavaju i uticajem čovjeka i prirodnim procesima, tako da ZPNK predstavlja jednu od najbitnijih GIS podloga Osnove opštine.

5. ZPNK mora da bude izrađen u krupnoj razmjeri (1:5000) kako bi se mogle precizno izdvojiti sve poljoprivredne površine. Na ovaj način su ispunjeni svi uslovi za olakšano praćenje promjena namjene poljoprivrednog zemljišta u nepoljoprivredno i obezbjedila moguća pravovremena reakcija vlasti.

6. ZPNK izrađen u krupnoj razmjeri omogućava poređenje klasa ZPNK sa oficijalnim katastarskim klasama (podacima). Ovim poređenjem je na opštini Šamac utvrđeno smanjenje poljoprivrednih površina za 3.147 ha.

7. Najveća promjena je utvrđena u povećanju šumske vegetacije usljed nekorišćenja poljoprivrednih površina (raseljavanje stanovništva tokom građanskog rata). Ova promjena je dobra za biodiverzitet i očuvanje zemljišta.

8. Značajna degradacija je utvrđena otvaranjem šljunkara na poljoprivrednim površinama i odnošenje poljoprivrednog zemljišta riječnom erozijom (poplave).

9. Analizom ZPNK je utvrđeno 1.427 ha (12,4%) zapuštenih površina, pa je potrebno utvrditi razloge zapuštanja ovog zemljišta, te definisanje mjera ponovnog privođenja prvobitnoj namjeni.

10. Izgradnjom je na opštini Šamac trajno izgubljeno 270 ha II i III bonitetne klase što predstavlja masu od 648.000 t zemljišta oraničnog sloja od 0-30 cm. Pošto se radi o ogromnim količinama najkvalitetnijeg zemljišta za poljoprivredu, potrebno je ovu oblast jasno definisati zakonom sa ciljem da se skinuti humusni horizont prilikom gradnje mora iskoristiti isključivo za rekultivaciju oštećenih površina. Na ovaj način bi se dao značajan konkretan doprinos postizanju nulte tolerancije prema degradaciji zemljišta.

11. Odgovorne službe u Opštini moraju pronaći načine da u svim mjerama zaštite zemljišta mora biti elaborirana „borba“ protiv trajnog gubljenja poljoprivrednog zemljišta. Ovakvo opredjeljenje Opštine i svih ostalih nadležnih institucija, koje se bave zemljišnom politikom, moraju pratiti adekvatne mjere, uključujući i vrlo rigorozne mjere zaštite poljoprivrednog zemljišta najboljih bonitetnih klasa.



Literatura

- Biancalani, R., Brown, D., DeWit, P., Clementi S., Ljuša. M., 2004. *Participatory Land Use Development in the municipalities of Bosnia and Herzegovina – Guidelines*. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/93312d11-4f14-4746-a9ad-7186e6e891ee/>
- FAO, 1996. *Agro-ecological zones – Guidelines*. FAO Soils Bulletin, Soil Resources, Management and Conservation Service, FAO Land and Water Development Division Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome. <https://www.fao.org/3/w2962e/w2962e00.htm>
- FAO LCCS, 2000. *Land Cover Classification System - Classification Concepts and User Manual*. FAO, Rome. <https://www.fao.org/7/x0596e/X0596e01.htm>
- FAO, 2002. *Inventory of post war situation of land resources in Bosnia and Herzegovina*; GCP/BIH/002/ITA
- Lal, R. 1990. Soil Erosion and Land Degradation, The Global Risks, Advances in Soil Science. *Soil Degradation*, 130 -170.
- NEAP BIH, 2003. *National Environmental Action Plan Bosnia and Herzegovina, 8669. Akcioni plan za zaštitu životne sredine Bosne i Hercegovine*, Sarajevo. <https://opcina.lukavac.ba/podaci/6456/46/NEAP-BiH-1.pdf>
- Službeni glasnik Republike Srpske br. 93/06, 86/07, 14/10, 5/12, 58/19, 16/2020. Vlada Republike Srpske, Banja Luka.
- Predić, T. et al. 2009. *Osnova zaštite uređenja i korišćenja poljoprivrednog zemljišta kao komponenta procesa planiranja poljoprivrednog zemljišta Republike Srpske*. JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske, 1-113, Banja Luka. <https://www.vladars.net/sr-SP-Cyrl/Vlada/Ministarstva/mps/Documents/Osnova%20RS.pdf>
- Predić, T., Nikić-Nauth, P., Jovanović S., 2021. Land Cover/Land Use in service of agricultural land protection, use and restructuring. *Book of proceedings 9th International and 15th National Congress, Serbian Society of Soil Science*, 350-365.
- Predić, T., Nikić-Nauth, P., Cvijanović, T., Tanasić, B., Malčić, T., Bjelobrč, D. 2019. *Osnova zaštite uređenja i korišćenja poljoprivrednog zemljišta opštine Laktaši*. JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka. 5-123. <http://opstina-laktasi.com/wp-content/uploads/2020/01/Osnova-zastite-uredjenja-i-koriscenjapoljoprivrednog-zemljista-opstine-Laktasi.pdf>
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. 1985. *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, međukademske odbor za proučavanje zemljišta, knjiga 13, 1-72, Sarajevo.
- UNCCD, 2012. *United Nations Convention to Combat Desertification. Zero net land degradation*. A Sustainable Development Goal for Rio+20, Bonn, Germany. https://www.droughtmanagement.info/literature/UNCCD_zero_net_land_degradation_2012.pdf
- Van Camp et al. 2004. *Reports of the technical working groups established under the thematic*
- Van Velthuizen, H.T. 2001. *Agro ecological zonation – Report, Inventory of Post War Situation of Land Resources in Bosnia And Herzegovina*, FAO, Sarajevo/Banja Luka.

AGRICULTURAL LAND PROTECTION, USE AND RESTRUCTURING

Tihomir Predić, Petra Nikić Nauth, Kristina Rapić, Stefan Jovanović

Unlike water and air, agricultural land is essentially a non-renewable natural resource, with a potentially fast rate of degradation and a very slow process of formation and regeneration. Temporary and permanent loss of land by anthropogenic activity is proportional to population density and is a consequence of the overall social and economic development of an area (region, state, canton, municipality, etc.). Given that all land users are constantly and arguably claiming to use the land, the basic question is how to protect agricultural land from permanent loss and its preservation for the production of sufficient quantities of food. Prevention of degradation and sustainable management should be the



most important part of the land protection policy of every country and local community. In order for this policy to be implemented properly, relevant indicators of the state of land resources are necessary. According to the Law on Agricultural Land of the Republic of Srpska, municipalities and cities are obliged to prepare a planning document “Groundwork for Agricultural Land Protection, Use and Restructuring (The groundwork)”. The Groundwork of municipalities is made by GIS reading and processing of existing relevant data on land resources and climate (digital terrain model, pedology, land cover and land use, climate data). With GIS modelling of the existing data, new relevant GIS layers are created (bonity, agro-ecological zoning, suitability of cultivation, etc.). Updating and continuously entering new data into GIS databases enables obtaining more accurate results and creating more relevant GIS layers and GIS models that are necessary for decision makers in the process of planning the use of agricultural land in order to stop the trend of permanent loss of agricultural land which, according to the UN strategy should be reduced to zero (Land Degradation Neutrality - LDN) by 2030. This paper presents the methodology of designing four important GIS layers which are necessary for preparing the Groundwork of municipality. This methodology is based on the FAO concept, which is adapted to the specific conditions of the Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina.

Key words: agricultural land, degradation, protection, restructuring, GIS



VRSTE I KVALITET KABASTE STOČNE HRANE SPREMLJENE NA PORODIČNIM FARMAMA U REPUBLICI SRPSKOJ

Željko Lakić^{1,2}, Tihomir Predić¹, Bojana Savić¹, Rada Jovičević¹, Dijana Mihajlović²

¹ JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka, BiH

² Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, BiH

bojanasavic80@gmail.com

Izvod

Ispitivanja kvaliteta stočne hrane, proizvedene i spremljene na porodičnim farmama, provedena su na području 42 opštine u Republici Srpskoj tokom 2020. i 2021. godine. Analizirana su 803 uzorka različitih stočnih hraniva sa 277 porodičnih farmi. Cilj istraživanja bio je da se kroz anketu sagleda stvarno stanje na farmama koje su obuhvaćene ovim ispitivanjima, te da se pomoću organoleptičkih i hemijskih analiza kabastih stočnih hraniva proizvedenih i spremljenih na samoj farmi utvrde razlozi koji utiču na njihov kvalitet, a zatim da se kroz rad savjetodavne službi na terenu oni otklone. Analiza uzoraka stočne hrane obavljena je u laboratorijama JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka. Tokom hemijskih analiza kabastih stočnih hraniva praćeni su sljedeći parametri: pH vrijednost silaže/sjenaže, suva materija, sirovi proteini, sirova celuloza, sirovi pepeo, sirove masti i sadržaj skroba kod silaže od cijele biljke kukuruza. Na sistemu sita - Penn State Particle Separator utvrđeno je učešće pojedinih frakcija u silaži i dužina odrezaka siliranih biljaka. Najčešće kabasto hranjivo koje se sprema na farmama je sijeno, zatim slijedi silaža od cijele biljke kukuruza. Sjenaža se sprema na 95 farmi, a travna silaža samo na dvije. Od ukupnog broja farmi na kojima se sprema silaža od kukuruza, utvrđeno je da ona na 22,3% farmi ima nižu ili višu pH vrijednost od optimalne. Sadržaj suve materije u silaži je na 11,7% farmi bio niži od donje optimalne vrijednosti, dok je na 25,6% farmi silažni materijal koji je unijet u silose bio presuv. Na najvećem broju farmi, sadržaj sirovih proteina u ispitivanoj kukuruznoj silaži je bio u intervalu od 61-80 g kg⁻¹ SM. Na više od 50% porodičnih farmi dužina odrezaka silažne mase nije bila u okviru graničnih vrijednosti za pojedine frakcije silaže. Kod ispitivanih sjenaža, pH vrijednost je bila u granicama od 4,0-5,5, izuzev na 3,2% farmi gde je ona bila viša. Na 25,3% farmi koje spremaju sjenažu sadržaj sirovih proteina bio je manji od 100,0 g kg⁻¹ SM. Na porodičnim farmama najčešće se koristi sijeno spremljeno od zelene mase prirodnih travnjaka. Na 21 farmi (10,6%) sijeno ima sadržaj sirovih proteina manje od 50,0 g kg⁻¹ SM, a na 122 farme (61,3%) sadržaj varira od 50,1-100,0 g kg⁻¹ SM. Ključne riječi: silaža, sjenaža, sijeno, suva materija, sirovi proteini



Uvod

Pod oraničnim krmnim biljem u Republici Srpskoj, prema podacima Republičkog zavoda za statistiku, u 2020. godini nalazilo se 65.442 ha, dok je pod prirodnim livadama i pašnjacima bilo 376.000 ha. U 2018. godini prodaja mlijeka bila je izvor prihoda za 4.395 farmi, a u 2019. za 4.133 farme. Agroekološki uslovi u našoj zemlji su povoljni za proizvodnju velikih količina kvalitetnih kabastih hraniva. Za razliku od većih farmi, na manjim i srednjim farmama u Srpskoj često se susrećemo sa problemom kako proizvesti dovoljne količine kvalitetnih kabastih hraniva za visokomliječna grla. Ukoliko se lošiji kvalitet kabastih hranjiva nadoknađuje skupim koncentrovanim hranivima, rastu troškovi i dovodi se u pitanje ekonomičnost proizvodnje. Na porodičnim farmama u našoj zemlji najčešće se sprema sijeno, zatim silaža, a u manjoj mjeri sjenaža. U nizijskom i nižem brdskom dijelu naše zemlje navije se gaji kukuruz koji se koristi za proizvodnju zrna ili spremanje silaže. Kukuruz u Republici Srpskoj zauzima najveći dio oraničnih površina i ima vodeću ulogu među kulturama koje se gaje za proizvodnju stočne hrane. Iako je produktivnost kukuruza izuzetno visoka u uslovima suvog ratarenja, on ostvaruje znatno niže prinose, a kvalitet spremljene silaže je često puta niži. Tehnologija pripreme silaže kukuruza sastoji se iz nekoliko rutinskih tehnika, a svaki korak tokom siliranja nosi sa sobom niz mogućih posledica po kvalitet dobijene silaže ukoliko se ne sprovede pravilno. Najčešće tačke rizika su odabir optimalne faze zrelosti biljke za siliranje, brzo istiskivanje vazduha iz silažne mase i pravilno pokrivanje.

Sjenaža je kabasto hranivo koje je kvalitetnije od sijena i silaže, ali se na našim farmama sprema u manjem obimu u odnosu na silažu i sijeno. Sijeno je jedno od najvažnijih kabastih hraniva za ishranu preživara. Hranjiva vrijednost sijena je promjenjiva i varira više nego kod drugih hraniva. Na kvalitet proizvedenog sijena utiče faza razvoja biljaka u momentu košenja, botanički sastav biljnog pokrivača i primjenjene agrotehničke mjere. Faza razvoja biljke u momentu košenja ima najveći uticaj na hemijski sastav sijena i njegovu hranjivu vrijednost. Odgađanjem roka košenja biljaka smanjuje se udio lisne mase, a povećava udio stabljika, odnosno opada sadržaj sirovih proteina, a raste sadržaj sirove celuloze (Knežević i sar., 2009).

Cilj ovih ispitivanja bio je da se sagleda stvarno stanje na farmama koje su obuhvaćene ovim ispitivanjima, te da se pomoću organoleptičkih i hemijskih analiza kabastih stočnih hraniva proizvedenih i spremljenih na samoj farmi, utvrde razlozi koji utiču na njihov kvalitet, a zatim da se kroz rad savjetodavne službi na terenu oni otklone.

Materijal i metod rada

Ispitivanja kvaliteta stočne hrane, proizvedene i spremljene na porodičnim farmama, provedena su na području 42 Opštine u Republici Srpskoj, tokom 2020. i 2021. godine.



Analizirana su 803 uzorka različitih stočnih hraniva sa 277 porodičnih farmi. Na farmama koje su obuhvaćene ovim ispitivanjima nalazi se 6.780 muznih grla. Sa većine porodičnih farmi uzorkovana su 3 ili 4 hraniva koja se proizvode i spremaju na samoj farmi. Da bi se sagledalo stvarno stanje na svakoj farmi, uporedo sa uzimanjem uzoraka, obavljeno je anketiranje farmera. Tokom anketiranja prikupljeni su podaci koji se odnose na: ukupan broj svih grla na farmi, broj muznih grla, broj grla u laktaciji, dnevna proizvodnja mlijeka na farmi, prosječna proizvodnja mlijeka po kravi u laktaciji, koja kabasta hraniva se spremaju na farmi, sastav obroka za goveda u toku vegetacionog perioda i tokom zime, da li se sprema na farmi kompletan obrok (TMR), koriste li se biološki inokulanti tokom siliranja/sjenažiranja, te da li se samostalno proizvodi koncentrat.

Analiza uzoraka stočne hrane obavljena je u laboratorijama JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka. Na uzorcima silaže i sjenaže obavljena su organoleptička ispitivanja i hemijske analize. Tokom hemijskih analiza kabastih stočnih hranjiva praćeni su sljedeći parametri: pH vrijednost silaže/sjenaže, suva materija, sirovi proteini, sirova celuloza, sirovi pepeo, sirove masti, skrob kod silaže od cijele biljke kukuruza. Analiza kvaliteta uzoraka kabastih stočnih hraniva obavljena je po metodama: sadržaj sirovih proteina (SP) po Kjeldahl-u, sadržaj sirove celuloze (SC) modifikovanom Honneberg-Stohman-ovom metodom, sadržaj sirovih masti (SSM) Soxlet-ovom metodom i sadržaj sirovog pepela (SP) žarenjem na 600°C. Sadržaj skroba utvrđen je na AgriNIR - analizatoru kabaste hrane. Na sistemu sita - separatoru za silažu (Penn State Particle Separator) utvrđeno je procentualno učešće pojedinih frakcija silažne mase i dužina odrezaka siliranih biljaka.

Za vrijeme trajanja ovih ispitivanja praćene su padavine i temperature na pet lokacija: Banja Luka, Mrkonjić Grad, Doboj, Bijeljina, Sokolac, Bileća. Kako bi se dobili što pouzdaniji pokazatelji o njihovom uticaju na gajene krmne biljake i kvalitet proizvedene i spremljene krme, na osnovu temperatura i padavina za svakim mjesec izračunat je De Martonne-ov indeks suše (Is).

Klimatski uslovi

Na području koje pokriva hidrometeorološka stanica Banja Luka u 2020. godini indeks suše tokom vegetacionog perioda (IV-X) u aprilu bio je 14,4, u junu 24,4 i u julu 26,6. Ostali mjeseci imali su indeks suše veći od 30. U 2021. godini jun je bio izrazito sušan i imao je indeks suše 4,1, a zatim septembar 13,9. Niži indeks bio je i tokom jula (21,7) i avgusta (21,1).

U toku 2020. godine na području koje pokriva hidrometeorološka stanica Mrkonjić Grad april je imao indeks suše 15,1, jul 25,4, a ostali mjeseci su imali indeks suše iznad 40. Izrazito sušan mjesec u 2021. godini bio je jun sa indeksom suše 9,0, nizak indeks bio je i tokom avgusta (18,7) i septembra (14,4). Ostali mjeseci u toku vegetacione sezone imali su indeks suše preko 30.

Indeks suše na području koje pokriva hidrometeorološka stanica Doboj u toku 2020. godine



bio je nizak u aprilu (19,6), julu (25,0) i septembru (15,4). Naredne 2021. godine izrazito sušni mjeseci bili su jun (7,3) i septembar (3,2), a niže vrijednosti indeksa suše utvrđene su i tokom avgusta (19,1).

Na području koje pokriva hidrometeorološka stanica Bijeljina u 2020. godini izrazito sušan mjesec bio je april sa indeksom suše 8,3 i septembar (15,0). Nizak indeks suše u 2021. godini utvrđen je u junu (5,0), julu (19,0), avgustu (11,7) i septembru (1,8), pa je ova godina bila izuzetno nepovoljna za suvo ratarenje.

Područje koje pokriva hidrometeorološka stanica u Sokocu imalo je niži indeks suše tokom 2020. godini u aprilu (17,2) i septembru (16,8). U 2021. godini najniža vrijednost indeksa bila je u septembru (18,8), a tokom maja i avgusta indeks je bio u rasponu 20-24.

Na osnovu podataka o srednjim mjesečnim temperaturama i padavinama po mjesecima sa hidrometeorološke stanice u Bileći utvrđeno je da je nizak indeks suše u 2020. godini bio u maju (20,0), a izuzetno sušan mjesec bio je jun (2,2). Tokom naredne godine nizak indeks suše, odnosno sušni mjeseci bili su jun (6,8), jul (2,7), avgust (10,9) i septembar (6,8).

Klasifikacija suše prema indeksu suše De Martonne-a, izvršena je na sljedeći način: <10 - aridna klima; 10-20 - semiaridna, 20-24 - mediteranska, 24-28 - poluhumidna, 28-35 - humidna, 35-55 - vrlo vlažna i >55 - ekstremno vlažna klima (Hrnjak i sar., 2014).

Rezultati rada i diskusija

Na većini farmi koje su obuhvaćene ovim ispitivanjima spremaju se dva ili tri kabasta hraniva. Različite vrste sijena spremaju se na 245 farmi (Tab. 1). Većina porodičnih farmi sprema sijeno u valjkaste i bale u obliku kvadra. Manje od 10% farmi u brdsko-planinskom dijelu zemlje skladišti i čuva sijeno na tradicionalan način u stogovima. Silaža od cijele biljke kukuruza sprema se na 199 farmi, a travna silaža na samo dvije. Sjenaža se najčešće sprema od različitih vrsta

Tabela 1. Vrste kabastih hraniva i broj farmi na kojima se spremaju

Vrste kabastih hraniva	Broj farmi
Silaža od cijele biljke kukuruza	199
Travna silaža	2
Sjenaža (lucerka, trave, travno-leguminozne smješe)	95
Sijeno	245

Tabela 2. Ostale biljne vrste koje se gaje na farmama za spremanje kabaste stočne hrane

Biljne vrste	Broj farmi
Sirak	5
Sudanska trava	2
Ozimi stočni grašak	1
Strna žita (raž, ovas/zob, tritikale)	7
Ukupno	15



trava, zelene mase travno-leguminoznih smješa i lucerke. Ovo kabasto hranivo proizvodi se na 95 porodičnih farmi.

U brdsko-planinskom dijelu naše zemlje na 27 porodičnih farmi sprema se samo sijeno uglavnom od zelene mase prirodnih livada na tradicionalan način.

Biljne vrste namjenjene za kabastu stočnu hranu, kao što su sirak, sudanska trava, ozimi stočni grašak i strna žita, gaje se samo na 15 farmi ili na 5,4% od ukupnog broja farmi obuhvaćenih ovim ispitivanjima (Tab. 2).

Silaža od cijele biljke kukuruza predstavlja glavno kabasto hranivo mliječnih grla na većini naših farmi u nizijskom i nižem brdskom dijelu. Kukuruznu silažu u poređenju sa drugim kabastim hranivima odlikuje laka i fleksibilna proizvodnja i spremanje (Philippeau and Michalet Doreau, 1998).

Djelimični rezultati ispitivanja hemijskog sastava kukuruznih silaža spremljenih na porodičnim farmama prikazani su u tabelama 3. i 4. Na osnovu utvrđene pH vrijednosti izdvojene su farme na kojima je spremljena silaža imala ove vrijednosti izvan optimalnih. Silaže koje imaju nižu pH vrijednost od 3,8 karakteriše manja konzumacija od strane domaćih životinja.

Na osnovu pH vrijednosti izdvojeno je 49 farmi (ili 22,1% od ukupno ispitivanih) na kojima je silaža bila izvan optimalnih vrijednosti za ovaj parametar. Važno je napomenuti da je samo na 9 farmi ili 2,2% utvrđena pH vrijednost iznad 4,4. U dobro spremljenim i čuvanim silažama pH vrijednost se kreće od 3,8-4,4 (Lakić i Maličević, 2021). Na preko 60% farmi siliranje kukuruza obavljeno je u optimalnoj fazi. Visok sadržaj suve materije u silažnoj masi utiče na kvalitet njenog sabijanja. Preko 35% suve materije imale su silaže na 51 farmi, ili 25,6%.

Tabela 3. pH vrijednost i sadržaj suve materije u silaži od cijele biljke kukuruza

Parametri		Broj farmi/uzoraka	Zastupljenost u odnosu na ukupan broj farmi na kojima se sprema silaža (%)
pH vrijednost	< 3,7	40	20,1
	> 4,4	9	2,2
Ukupan broj farmi/uzoraka izvan optimalnih vrijednosti pH (3,8-4,4)	-	49	22,3
Sadržaj suve materije (CM)	< 28%	23	11,6
	> 35%	51	25,6
Ukupan broj uzoraka farmi/uzoraka izvan optimalnih vrijednosti za suhu materiju (CM 28-35%)	-	74	37,2



Značajan broj farmi je kukuruz silirao u mliječnoj ili pri kraju mliječne faze zrelosti klipa kukuruza. Na 23 farme kukuruzna silaža je imala manje od 28% SM.

Silaža spremljena od cijele biljke kukuruza, u odnosu na druga hranjiva, siromašna je u proteinima (Adamović, 2001). Tokom ovih ispitivanja na 176 farmi ili 88,5% sadržaj sirovih proteina u kukuruznoj silaži varirao je od 60,1-80,0 g kg⁻¹ SM.

Silaže spremljene od cijele biljke kukuruza na 19 porodičnih gazdinstvima, tokom sušne 2003. godine, imale su od 55,0-82,0 g kg⁻¹ SM, pH vrijednost im je varirala od 3,60-4,43, a sadržaj suve materije bio je 296,4-476,2 g kg⁻¹ SM, dok se sadržaj skroba kretao od 281,17-380,5 g kg⁻¹ SM (Vranić i sar., 2004).

Specifična karakteristika kukuruza je da u kasnijim fazama razvoja dolazi do povećanja udijela skroba, a uslovno smanjenja sirove celuloze, jer se povećava udio klipa kukuruza u ukupnoj masi koja se silira. Poželjno je da sadržaj skroba u silaži od cijele biljke kukuruza bude veći od 300 g kg⁻¹ SM. Sadržaj skroba u silaži od cijele biljke kukuruza na farmama obuhvaćenim ovim ispitivanjima varirao je od 155,0 do 376,0 g kg⁻¹ SM. Ako se kukuruz silira sa manje od 30% SM ima nizak udio skroba, veći su gubici u toku siliranja, a slabija je konzumacija probavljivih hraniva, dok je kod udjela SM iznad 40% teško postići adekvatne uslove siliranja, pa češće dolazi do kvarenja silirane mase (Kalivoda, 1990).

Dužina odrezaka kukuruzne silaže je veoma važna za ocijenu njenog kvaliteta, a utiče i na konzumaciju silaže od strane goveda. Gubici zbog nepotpunog konzumiranja silaže, uzrokovani većom dužinom odrezaka silažne mase mogu iznositi i do 10%. Za određivanje stepena usitnjenosti silaže od cijele biljke kukuruza koristi se sistem sita Penn State Particle Separator-PSPS (Kononoff i sar., 2003). Učešće pojedinih frakcija u silaži i dužina odrezaka siliranih biljaka ukazuju na ispravnost rada silažnog kombajna.

Od ukupno urađenih 199 uzoraka na sistemu sita utvrđeno je da se na 97 farmi odnos frakcija i dužina odrezaka silažne mase nalazi u okviru graničnih vrijednosti. Na 102 farme

Tabela 4. Sadržaj sirovih proteina (g kg⁻¹ SM) u silaži od cijele biljke kukuruza

Sadržaj sirovih proteina (g kg ⁻¹ SM)	Broj farmi/uzoraka	Zastupljenost u odnosu na ukupan broj farmi na kojima se sprema silaža (%)
< 50,0	2	1,0
50,1-60,0	6	3,0
60,1-70,0	79	39,7
70,1-80,0	97	48,8
80,1-90,0	10	5,0
90,1-100,0	4	2,0
100,1-110,0	1	0,5
Ukupno	199	100



Tabela 5. Dužina odrezaka silaže od cijele biljke kukuruza

Sita na separatoru	Dužina odrezaka koja se zadržava na situ (mm)	Granične vrijednosti za kukuruznu silažu (%)	Broj farmi na kojima je dužina odrezaka silaže u graničnim vrijednostima	Broj farmi na kojima dužina odrezaka silaže nije u graničnim vrijednostima
Gornje sito	> 19 mm	- najmanje 8% ako je jedino stočno hranivo - najmanje 3% ako nije jedino hranivo	97	102
Srednje sito	od 8-18,9 mm	45-65		
Donje sito	od 4 – 7,9 mm	20-30		
Kutija	< 4 mm	ispod 10		

Tabela 6. Utvrđena pH vrijednost sjenaže

Parametri	Broj farmi/ uzoraka	Zastupljenost u odnosu na ukupan broj farmi na kojima se sprema sjenaža (%)
pH vrijednost	4,0-5,5	92
	> 5,5	3,2

odnos frakcija i dužina odrezaka nisu bili u graničnim vrijednostima (Tab. 5). Analizom anketnih obrazaca i uzoraka silaže na pojedinim lokacijama uočili smo značajna i masovna odstupanja od graničnih vrijednosti. Provjerom na terenu utvrđeno je da je siliranje na tim lokacijama rađeno uslužno. Kod silaže od cijele biljke kukuruza optimalna distribucija pojedinih frakcija silaže treba da iznosi: za frakciju veću od 19 mm od 3-8%, kod frakciju od 19-8 mm od 45-65%, za frakciju između 8 mm i 4 mm od 20-30%, dok zastupljenost frakcija manjih od 4 mm treba da bude manje od 10% (Heinrich, 2013). Dužina odrezaka kukuruzne silaže u mliječno-voštanoj fazi (25-30% SM) je 3-4 cm, a u voštanoj fazi (30-35% SM) je 1,5-2,0 cm (Mišković i sar., 1983).

Za proizvodnju kvalitetne sjenaže važno je da se krmni usjev pokosi na vrijeme. Osim vrste biljke i faze razvoja na sadržaj sirovih proteina u sjenaži, značajan uticaj ima otkos i đubrenje usjeva. Vrijednost pH je važna zbog zaustavljanja fermentacionih procesa u sjenaži, a bitna je i zbog čuvanja sjenaže. Dobro spremljena sjenaža u valjkastim i balama u obliku kvadra ima pH vrijednost od 4,0-5,5 (Lakić i Maličević, 2021).

Tabela 7. Sadržaj sirovih proteina (g kg^{-1} SM) u sjenaži

Sadržaj sirovih proteina (g kg^{-1} CM)	Broj farmi/uzoraka	Zastupljenost u odnosu na ukupan broj farmi na kojima se sprema sjenaža (%)
> 145,0	33	34,7
120,0-144,9	25	26,3
100,0-111,9	13	13,7
< 100,0	24	25,3
Ukupno	95	100

Tabela 8. Vrste sijena koje se proizvode i koriste na farmama

Vrste sijena	Broj farmi na kojima se sprema sijeno	Zastupljenost u odnosu na ukupan broj farmi koje spremaju sijeno (%)	Zastupljenost sijena sijanih u odnosu na sijeno prirodnih travnjaka (%)
Sijeno lucerke	43	17,6	39,2
Sijeno djetelina	4	1,6	
Sijeno travno-leguminoznih smješa	7	2,9	
Sijeno sijanih livada	42	17,1	60,8
Sijeno prirodnih livada	149	60,8	
Ukupno	245	100	

Anketom je utvrđeno da se u 98% slučajeva sjenaža na farmama sprema u valjkaste bale, a oko 2% u silo hrpe i horizontalne silose. Od ukupnog broja farmi sa kojih su uzeti uzorci sjenaže, samo na 3 farme (3,3%) utvrđena je pH vrijednost viša od 5,5 (Tab. 6).

Ispitivanje kvaliteta spremljene sjenaže obavljeno je na 95 farmi. Na 33 farme utvrđen je visok sadržaj sirovih proteina u ispitivanim sjenažama (Tab. 7).

Zabrinjava činjenica da je na 24 farme ili 25,3% od ukupnog broja farmi sjenaža imala sadržaj sirovih proteina ispod $100,0 \text{ g kg}^{-1}$ SM. Kod sjenaže razlikujemo tri klase kvaliteta. Kao pokazatelji kvaliteta uzimaju se miris, boja, sadržaj sirovih proteina (SP), sadržaj sirove celuloze, sadržaj karotina i sadržaj buterne kiseline. Prva klasa sjenaže sadrži 14,5% SP, druga od 12-14,5% SP, a treća od 10-12% SP (Ocokoljić i sar., 1983). Hemijskim analizama sjenaža uzorkovanih sa 17 farmi na prostoru Bosne i Hercegovine utvrđeno je da je pH vrijednost u njima bila od 4,65-6,37, a sadržaj sirovih proteina varirao je od $73,7$ - $243,6 \text{ g kg}^{-1}$ SM (Glavić i sar., 2013).

Sijeno je kabasto stočno hranivo koje se najčešće proizvodi na našim farmama. U brdskom-planinskom dijelu ono je često jedino kabasto hranivo koje se koristi u ishrani muznih grla. Na našim porodičnim farmama sijeno se dominantno sprema od zelene mase prirodnih livada. Čak 149 farmi ili 60,8% od ukupnog broja sprema sijeno od prirodnih livada. Sijeno sa sijanih livada

Tabela 9. Sadržaj sirovih proteina (g kg^{-1} SM) u sijenu

Sadržaj sirovih proteina (g kg^{-1} SM)	Broj farmi/uzoraka	Zastupljenost u odnosu na ukupan broj farmi na kojima se sprema sijeno (%)
< 50,0	21	10,6
50,1-100,0	122	61,3
100,1-150,0	44	22,1
150,1-200,0	7	3,5
> 200,0	7	2,5
Ukupno	199	100

sprema se na 42 farme, a od lucerke na 43 farme. Sijeno od travno-leguminoznih smješa i djetelina sprema se na jako malom broju farmi (Tab. 8).

Kvalitet sijena je promjenjiva kategorija. Sijeno je po svom hemijskom sastavu najvarijabilnije kabasto hranivo, te zbog toga može da ograniči produkciju visokomliječnih grla ako se koristi kao jedino kabasto hranivo ili učestvuje najvećim dijelom u sastavu dnevnog obroka. Na kvalitet sijena utiču floristički sastav travnjaka, đubrenje, faza razvoja biljaka u vrijeme košenja, način sušenja, vremenske prilike tokom sušenja, skladištenje i dužina čuvanja.

U uzorcima sijena uzorkovanim na 122 farme (61,3% od ukupno ispitanih) utvrđen je sadržaj sirovih proteina između 50,1-100,0 g kg^{-1} SM.

Zabrinjava činjenica da na oko 10% porodičnih farmi sijeno sadrži manje od 50,0 g kg^{-1} SM sirovih proteina. Sijeno koje sadrži više od 200,0 g kg^{-1} SM sirovih proteina sprema se samo na 7 farmi (Tab. 9). Analizom hemijskog sastava sijena više trava utvrđeno je da sijeno ježevice sadrži u prosjeku 137 g kg^{-1} SM sirovih proteina, mačijeg repa 136 g kg^{-1} SM, a italijanskog ljulja 145 g kg^{-1} SM (Lakić i sar., 2007). Sijeno prirodnih livada sa područja Rogatice imalo je 96,6 g kg^{-1} SM sirovih proteina (Lakić i Maličević, 2021).

Zaključak

Korišćenje kvalitetnih kabastih hraniva u ishrani muznih grla je osnov za dobru proizvodnju mlijeka. Na porodičnim farmama koje su obuhvaćene ovim ispitivanjima dominantno se sprema sijeno, zatim silaža i u manjem obimu sjenaže. Krmne biljne vrste kao što su sirak, sudanska trava, ozimi krmni grašak i ozima strna žita namjenjena za kabastu krmu gaje sa samo na 5,4% posmatranih farmi.

Na više od 70% porodičnih farmi proizvodi se silaža od cijele biljke kukuruza. Na 74 farme su utvrđeni propusti u tehnološkom postupku siliranja, što je uticalo na kvalitet silaže i konzumnost. Učešće pojedinih frakcija u silaži i dužina odrezaka nisu bili u graničnim



vrijednostima za kukuruznu silažu na 102 farme, što zahtijeva da se izvrše pregledi i podešavanja silažnih kombajna na terenu.

Od ukupnog broja analiziranih sjenaža, na 25,3% farmi utvrđen je sadržaj sirovih proteina niži od 100,0 g kg⁻¹ SM, što ukazuje da je neophodno da stručna lica na terenu uoče i otklone greške u tehnološkom postupku.

Na 60,8% farmi sijeno se sprema od zelene krme prirodnih livada. Sijeno koje se koristi za ishranu muznih grla na 71,9% porodičnih farmi imalo je manje od 100,0 g kg⁻¹ SM sirovih proteina, što ukazuje da je neophodno da se na prirodnim travnjacima preduzmu odgovarajuće agrotehničke mjere u cilju popravke produktivnosti i kvaliteta proizvedene krme.

Literatura

- Adamović, M. (2001): *Proizvodnja silaže i senaže*. Priručnik, Društvo poljoprivrednih inženjera i tehničara, Institut PKB Agroekonomik, Institut za primjenu nauke u poljoprivredi, Beograd, 92 str.
- Vranić, M., Knežević, M., Perčulija, G., Grbeša, D., Leto, J., Bošnjak, K., Rupiće, I. (2004): Kvaliteta kukuruzne silaže na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. *Mljekarstvo*, 54 (3), 175-186.
- Glavić, M., Toromanović, S., Zenunović A. (2013): The Quality of Grass Silage and Haylage on Farms in Bosnia and Herzegovina, *Agroznanje*, 14(1), 115-122.
- Đorđević, I., Đorđević, N., Stojanović, B. (2009): Pripremanje silaže na malim gazdinstvima. *XIV svjetovanje o biotehnologiji*. Čačak, Srbija, 27-28. mart, 14, 15: 309-315.
- Kalivoda, M. (1990): *Krmiva*. Školska knjiga, Zagreb.
- Knežević, M., Vranić, M., Perčulija, G., Kutnjak, H., Matić, I., Teskera, M. (2009): Utjecaj roka košnje travno-djetelinske smjese na kemijski sastav i kvalitetu fermentacije silaže. *Mljekarstvo*, 59 (1), 49-55.
- Lakić, Ž., Maličević, Z. (2021): *Načini gajenja i iskorišćavanje krmnih biljaka na oranicama*. Monografija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka, 282 str.
- Lakić, Ž., Vojin, S., Gatarić, Đ. (2007): Prinos i kvalitet suve materije važnijih krmnih trava u uslovima intenzivnog gajenja i iskorišćavanja. *Zbornik radova*, 44, I, 535-540.
- Mišković, B., Bačvanski, S., Miladinović, M., Vučetić, S., Čobić, T., Šibalić, I. (1983): *Krmne biljke - silaža*. Dnevnik, Forum, Nolit, Novi Sad.
- Philippeau, C., Michalet-Doreau (1998): Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 81, 2178-2184.
- Republički zavod za statistiku (2020): *Poljoprivreda 8686*. Statistički bilten, Banja Luka.
- Heinrich, J. (2013): *The Penn State particle Separator*. Penn State University.
- Hrnjak, I., Lukić, T., Gavrilov, M. B., Marković, S. B., Unkašević, M., Tošić, I. (2014): Aridity in Vojvodina, Serbia. *Theor. Appl. Climatol.* 559: 767-332. DOI 10.1007/s00704-013-0893-1



TYPES AND QUALITY OF BULK ANIMAL FEED STORED ON FAMILY FARMS IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Željko Lakić, Tihomir Predić, Bojana Savić, Rada Jovičević, Dijana Mihajlović

Summary

The quality of animal feed produced and stored on family farms was analyzed in 42 municipalities in the Republic of Srpska in 2020 and 2021. We collected and analyzed 803 different animal feed samples from 277 family farms. The aim of this study was to review the current situation on the farms covered by these tests, and to use organoleptic and chemical analyzes of bulky animal feed produced and stored on the farm, in order to determine the causes that affect their quality, and then to eliminate them through the work of the field advisory service. The analysis of animal feed samples was performed in the laboratories of the PI Agricultural Institute of the Republic of Srpska, Banja Luka. During the chemical analyzes of bulk feed, the following parameters were monitored: pH value of silage/haylage, dry matter, crude proteins, crude cellulose, crude ash, crude fat and starch content in whole corn silage. The participation of individual fractions in silage and the length of cuttings of ensiled plants was determined on the sieve system - Penn State Particle Separator. The most common bulk feed stored on farms was hay, followed by silage from the whole corn plant. Haylage was stored on 95 farms, and grass silage on only two. pH values below or above the optimal were found on 22.3% of farms that store corn silage. The dry matter content in the silage on 11.7% of farms was lower than the lower optimal value, while on 25.6% of farms the silage material entered into the silos was too dry. On the largest number of analyzed farms, the tested corn silage had a crude protein content of 61-80 g kg⁻¹ SM. On more than 50% of family farms, the length of silage cuttings was not within the limit values for individual silage fractions. In the tested haylages, the pH value was in the range of 4.0-5.5, except on 3.2% of farms where it was higher. In 25.3% of farms preparing haylage, the crude protein content was less than 100.0 g kg⁻¹ SM. On family farms, hay prepared from the green mass of natural lawns is most often used. On 21 farms (10.6%) hay has a crude protein content less than 50.0 g kg⁻¹ SM, and on 122 farms (61.3%) the content varies from 50.1 to 100.0 g kg⁻¹ SM.

Key words: silage, haylage, hay, dry matter, crude proteins



PRODUKTIVNOST PARADAJZA U USLOVIMA REDUKOVANE ISHRANE UZ PRIMJENU BIOSTIMULATORA

Vida Todorović¹, Izudin Klokić³, Nikolina Đekić¹, Borut Bosančić¹, Đorđe Moravčević²

¹ Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet, Bosna i Hercegovina

² Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Republika Srbija

³ DOO "M-usa" Tuzla, Bosna i Hercegovina

vida.todorovic@agro.unibl.org

Sažetak

Paradajz (*Lycopersicon esculentum* Mill.) je jedna od najznačajnijih vrsta povrća, što je rezultat njegove visoke nutritivne vrijednosti i površine na kojoj se uzgaja u svijetu. Na produktivnost same biljke, uz uslove uspjevanja, utiče i ishrana koja je najčešće neadekvatna u odnosu na optimalne potrebe samih biljaka. Upotreba biostimulatora u stresnim abiotičkim uslovima se pokazala kao jedno od potencijalnih rješenja za prevazilaženje ovih problema. U posljednje vrijeme raste trend proizvodnje semideterminantnih kultivara paradajza u zaštićenom prostoru za koje je dokazano da imaju više prinose u odnosu na indeterminantne. U skladu s tim i cilj ovog istraživanja bio je da se utvrdi uticaj biostimulatora na komponente produktivnosti i prinos, te da se istraži mogućnost racionalizacije ishrane primjenom biostimulatora pri proizvodnji paradajza u zaštićenom prostoru. U svrhu toga, u ovom istraživanju ispitan je uticaj primjene biostimulatora pri redukovanoj ishrani kod dva semideterminantna kultivara paradajza (Gravitet F1 i Minaret F1). Ispitivanje je vršeno tri godine u zaštićenom prostoru uz primjenu biostimulatora Viva® i Megafol®. Od parametara produktivnosti ispitivani su: broj formiranih plodova na biljci, prosječna masa plodova prve etaže (g), ukupna masu plodova po biljci (prinos (g) po biljci), ranostasnost (ranozrelost). Između ostalog, pokazalo se da je pri primjeni biostimulatora Viva® pri redukovanoj ishrani došlo do povećanja broja plodova za 8,5%, a kod primjene biostimulatora Megafol® povećanje broja plodova bilo je za 9,4% u odnosu na redukovanu ishranu. Dok je prinos po biljci (5 etaža) pri primjeni biostimulatora Viva® u redukovanoj ishrani bio veći za 19,6%, a kod primjene Megafol® za 12,7% u odnosu na prinos po biljci u redukovanoj ishrani. Na osnovu dobijenih rezultata se vidi da primjena biostimulatora kod redukovane ishrane ima opravdanost, ali da u mnogome zavisi od samog genotipa i uslova uspjevanja biljke.

Ključne riječi: paradajz, biostimulator, ishrana, prinos

Uvod

Agrohemijske, prije svega đubriva i pesticidi, igraju ključnu ulogu u poljoprivredi, predstavljajući moćan alat proizvođačima za povećanje prinosa i garantovanje kontinuirane



produktivnosti, kako pri optimalnim, tako i suboptimalnim uslovima (Rouphael and Colla, 2020). Savremeni kultivari paradajza poznati su po postizanju visokih prinosa, ranijem dozrijevanju i uniformnosti plodova, po atraktivnoj i ujednačenoj boji plodova, kao i dobrom čuvanju plodova. Na to utiče i mineralni sastav plodova paradajza, a koji zavisi od količine i vrste hranjivih materija dostupnih u medijumu za rast (zemljište, zemljišne smjese, supstrati i dr.). Za uspješnu proizvodnju biljkama na raspolaganju trebala bi biti odgovarajuća količina hraniva. U slučaju nedostatka dostupnih hranjivih materija javljaju se simptomi nedostatka uz negativan uticaj na rast, prinos i kvalitet plodova. S druge strane, povećane količine hraniva mogu dovesti do izvjesnih poremećaja, pa tako suvišak azota dovodi do smanjenja prinosa paradajza, stvara se veća vegetativna masa na račun generativnosti i razvoja korijena (Sweeney et al., 1987). Novija istraživanja u poljoprivredi su trenutno orjentisana ka implementaciji novih tehnologija, koje ne samo da dovode do povećanja prinosa biljaka u stresnim abiotičkim i biotičkim uslovima, nego i do poboljšavanja njihovog nutritivnog kvaliteta sa naglaskom na bioaktivna jedinjenja (Chávez-Mendoza et al., 2013). Abiotički stres poput suše, zaslanjenosti, poremećaja mineralne ishrane i temperaturnog stresa su obično međusobno povezani kroz neke fiziološke procese u biljkama pod stresom, kao što su sinteza zaštitnih metabolita kao odgovor na stres (Teklić et al., 2021).

Jedan od načina ublažavanja posljedica različitih stresnih uslova kod biljaka je primjena biljnih biostimulatora, koji predstavljaju i ekološki prihvatljivu inovaciju (Colla and Rouphael, 2015). Biostimulatori se smatraju dodatkom đubrivima koji podstiču usvajanje hranljivih materija, rast biljaka i povećavaju toleranciju na abiotički stres. Definicija biostimulansa je široka i nedovoljno precizna. Međutim, postoje dvije glavne karakteristike koje razlikuju biostimulatore od drugih sredstava za rast i zaštitu biljaka. Biostimulator može biti bilo koja supstanca ili smješa supstanci prirodnog porijekla ili mikroorganizmi koji poboljšavaju stanje usjeva bez izazivanja štetnih sporednih efekta (Drobek et al., 2019). Prema Ricci et al. (2019) oni se definišu kao supstance koje sadrže jedinjenja (hormone) i/ili mikroorganizme čija je funkcija da, kada se primjenjuju na biljkama ili u rizosferi, stimulišu prirodne procese kako bi se poboljšao unos hranjivih materija, efekat hranjivih materija, tolerancija biljaka na abiotički stres i uticaj na kvalitet. Ono što je bitno naglasiti, biostimulatori se ne mogu definisati kao đubriva, jer ne obezbjeđuju hranjive materije direktno biljkama. Oni mogu olakšati usvajanje hranljivih materija podstičući metaboličke procese u zemljištu i biljkama (Drobek et al., 2019). Prema tome, prednosti korištenja biostimulatora u poljoprivredi su: poboljšani rast i razvoj biljaka, smanjena osjetljivost na bolesti i štetočine, smanjena upotreba fungicida, povećani razvoj korijena, neškodljivost za ljude, životinje i okolinu, te efikasnost i ekonomičnost korištenja hranjivih materija (Parađiković et al., 2019; Calvo et al., 2014), istovremeno povećavajući toleranciju na abiotički stres (Bali et al., 2020; Murtić et al., 2018; Todorović et al., 2015; Brown and Saa, 2015). Takođe, u posljednje vrijeme u porastu je trend smanjenja primjene mineralne ishrane, prije svega ishrane azotom, fosforom i kalijumom (Haytova, 2013), gdje biostimulatori imaju značajnu ulogu pri redukovanoj ishrani biljaka (Klokić et al., 2020; Tan et al., 2005).



Koleška et al. (2017) su utvrdili da primjenom biostimulatora Viva® pri redukovanoj NPK ishrani spriječena pojava oksidativnog stresa bez uticaja na prinos i kvalitet ploda.

Rast paradajza u objektima zaštićenog prostora je složen proces, uslovljen interakcijama između biljaka određenih genetičkih svojstva i uslova životne sredine, modifikovanih u zavisnosti od stepena kontrole u zaštićenom prostoru. Zbog toga je neophodno kontrolisanje rasta i razvoja biljaka kvalitetnom kontrolom faktora koji utiču na razvoj i formiranje samog prinosa kod paradajza. U istraživanjima su korišteni semideterminantni kultivari za koje se smatra da su najoptimalniji za proizvodnju (Vicente et al., 2015). Razlog za to su poboljšane agronomске osobine kao što su dobar odnos ostvarenog prinosa i kvaliteta plodova. Budući da istovremeno dolazi do razvoja nekoliko sekundarnih grana, cvjetanja i plodonošenja, imaju brži metabolizam, te ranije i ujednačenije sazrevaju (Lešić i sar., 2004). Za uspješnu proizvodnju biljkama bi na raspolaganju trebala biti odgovarajuća količina hraniva. U slučaju nedostatka dostupnih hranjivih materija javljaju se određeni simptomi nedostatka uz negativan uticaj na rast, prinos i kvalitet plodova. U skladu s tim i cilj ovog istraživanja bio je da se utvrdi uticaj biostimulatora na komponente produktivnosti i prinosa, te potencijalna uloga biostimulatora kao stimulatora odbrambene reakcije biljke na fiziološke poremećaje mineralne ishrane, te da se istraži mogućnost racionalizacije ishrane primjenom biostimulatora pri proizvodnji paradajza u zaštićenom prostoru.

Materijali i metode

Ogled je postavljen u plateniku tunelskog tipa površine 250 m² na PPG-u Omić (Šije, Opština Tešanj, na nadmorskoj visini 154 m, 44°65'53.96" SGŠ i 18°07'63.57" IGD). Objekat pripada kategoriji negrijanih zaštićenih prostora tako da su rokovi sadnje paradajza bili prilagođeni tom načinu proizvodnje. Uslovi uspevanja u objektu u sve tri ispitivane godine bile su u granicama optimuma. Istraživanja su provedena tokom tri vegetacione sezone (2013, 2014. i 2015. godine) u periodu od aprila do avgusta, na kultivarima semideterminantnog tipa porasta (Gravitet F1 i Minaret F1, selekcije S&G/Syngenta AG, Švajcarska). Rasad je u vrijeme rasađivanja bio je star 65 dana i u optimalnoj kondiciji. Presađivanje biljaka u saksije obavljano je 1. aprila u sve tri godine ispitivanja. Saksije zapremine 0,003 m³ (3 l, prečnika 19 cm) punjene su zemljišnom smjesom dobijenom mješanjem proizvodnog supstrata Potgrond H (Klasmann-Deilmann, Germany) i baštenske zemlje u odnosu 1:1. Pod platenika bio je kompletno prekriven malč crnom folijom. Istraživanja uticaja primjene biostimulatora na komponente prinosa kod dva hibrida paradajza u zaštićenom prostoru postavljena su po principu trofaktorijalnog ogleđa sa sklopom od 3,84 biljaka/m².

Da bi se mogao uraditi plan ishrane urađena je analiza zemljišne smješe u JU Poljoprivredni institut Republike Srpske u Banjoj Luci u laboratorijama Zavoda za agroekologiju i analiza vode



za navodnjavanje, koja je urađena u Institutu za hemijsko inženjerstvo u Tuzli. Na osnovu dobijenih rezultata napravljena je preporuka za ishranu, pri čemu su se koristila vodotopiva đubriva (Yara, Norveška) (Tab. 1). Pri tome kao standard je uzeta 100% preporučene ishrane vodotopivim NPK đubrivima, a kao redukovana ishrana 40% od preporučene ishrane. U toku proizvodnje primijenjena su dva različita komercijalna biostimuladora (Viva® i Megafol®, Valagro, S.P.A., Italija; www.valagro.com). Na osnovu toga, u ogledu su ispitivane sljedeće kombinacije ishrane:

- standardna ishrana (ST; 100% preporučene ishrane);
- redukovana ishrana (R; 40% preporučene ishrane);
- redukovana ishrana + Viva® (R+V) i
- redukovana ishrana + Megafol® (R+M).

Tabela 1. Utrošak vodotopivih đubriva po biljci izražena u gramima (g)

Vodotopivo đubrivo	Formulacija	Standardna ishrana (ST) (100%)	Redukovana ishrana (R) (40%)
STARTER	15:30:15	2,0	0,8
YARA BALANCE	18:18:18	7,25	2,9
YARA I	14:11:25	3,25	1,3
YARA II	24:8:16	2,50	1,0
YARA III	10:5:26	17,5	7,0
Amonijum-nitrat	AN 34%	10,75	4,3
Kalijum-nitrat YARA	KRISTA + 13:0:46	14,0	5,6
YARA Krista MgS	16% MgO i 33% SO ₃	8,0	3,2
YARA CALCINIT	N=15,5% i Ca=19%	6,75	2,7

Biostimulator Viva® aplicirao se kroz sistem za navodnjavanje u koncentraciji 0,25% odmah po početku cvjetanja (od BBCH-51) i nakon svakih 20 dana do sazrijevanja 5. etaže (grane) (BBCH-86). Biostimulator Megafol® je primjenjen folijarno i to prskanjem svakih 15 dana tokom vegetacije u koncentraciji 0,20%, od momenta početka cvjetanja (od BBCH-51), završno sa sazrijevanjem plodova 5. etaže (BBCH - 86). Biostimuladora Viva® je ukupno utrošeno 10,5 ml/biljci, a Megafol-a® 2 ml/biljci.

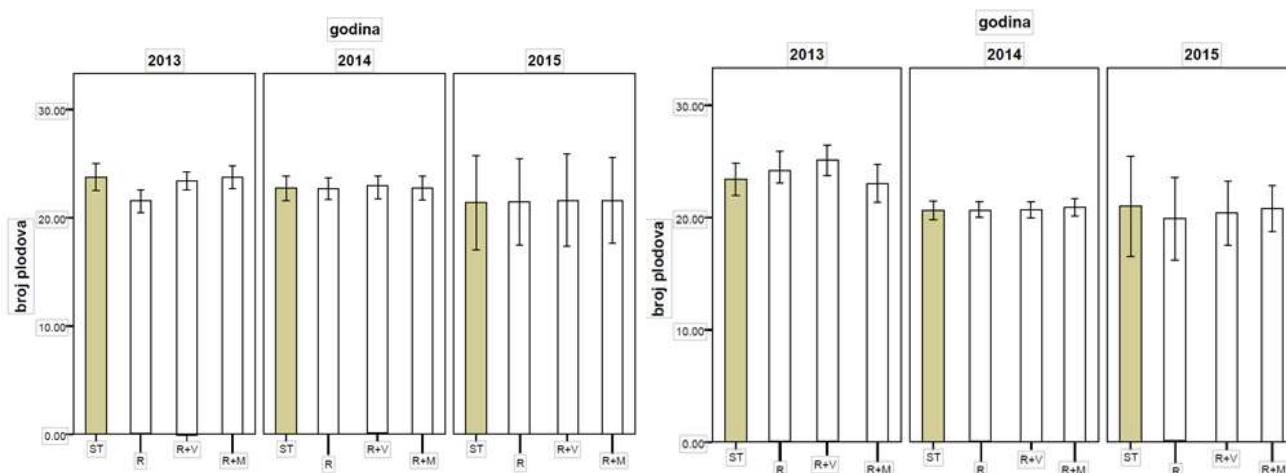
Pri praćenju morfoloških karakteristika i parametara produktivnosti paradajza korišćena je BBCH skala za plodovito povrće iz porodice Solanaceae (Feller et al., 1995; u Meier, 2001), pri čemu je obuhvaćen period od rasađivanja (BBCH-21) do sazrijevanja pete etaže plodova BBCH-88). U ovom radu su prikazani rezultati uticaja primjene biostimuladora na broj formiranih plodova (BBCH-61), prosječnu masu plodova prve etaže (BBCH-71), te ukupnu masu plodova po biljci (prinos do 5. etaže, BBCH-88), kao i ranostasnost u zavisnosti od hibrida, izražena u danima prve berbe.



Statističke analize i grafičke prezentacije urađene su uz pomoć softverskog paketa SPSS 22 (IBM 2013). Urađena je analiza varijanse (ANOVA), a značajnost razlike između tretmana testirana je korišćenjem najmanje značajne razlike (LSD). Statistička značajnost dobijenih razlika je postavljena na $p < 0,05$.

Rezultati i diskusija

Broj plodova po biljci je jedna od najvažnijih komponenti prinosa. Uslovljen je genetskim potencijalom datog kultivara, što značajno utiče na veličinu samog ploda. Heuvelink i Buiskool (1995) pokazali su da raspodjela asimilata kod paradajza zavisi od broja plodova po etaži, a samim tim i po biljci. Kada je veći broj plodova po biljci zabilježen je i povećan rast plodova, ali na račun vegetativnog rasta biljke.



Grafikon 1. Broj formiranih plodova cv. Gravitet F1 (lijevo) i Minaret F1 (desno)

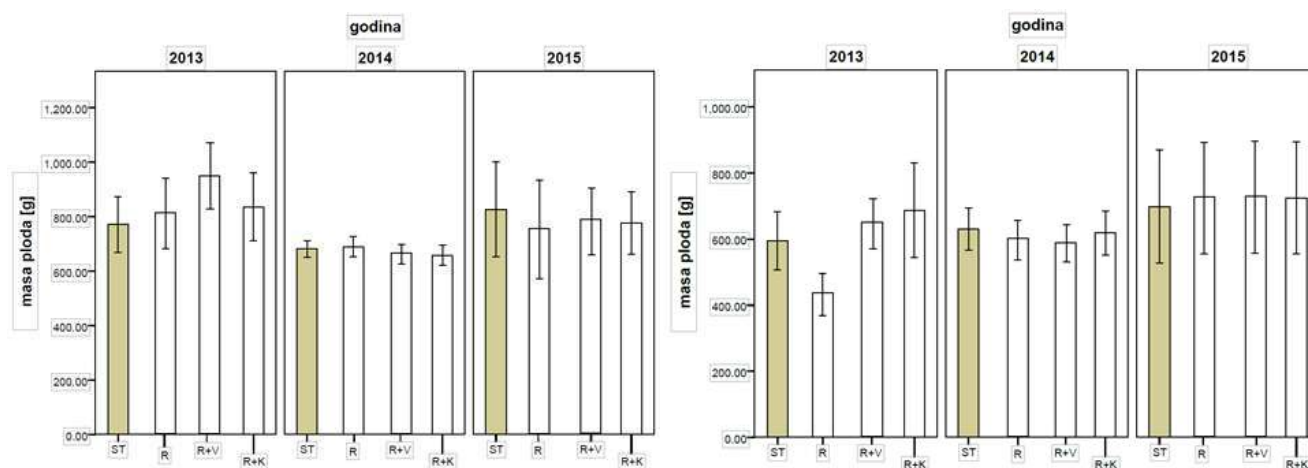
Kod biljaka cv. Gravitet F1 pri redukovanoj ishrani uz primjenu biostimulatora nije utvrđen statistički značajno različit ($p > 0,2$) broj plodova u odnosu na redukovanu ishranu. Istovremeno, biljke iz redukovane ishrane nisu imale statistički značajno različit ($p = 0,4$) broj plodova u odnosu na biljke u standardnom ishranom. Dok je kod cv. Minaret F1 sa redukovanom ishranom na kojima su primjenjeni biostimulatori utvrđen je statistički visoko značajno veći ($p < 0,01$) broj plodova u odnosu na redukovanu ishranu. Na osnovu dobijenih rezultata se vidi da primjena biostimulatora kod redukovane ishrane ima opravdanost, ali da u mnogome zavisi od samog genotipa i uslova uspijevanja. Dobijeni rezultati su u skladu sa rezultatima velikog broja istraživanja (Olivares et al., 2015; Parrado et al., 2008; Yildirim, 2007) koja su utvrdila da primjena biostimulatora ili različitih aminokiselina na paradajzu, utiče na to da dolazi do povećanog prinosa, odnosno većeg broja i mase plodova. Ovi rezultati su i očekivani, obzirom da



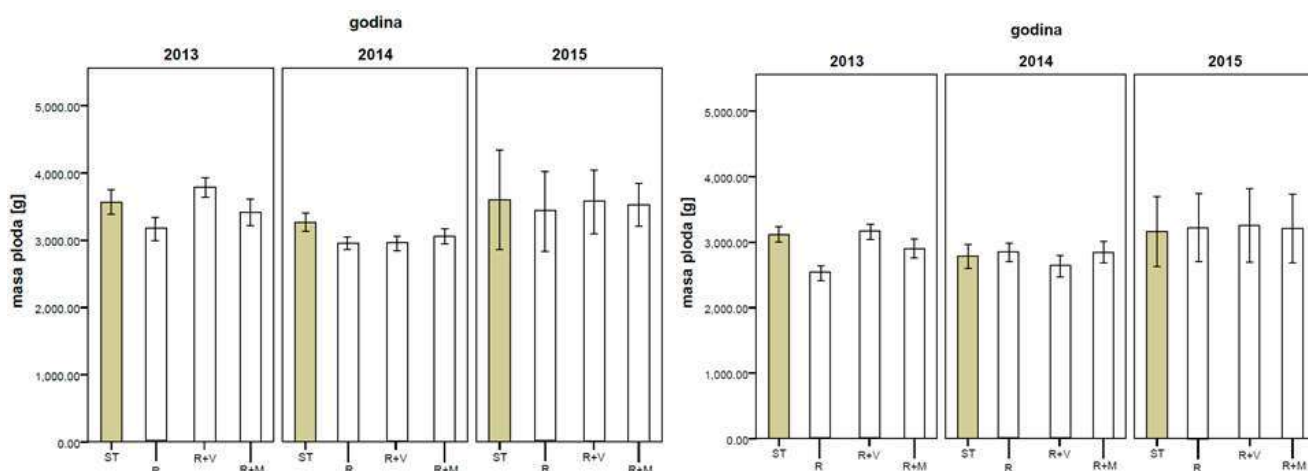
je dokazano da primjena različitih aminokiselina utiče na metabolizam azota i ugljenika u biljci (Schiavon et al., 2008; Ertani et al., 2015).

Masa ploda je karakteristika kultivara i zavisi od njegovog položaja na biljci, odnosno etaži na kojoj su plodovi formirani. Učešće pojedinih etaža/grana u ukupnom prinosu je različit. Popović i sar. (2012) ističu da su nosioci prinosa najvećim dijelom plodovi prve, zatim druge etaže, i na kraju ostalih etaža. U ukupnom prinosu ploda prva i druga etaža učestvuju sa 62-78%.

Analizom djelovanja ispitivanih faktora na masu ploda na prvoj grani uočena je statistički visoko značajna interakcija godine i hibrida ($p < 0,01$), bez statistički značajnih razlika između pojedinih tretmana ishrane biljaka ($p = 0,26$) niti interakcija sa ovim faktorom. Najveći prosjek ukupne mase plodova svih ispitivanih varijanti na prvoj grani imao je Gravitet F1 u 2013. godini sa redukovanom ishranom pri primjeni biostimulatora Viva® (947,92 g). Najmanju prosječnu masu plodova prve grane imao je Minaret F1 pri redukovanoj ishrani, takođe u 2013. godini (435,52 g).



Grafikon 2. Masa plodova prve etaže cv. Gravitet F1 (lijevo) i Minaret F1 (desno)



Grafikon 3. Ukupna masa plodova na biljci cv. Gravitet F1 (lijevo) i Minaret F1 (desno)

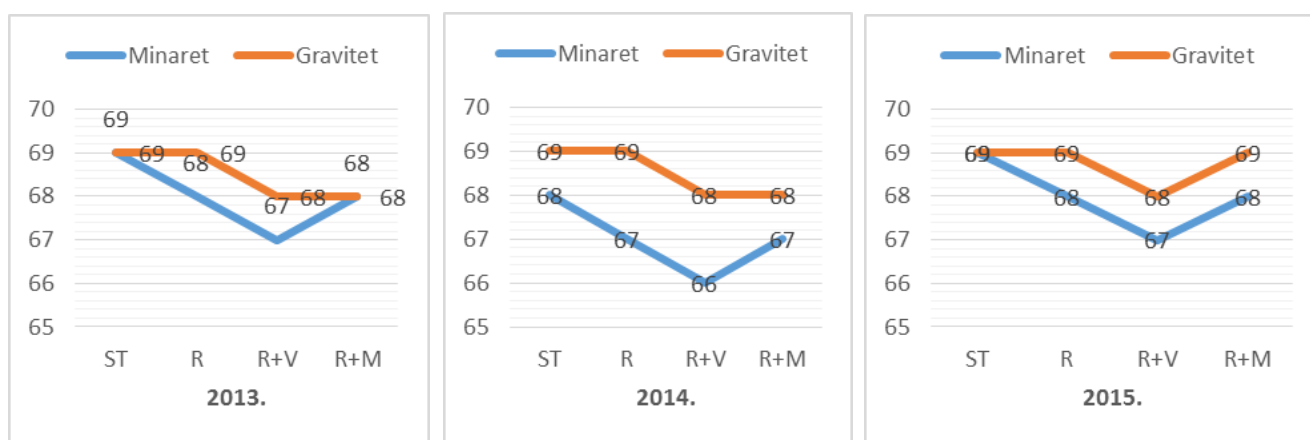


Kod redukovane NPK ishrane, koja predstavlja stres za gajenu biljku, primjena biostimulatora značajno utiče na veću ukupnu masu plodova. Funkcija biostimulatora u stimulaciji usvajanja hraniva utvrđena je na nivou korijena i na nivou lista (Vernieri et al., 2006; Petrozza et al., 2013). U istraživanjima Helaly et al. (2018), Abdellatif et al. (2015), te Shashi Suman et al. (2017) utvrđeno je da primjena biostimulatora na bazi huminskih kiselina pored boljih morfoloških parametara biljke paradajza i većeg sadržaja suve materije, dovodi i do povećanja ukupnog prinosa paradajza.

Kod biljaka pri redukovanoj ishrani u 2013. godini uz primjenu biostimulatora utvrđen je statistički značajno ($p < 0,02$) veći prosjek ukupne mase plodova po biljci u odnosu na redukovanu ishranu. Biljke pri redukovanoj ishrani imale su statistički visoko značajno manju ($p = 0,01$) ukupnu masu plodova u odnosu na biljke pri standardnoj ishrani. U 2014. godini kod biljaka pri redukovanoj ishrani prilikom upotrebe biostimulatora nije utvrđena statistički značajno različita ($p > 0,36$) ukupna masa ploda po biljci u odnosu na redukovanu ishranu. Biljke u redukovanoj ishrani bez primjene biostimulatora imale su statistički značajno manji prosjek ($p < 0,01$) ukupne mase plodova u odnosu na biljke u standardnom režimu ishrane. U 2015. godini ne uočavaju se statistički značajne ($p > 0,33$) razlike između ispitivanih faktorskih grupa.

U svom istraživanju Koukounararas et al. (2013), dokazali su da primjena aminokiselina povećava broj cvjetova i plodova paradajza, kao i masu plodova, što je u skladu sa rezultatima ovog rada. Nardi et al. (2002) ističu da aplikacija huminskih kiselina za rezultat ima poboljšanje rasta korijenovog sistema, koji prožima veće zapremine zemljišta i omogućava biljkama bogatiju mineralnu ishranu, te se nameće pretpostavka da je tretman biostimulatorom Viva® stimulisao usvajanje nitratnog azota, kao i kalijuma iz hranjivog rastvora u supstratu. Kazemi (2014) je zaključio da upotreba huminskih kiselina doprinosi većoj masi plodova i većem ukupnom prinosu paradajza.

Ranostasnost (ranozrelost) ili rani prinos paradajza je kategorija koja se izražava brojem dana od rasađivanja biljke do početka zrelosti. Visoka relativna vlažnost, nizak intenzitet



Grafikon 4. Ranostasnost ispitivanih kultivara po godinama



svjetlosti, visoka ili niska temperatura, kao i nepravilna mineralna ishrana mogu negativno uticati na formiranje i sazrijevanje plodova (Gelmesa et al., 2012). Međutim, kako navodi Saraswathi et al. (2013) ranostasnost najvećim dijelom zavisi od kultivara. Plodovi počinju sazrijevati kada je 10% plodova dostiglo tipičnu boju (BBCH - 81) sve do momenta dok svi plodovi na biljkama ne sazriju (BBCH - 88) (Feller et al., 1995; u Meier, 2001), odnosno kada plodovi dobiju svoju karakterističnu boju (Bleiholder et al., 2001). Pored genetske predispozicije za ranije sazrijevanje i upotreba biostimulatora može doprinijeti ranijem sazrevanju plodova (Abdellatif et al., 2015; Karakurt et al., 2009; Kowalczyk and Zielony, 2008).

Ranije sazrijevanje plodova ostvareni su kod biljaka koje su tretirane sa biostimulatorima. Najranije zrenje i najveći broj zrelih plodova u prvoj berbi utvrđena je u varijantama kod biljaka tretiranih biostimulatorom Viva®. Kod varijanti tretiranih biostimulatorom Megafol®, takođe je utvrđeno ranije zrenje plodova u odnosu na biljke koje nisu tretirane biostimulatorima. S obzirom da biostimulatori korišćeni u ovom istraživanju sadrže huminsku kiselinu (Viva®) i aminokiseline (Megafol® i Viva®), može se reći da su za ranostasnost i brže sazrijevanje biljaka u varijantama gdje su primjenjeni biostimulatori odgovorne upravo te komponente. Manje zrelih plodova kod prve berbe utvrđeno je kod biljaka koje nisu tretirane biostimulatorima (ST i R). Ranostasniji je bio cv. Minaret F1, kod koga je u zavisnosti od varijante i godine ispitivanja berba prvih plodova bila u intervalu od 66. do 69. dana, zatim kod cv. Gravitet F1 zreli plodovi su ubirani između 67. i 69. dana. Do sličnih rezultata su došli Ambroszczyk et al. (2016) prilikom aplikacije organskog Nano-Gro biostimulatora gdje su ustanovili da je isti imao visok uticaj na rani prinos paradajza. Takođe je i Vinković (2011), koji je biljke paradajza u svom istraživanju tretirao biostimulatorom Megafol®, utvrdio značajno povećanje prinosa i ranije branje plodova prve i druge etaže kod cv. Buran F1.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata uticaja primjene biostimulatora na produktivnost paradajza u uslovima redukovane ishrane, te njihove potencijalne uloge kao stimulatora odbrambene reakcije biljke na fiziološke poremećaje mineralne ishrane, može se zaključiti da je njihova primjena uticala na sve ispitivane komponente. Primjena biostimulatora uticala je na formiranje većeg broja plodova po biljci, pri čemu treba naglasiti da je nivo značajnosti zavisio od godine istraživanja. Ono što posebno treba istaći je da između standardne i redukovane ishrane bez primjene biostimulatora nije bilo statistički značajne razlike u prosječnom prinosu, tako da bi primjena manje količine NPK mogla dati zadovoljavajući prinos. Međutim, u nekim slučajevima stres usljed smanjene NPK ishrane može biti ograničavajući faktor u postizanju većih prinosa paradajza, što se može prevazići primjenom odgovarajućih biostimulatora.



Literatura

- Abdellatif, I. M. Y., Abdel-Ati, Y. Y., Abdel-Mageed, Y. T., Hassan, M. A. M. (2017). Effect of Humic Acid on Growth and Productivity of Tomato Plants Under Heat Stress. *Journal of Horticultural Research*, 25: 59–66.
- Ambroszczyk, A. M., Jędrzczyk, E., Nowicka-Połeć, A. (2016). The influence of Nano-Gro® stimulator on growth, yield and quality of tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in plastic tunnel cultivation. *Acta Hort.* 1123, 185-192 DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1123.26
- Bali, A., Singh, A., Minhas, P. S., Yadav, R. K. (2020). Effect of Plant Bioregulators and Their Combinations on Growth and Yield of Wheat Under Sodic Stress Induced by Alkali Water Irrigation. *Journal of Soil Salinity and Water Quality*, 12(1), 45-49.
- Bleiholder, H., Weber, E., Lancashire, P.D., Feller, C., Buhr, L., Hess, M., Wicke, H., Hack, H., Meier, U., Klose, R., Van Den Boom, T., Strauss, R. (2001). *Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plant*. BBCH Monograph, 6nd edition. Federal Biological Research centre for Agriculture and Forestry, Braunschweig, Germany.
- Brown, P. and Saa, S. (2015). Biostimulants in agriculture. *Front. Plant Sci.* 6: 671, doi: 10.3389/fpls.2015.00671
- Calvo, P., Nelson, L., Klopper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1-2), 3-41.
- Chávez-Mendoza, C., Sánchez, E., Caravajal-Millán, E., Muñoz-Márquez, E., Guevara-Aguilar, A. (2013). Characterisation of the Nutraceutical Quality and Antioxidant Activity in Bell Pepper in Response to Grafting. *Molecules*, 18, 15689-15703.
- Colla, G. and Rouphael, Y. (2015). Biostimulants in horticulture. *Sci. Hort.* 196, 1–2, doi: 10.1016/j.scienta.2015.10.044
- Drobek, M., Fraç, M., Cybulska, J. (2019). Plant Biostimulants: Importance of the Quality and Yield of Horticultural Crops and the Improvement of Plant Tolerance to Abiotic Stress—A Review. *Agronomy*, 9, 335, doi.org/10.3390/agronomy9060335
- Ertani, A., Sambo, P., Nicoletto, C., Santagata, S., Schiavon, M., Nardi, S. (2015). The use of organic biostimulants in hot pepper plants to help low input sustainable agriculture. *Chem Biol Technol Agric.* 2: 1-10.
- Gelmesa, D., Abebie, B., Desalegn, L. (2012). Regulation of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit setting and earliness by gibberellic acid and 2,4-dichlorophenoxy acetic acid application. *African Journal of Biotechnology*, 11(51), 11200-11206.
- Haytova, D. (2013). A review of foliar fertilization of some vegetable crops. *Annual Research & Review in Biology*, 455-465.
- Helaly, M. N., Arafa, A. A., Ibrahim, H. M., Ghoniem, K. H. (2018). Improving growth and productivity of tomato by some biostimulants and micronutrients with or without mulching. *Journal of Phytology*, 15-23, doi:10.25081/jp.2018.v10.3400
- Heuvelink, E. and Buiskool, R. P. M. (1995). Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. *Annals of Botany*, 75(4), 381-389.
- Karakurt, Y., Unlu, H., Padem, H. (2009). The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agric Scand Sect B.* 59:233–237.
- Kazemi, M. (2014). Effect of foliar application of humic acid and calcium chloride on tomato growth. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3(3): 41-46.
- Klokić, I., Koleška, I., Hasanagić, D., Murtić, S., Bosančić, B., Todorović, V. (2020). Biostimulants' influence on tomato fruit characteristics at conventional and low-input NPK regime. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 70(3), 233-240, doi.org/10.1080/09064710.2019.1711156
- Koleška, I., Hasanagić, D., Todorović, V., Murtić, S., Klokić, I., Parađiković, N., Kukavica, B. (2017). Biostimulant prevents yield loss and reduces oxidative damage in tomato plants grown on reduced NPK nutrition. *Journal of Plant Interactions*, 12(1), 209-218, doi:10.1080/17429145.2017.1319503
- Koukounararas, A., Tsouvaltzis, P., Siomos, A. S. (2013). Effect of root and foliar application of amino acids on the growth and yield of greenhouse tomato in different fertilization levels. *J Food Agric Environ*, 11:644-648.
- Kowalczyk, K. and Zielony, T. (2008). Effect of Goteo Treatment on Yield of Tomato Grown on Rockwool. In: *Biostimulator in modern agriculture, Solanaceous Crops* (Zbigniew T. Dabrowski, ur.), Varšava, p. 65-27.
- Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Čustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2004). *Povrčarstvo* (II dopunjeno izdanje), Zrinski, Čakovec, str. 627.
- Meier, U. (2001). *Growth stages of plants*. BBCH Monograph, pp. 158.
- Murtić, S., Oljača, R., Smajić Murtić, M., Vranac, A., Akagić, A., Civić, H. (2018). Cherry tomato productivity as influenced by liquid organic fertilizer under different growth conditions. *Journal of Central European Agriculture*, 19(3), 503-516.



- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biol. Biochem.* 34:1527-1536.
- Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Rosa, R. C. C., Canellas, L. P. (2015). Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. *Scientia Horticulturae*, 183, 100-108.
- Parađiković, N., Teklić, T., Zeljković, S., Lisjak, M., Špoljarević, M. (2019). Biostimulants research in some horticultural plant species - A review. *Food and Energy Security*, 8(2), e00162, <https://doi.org/10.1002/fes3.162>
- Parrado, J., Bautista, J., Romero, E.F., Garcia-Martinez, A.M., Friaiza, V., Tejada, M. (2008). Production of a carob enzymatic extract: Potential use as a biofertilizer. *Bioresource Technology*, 99(7), 2312-2318.
- Petrozza A., Summerer S., Di Tommaso G., Di Tommaso D., Piaggese A. (2013). An evaluation of tomato plant root development and morpho-physiological response treated with VIVA by image analysis. *Acta Hortic.* 1009: 155-159.
- Popović, V., Takač, A., Gvozdenović, Đ., Glogovac, S., Červenski, J., Gvozdanović-Varga, J. (2012). Prinos ploda i semena prve etaže kod različitih genotipova paradajza. XVII savetovanje o biotehnologiji. *Zbornik radova*, 17, 67-71.
- Ricci, M., Tilbury, L., Daridon, B., Sukalac, K. (2019). General principles to justify plant biostimulant claims. *Frontiers in Plant Science*, 10, 494.
- Rouphael, Y. and Colla, G. (2020). Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Front. Plant Sci.* 11:40, doi: 10.3389/fpls.2020.00040
- Saraswathi, T. and Praneetha, S. (2013). Effect of biostimulants on yield and quality in tomato. *Journal of Horticultural Sciences*, 8(1), 107-110.
- Schiavon, M., Ertani, A., Nardi, S. (2008). Effects of an alfalfa protein hydrolysate on the gene expression and activity of enzymes of the tricarboxylic acid (TCA) cycle and nitrogen metabolism in *Zea mays* L. *J Agric Food Chem*, 56:11800-11808.
- Shashi Suman, R. S., Spehia, V., Sharma, N. (2017). Humic acid improved efficiency of fertigation and productivity of tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 40(3), 439-446.
- Sweeney, D. W., Graetz, D. A., Bottcher, A. B., Locaccio, S. J., Campbell, K. L. (1987). Tomato yield and nitrogen recovery as influenced by irrigation method, nitrogen source, and mulch. *HortScience* 22, 27-29.
- Tan Z. X., Lal R., Wiebe K. D. (2005). Global soil nutrient Depletion and yield reduction. *J Sustain Agr.* 26:123.
- Teklić, T., Parađiković, N., Špoljarević, M., Zeljković, S., Lončarić, Z., Lisjak, M. (2021). Linking abiotic stress, plant metabolites, biostimulants and functional food. *Annals of Applied Biology*, 178(2), 169-191, DOI: 10.1111/aab.12651
- Todorović, V., Zeljković, S., Koleška, I., Bosančić, B., Klokić, I. (2015). Efficiency of biostimulants application in the regulation of tomato productivity. *Proceedings of 8th International Symposium for Agriculture and Food*, Section 5: Vegetable, flower and decorative plants production, 7-9. October 2015., Ohrid, Republic of Macedonia, pp: 427-432.
- Vernieri, P., Borghesi, E., Tognoni, F. A., Ferrante, G., Piaggese, S. A. (2006). Use of biostimulants for reducing nutrient solution concentration in floating system. *ISHS Acta Horticulturae*, 718: 477-484.
- Vicente, M.H., Zsögön, A., de Sá, A.F.L., Ribeiro, R.V., Peres, L.E. (2015). Semi-determinate growth habit adjusts the vegetative-to-reproductive balance and increases productivity and water-use efficiency in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Plant Physiology*, 177, 11-19.
- Vinković, T. (2011). *Učinkovitost primjene biostimulatora u uzgoju presadnica rajčice*. Doktorska disertacija. Sveučilište J. J. Strossmayer, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
- Yildirim, E. (2007). Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 9¹:6, 5² 6-186, DOI: 10.1080/09064710600813107



KORJENOVE GALOVE NEMATODE NA KROMPIRU I MRKVI U REPUBLICI SRPSKOJ

Branimir Nježić

Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjoj Luci
branimir.njezic@agro.unibl.org

Štete koje fitoparazitne nematode prčinjavaju u biljnoj proizvodnji često prođu nazapaženo zbog veličine i načina života nematoda. Najčešće se radi o organizmima ispod jednog milimetra koji cio svoj život provedu u zemlji. Proizvođači često postanu svjesni prisustva nematoda i šteta tek po završetku procesa proizvodnje kada je kasno da se bilo šta učini. Korjenove galove nematode iz roda *Meloidogyne* su veoma važne štetočine na krompiru i mrkvi. U Republici Srpskoj najraširenija je sjeverna korjenova galova nematoda (SKGN) *Meloidogyne hapla*. Ova vrsta je prisutna na oko 40% površina na kojima se gaji krompir. Na području Rogatice i Nevesinja na pojedinim sortama krompira ova nematoda izaziva pojavu sitnih pojedinačnih bradavica na površini gomolja. Ispod ovih bradavica, na dubini od nekoliko milimetara nalazi se nekrotično tkivo u kome se nalazi ženka sa jajnom masom. Ishranom ispod pokožice SKGN prouzrokuje formiranje gala, koje su rezultat hipertrofije tkiva nastalog djelovanjem enzima iz jednjaka nematode. Morfološka identifikacija je pokazala da se na ovim lokacijama radi o rasi B ove vrste nematoda. Na ostalim lokacijama radi se o rasi A. Razlika između rase B i rase A je u tome što rasa A stvara isključivo gale na korijenu i tako smanjuje prinos krompira, a rasa B može da prouzrokuje i pojavu navedenih simptoma. Na mrkvi SKGN predstavlja najznačajniju štetnu vrstu nematoda, a spada i u najdestruktivnije štetočine mrkve. Na mrkvi ova nematoda izaziva pojavu grananja korijena. Ova pojava se često pripisuje uticaju zemljišta, međutim prisustvo sitnih gala na korjenčićima mrkve ukazuje da je štetu prčinila SKGN. Korjenove galove nematode se u korjen ubušuju uvijek neposredno iza korjenove kape u meristemskoj zoni korjena. Ubrzo po ubušivanju u korijen, nematoda u provodnim sudovima formira hraniteljsko mjesto. Kod mrkve, kao rezultat ove aktivnosti dolazi do grananja korijena. Najčešći razlog nastanka šteta od korjenovih galovih nematoda u proizvodnji krompira i mrkve je gajenje ovih vrsta na površinama na kojima se već nalaze ove nematode. Štete se mogu spriječiti uzorkovanjem zemljišta prije početka procesa proizvodnje i utvrđivanje prisustva korjenovih galovih nematoda. Sadnja ili sjetva na parcelama na kojima se nalaze korjenove galove nematode može se vršiti samo ako se koriste odgovarajući nematocidi. Kod mrkve je jako važno zaštititi korjen u početnoj fazi razvoja, da bi se spriječilo grananje. Sadnja tretiranog sjemena može da da veoma dobre rezultate. Kao veoma efikasna mjera može se preporučiti primjena odgovarajućeg plodoreda. SKGN se razvija na dikotiledonim vrstama, tako da uvođenje monokotiledonih vrsta u plodored nakon već jedne godine smanjuje brojnost nematoda za oko 90%. Širenje na nove površine vrši se zemljom na oruđu i reprodukcijom materijalom. Gomolji krompira predstavljaju veoma važan način širenja ove nematode. Zbog toga je važno vršiti pregled gomolja na prisustvo korjenovih galovih nematoda.



Institut za ratarstvo i povrtarstvo
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju
Maksima Gorkog 30
Novi Sad