

Prikaz rezultata istraživanja dobivenih provedbom projekta „Istraživanje utjecaja klimatskih promjena na razvoj plijesni, mikotoksina i kvalitetu žitarica s prijedlogom mjera (K.K.05.1.1.02.0023)“

## Rezultati istraživanja s prijedlogom mjera

### Statistička obrada rezultata

Svi rezultati su statistički obrađeni pomoću tri programa: *Microsoft Excel 2016*, *Statistica 13.3.*, te *Tableau 2023.1*. Svi podaci koji su bili ispod limita kvantifikacije su za statističku obradu prevedeni u polovicu vrijednosti limita kvantifikacije (takozvani *Middle Bound Scenario* (MB)).

U Statistica 13.3. napravljena je osnovna deskriptivna analiza te ispitivanje normalnosti distribucije varijabli pomoću **Shapiro-Wilksovog W testa**, te homogenost varijance pomoću **Levenovog testa**. Budući da nije dobivena normalna distribucija podataka kod mikotoksina (značano zamaknuće prema rezultatima ispod limita kvantifikacije), za usporedbu razlika između dvije varijable (npr. godine, skladištenje) korišten je **Mann-Whitney U test**, dok je kod usporedbe više varijabli korištena **Kruskal-Wallis ANOVA** (npr kod lokacija). Za usporedbu distribucija podataka su korišteni prikazi **kutijastih dijagrama** u kojima su kao vrijednosti korištene *medijan, interkvartalni raspon te minimalna i maksimalna vrijednost* (zbog nenormalne distribucije), te kada je postojala statistički značajna razlika ona je navedena u legendi sa konkretnom *p vrijednosti testa* koji se koristio za usporedbu. Kod izrade toplinskih mapa za prikaz rezultata koji su na različitim lokacijama koristio se *Tableau 2023.1* softverski paket, a podjele su se napravile s obzirom na vrstu mikotoksina, godinu uzorkovanja, vrstu uzorkovanja i vrstu žitarica. Kod svih statističkih testova statistički značajna razlika se smatrala kada je  $p < 0,05$ .

## REZULTATI

### Plijesni

Prikupljeni su uzorci **kukuruza** (N=150), **pšenice** (N=150) i **ječma** (N=150) tijekom dva vegetacijska perioda (srpanj), dva perioda tijekom odnosno neposredno nakon žetve (prosinac) i dva perioda skladištenja (ožujak) u razdoblju od dvije godine (2020. – 2022.), u tri područja Hrvatske (*središnja – SRH, istočna – ISTH i sjeverna – SJH*). Mikološka analiza je provedena metodom razrjeđenja na dvije hranjive podloge uključujući Dikloran agar s 18% glicerola (DG-18), pogodan za kserofilne vrste plijesni,

i Dikloran agar s rose-bengalom i kloramfenikolom (DRBC) za plijesni koje zahtijevaju aktivitet vode u podlozi veći od 0.95. Srednje koncentracije plijesni na žitaricama iz perioda vegetacije i žetve kretale su se oko 104 – 105 CFU/g, na DG-18 i DRBC, dok su srednje vrijednosti plijesni na žitaricama iz skladišta brojili i do 107 CFU/g.

Najveće koncentracije zabilježene su na uzorcima **kukuruza**, posebice iz skladišta u svim regijama uzorkovanja, dok su uzorci **pšenice i ječma** bili podjednako kontaminirani. Nisu zabilježene značajne razlike u razini kontaminacije žitarica s obzirom na regiju uzorkovanja. Iz dobivenih rezultata je vidljivo da bez obzira na mjesto uzorkovanja i vrstu žitarica tijekom rasta žitarica u polju nakon prve godine uzorkovanja prevladavaju tzv. „plijesni polja“ koje rastu na žitaricama na polju prije žetve, a to su uglavnom vrste iz rodova *Alternaria* i *Fusarium*. Međutim, u uzorcima iz druge godine trajanja projekta vidljiva je pojavnost većeg broja rodova plijesni među kojima dominira *Mucor sp.*, a uočena je i visoka pojavnost kvasaca koji se javljaju u oko 60% uzoraka žitarica.

Iz dobivenih rezultata istraživanja, neovisno o godini i mjestu uzorkovanja, vidljivo je da su dominantne vrste plijesni iz rodova *Penicillium* utvrđene u gotovo 100% uzoraka, a zatim slijede vrste iz rodova *Fusarium* (20-100%), *Aspergillus* (10-90%), *Acremonium* (10-80%), *Cladosporium* (20-80%), te *Paecilomyces*, *Alternaria*, *Phoma*, *Auerobasidium*, *Mucor*, *Rhizopus* (10-20%). Osim plijesni nađeni su i kvasci (20-100%, najviše na DRBC) i to sa značajnijom učestalošću i koncentracijom u uzorcima sakupljenim nakon žetve, što bi se moglo povezati sa sadržajem vlage u žitaricama. Vrste iz roda *Fusarium*, te vrste iz roda *Penicillium* sa znatno većom učestalošću nađene u uzorcima kukuruza iz skladišta. Vrste roda *Aspergillus* nađene su s većom učestalošću u uzorcima iz skladišta; dominirale su vrste iz sekcija *Aspergillus* i *Flavi*, a manje *Nigri* i *Circumdati*. Na uzorcima ječma, posebice iz skladišta izolirane su i vrste aspergila iz sekcije *Versicolores*.

Dobiveni rezultati su u suglasju sa znanstvenom literaturom, odnosno, uočeno je kako su plijesni s polja upravo plijesni iz rodova *Alternaria*, *Cladosporium* i *Fusarium* te u manjoj mjeri i *Penicillium*. Međutim, *Penicillium* vrste uz rod *Aspergillus* dominiraju na žitaricama u uvjetima skladištenja pa ne čudi njihov porast tijekom skladištenja uzoraka dobavljenih tijekom trajanja ovog projekta. Plijesni iz rodova *Mucor* i *Rhizopus* su sveprisutne, invazivne te se brzo i lako šire pa stoga ni njihova pojava u većoj mjeri ne čudi. Rastu nakon oštećenja zrnja prouzročenih drugim mikroorganizmima pa mogu uzrokovati kvarenje žitarica. Kako se broj i vrsta plijesni prirodno prisutnih na žitaricama razlikuje, tako se razlikuje i broj, a vjerojatno i vrsta prirodno prisutnih kvasca, jer oni uz bakterije čine prirodnu mikrofloru žitarica.

Usporedbom svih provedenih analiza i dobivenih rezultata na prisutnost postoji statistički značajna razlika u identifikaciji između dviju istraživanih sezona gdje je bilo

više plijesni tijekom druge istraživane godine (2021) na obje ispitivane podloge (DG18 i DRBC), bez obzira na vrstu kulture ili vrijeme uzorkovanja ( $p=0,000$ ).

Kada se rezultati razlome po vrsti žitarica razvidno je da razlikama najviše doprinosi **pšenica i kukuruz**, dok kod **ječma** nema značenje razlike kod plijesni na DBRC podlozi. S druge strane, rezultati za **ječam** ukazuju na statistički značajnu razliku kod skladištenih uzoraka koji imaju statistički značajno više plijesni na obje ispitivane podloge u odnosu na svježe uzorke, dok ta razlika nije statistički značajna kod uzoraka **pšenice i kukuruza**. Mogući razlog višim razinama plijesni na ispitivanim uzorcima može se povezati sa žetvom i vremenskim uvjetima kod žetve pojedinih kultura. **Ječam** se žanje u lipnju, kada je u obje ispitivane godine bilo relativno malo padalina, dok se **pšenica** žanje u srpnju, kada je u svim regijama u obje godine evidentirano više padalina, kao i tijekom mjeseca listopada kad se kreće s berbom **kukuruza**.

### Mikotoksini

Tijekom prve godine uzorkovanja bilo je statistički značajno više DON-a u **svim ispitivanim žitaricama** ( $p=0,002$ ). Kod **pšenice** se vidi i statistički značajna razlika u detektiranim količinama ZON-a kojeg ima statistički značajno više tijekom prve godine uzorkovanja ( $p=0,035$ ), te sume T2-i HT2 toksina ( $p=0,004$ ). Kod **ječma** postoji statistički značajna razlika u koncentraciji DON-a, kojeg ima više u drugoj ispitivanoj godini ( $p=0,034$ ), sume Fumonizina kojih također ima više tijekom druge ispitivane godine ( $p=0,001$ ), dok se kod **kukuruza** vidi statistički značajna razlika između ispitivanih godina u ZON-u kojeg ima značajno više u prvoj godini ( $p=0,016$ ), te DON-a ( $p=0,000$ ).

*Rezultati istraživanja ukazuju da se broj mikotoksina na kulturama značajnije povećava tijekom žetve u odnosu na razdoblje rasta žitarica. Razvidno je da se daljnji porast količine mikotoksina uočava kod kukuruza te da skladištenje dodatno povećava pojavnost mikotoksina kod svih analiziranih žitarica. Iz dobivenih rezultata zaključujemo kako vrste žitarica, kao niti sorte žitarica nemaju bitni utjecaj na nastajanje mikotoksina, već jedino klimatski uvjeti su oni koji doprinose povećavanju mikotoksina u žitaricama.*

U Istočnoj i Sjevernoj Hrvatskoj kao glavni uzrok povećanju količina mikotoksina u oba vremenska razdoblja, pridonosi broj sušnih, odnosno sunčanih dana i mala količina oborina. Međutim, u Središnjoj Hrvatskoj prosječni broj sunčanih dana je približno jednak broju kišnih dana, dok je broj maglovitih dana u odnosu na Sjevernu i Istočnu Hrvatsku gotovo tri puta veći od odnosu na Sjevernu i Istočnu Hrvatsku.

### Kvaliteta žitarica

Količina vode i bjelančevina u **kukuruzu** tijekom 2021. godine bile su za 5% veće u odnosu na 2022. godinu, dok su ukupne masti i ugljikohidrati bili podjednake vrijednosti. Od analiziranih vitamina, vrijednosti se razlikuju u količinama E vitamina, gdje je zabilježeno povećanje – pozitivno odstupanje od 45% u 2022. godini u odnosu na 2021. godinu te natrija od 28%. Količine željeza u uzorcima **kukuruz**a tijekom 2021. godine bile su veće 15% u odnosu na vrijednosti u 2022. godini. Vrijednosti ostalih parametara bile su podjednake tijekom 2021. i 2022. godine.

Kod **pšenice** je utvrđeno da su količine makronutrijenata podjednake vrijednosti u obje godine, dok je količina vitamina E veća za 32% u odnosu na 2021. godinu, natrija za 28%, a željeza za 4%.

U analiziranim uzorcima **ječma** utvrđeno je da su prosječne vrijednosti za vodu i vitamin B5, u 2021. godini bile veće za 5%, dok su vrijednosti vitamina E bile povećane u 2022. godini za 35% u odnosu na 2021. godinu, te natrija za 14%, fosfora za 8% i masti za 3%. Sve ostale vrijednosti analiziranih mikro i makronutrijenata bile su približno iste kroz obje godine.

### Klimatske promjene

Praćene su preko slijedećih parametara: broja kišnih rana, broja sunčanih dana, broja maglovitih dana, temperature, vlage i količine ukupnih oborina. Svi parametri su praćeni tijekom dvije godine na području Varaždina (*Sjeverna Hrvatska*), Slavonskog Broda (*Središnja Hrvatska*) i Osijeka (*Istočna Hrvatska*).

Mikotoksini su prepoznati kao jedni od najvećih opasnosti u lancu prehrane s tendencijom širenja na različite vrste hrane, a posebno su ugrožene žitarice. Istraživanja u tom području ukazuju da se promjenom vremenskih uvjeta pojavnost mikotoksina proširuje na područja u kojima u prijašnjim vremenima mikotoksina nije bilo. Navedeno potvrđuje činjenica da se pojava ekstremnih suša s jedne strane, te pojava velikih kiša s druge strane dovodi do povećanja broja kišnih i maglovitih dana, pojavljuju toksikogene plijesni koje produciraju mikotoksine. Također se može uočiti da se u područjima koja u ranijim razdobljima nisu imala pojavnost pojedinih plijesni, sada to više nije slučaj, već se plijesni pojavljuju i na tim položajima, što potvrđuje pronalazak mikotoksina. Nema jedinstvenog načina sprečavanja širenja plijesni i mikotoksina, stoga je potrebno poduzimanje složenih i sveobuhvatnih mjera za njihovo sprečavanje širenja.

Najučinkovitijom metodom smatra se prevencija rasta plijesni na polju a obuhvaća primjenu plodoreda, navodnjavanje, primjerena gnojidba, suzbijanje korova, sjetva otopornih usjeva, te naročito ranija sjetva i žetva. Važno je i napomenuti da u godinama kada postoje povoljni uvjeti za razvoj plijesni, izrazito teško je spriječiti nastanak mikotoksina, što na polju, što tijekom skladištenja.

## **MJERE ZA SUZBIJANJE RASTA I RAZVOJA PLIJESNI I MIKOTOKSINA**

### **PREDŽETVENE MJERE**

Preventivne mjere potrebno je započeti primjenjivati već na polju obzirom da su sve žitarice podložne rastu i razmnožavanju gljivica i plijesni. Mjere su usmjerene na smanjenje razvoja plijesni te na povećanje otpornosti žitarica primjenom dobre poljoprivredne prakse koja uključuje primjenu plodoreda, a preporuča se i izmjena sjetve kukuruza sa sjetvom djetelinske trave, korištenje navodnjavanje, primjerena gnojidba, suzbijanje korova i primjena fungicida. Prilikom primene fungicida potrebno je primijeniti prikladna sredstva za zaštitu bilja za pojedinu kulturu, te se strogo pridržavati uputa za njihovu pripremu te vremenu i načinu njihove primjene kako bi sredstva za zaštitu bilja bila učinkovita, te da ne štete okolišu, biljnom i životinjskom svijetu te zdravlju ljudi i životinja.

Potrebno je voditi računa i karakteristikama tla, ovisno o vrsti žitarice. Za pšenicu su najbolja ilovasta tla, dubokog i rahlog profila, dobro opskrbljena hranivima kao što su černozemna tla, smeđa tla (eutrični kambisol) neutralne reakcije (pH 6,5-7,0) i sa sadržajem humusa iznad 2 %. Osnovna uloga pripreme tla za sjetvu kukuruza je stvaranje povoljnog sjetvenog sloja.

Najčešća pogreška koju poljoprivrednici rade prilikom obrade tla namijenjenog za sjetvu kukuruza je predubok sjetveni sloj pri kojemu kukuruz može ostati u suhom tlu bez kontakta s vlagom iz dubljeg sloja. Danas se preporuča korištenje prikladnog oruđa za pripremu sjetvenog sloja tzv. sjetvo-spremači dubine 8-10 cm. Kvalitetna predsjetvena obrada tla omogućava ravnomjerno polaganje sjemena po dubini, što omogućava i jednolično nicanje i razvoj te jednolično sazrijevanje usjeva. Principi obrade tla i zaštite usjeva od korova, bolesti i štetočina gotovo su jednaki kao i za pšenicu te se mogu primijeniti iste mjere kao i za pšenicu.

### **MJERE TIJEKOM SJETVE**

Prilikom sjetve preporuča se korištenje sjemena od provjerenih proizvođača vodeći računa otome da se siju, odnosno uzgajaju i proizvode otporne sorte dobivene križanjem (hibridi). Poznato je da je stvaranje otpornih hibrida konvencionalnom selekcijom vremenski vrlo zahtjevno, i teško je stvoriti hibrid koji će istovremeno imati visoki prinos i biti visoko otporan na tvorbu mikotoksina. Istraživanja su dokazala da su otpornije žitarice tvrđeg zrna, stoga se u tu svrhu preporučuju upravo žitarica tih karakteristika jer ih i proizvođači pekarskih proizvoda sve više traže. Stoga je za sjetvu potrebno odabrati kvalitetno sjeme visoke čistoće i dobre klijavosti kao preduvjet za srečavanje nastanka i širenja plijesni i tvorbe mikotoksina.

Sjetvu ozimih žitarice potrebno je provoditi u jesen. Optimalno vrijeme za sjetvu ječma je od 1. do 10. listopada, a za pšenicu se kreće od 15. do 25. listopada. Dobar odabir termina sjetve je od velike važnosti kako ne bi došlo do prerasta biljaka koja su onda podložna infekcijama, odnosno nastanku plijesni i tvorbi mikotoksina. Radi se o biljkama dugog dna koje je potrebno posijati 45 do 60 dana prije početka dugotrajnih niskih temperatura. Potrebno je znati da je najosjetljivija faza rasta žitarica period klijanja žitarica koje može biti usporeno nedostatkom vlage ili pak prevelikom količinom vlage, niskim i visokim temperaturama te slabom prozračnošću zemljišta. Zbog svega navedenog potrebno je pratiti dugoročnu vremensku prognozu kako bi se za sjetvu i klijanje žitarica izbarao najpovoljniji vremenski period sa umjerenom vlagom i temperaturom osobito u sloju zemljišta od 10 cm, koji će osigurati nesmetani razvoj i rast žitarica, a ujedno smanjiti pojavnost plijesni i razvoj mikotoksina. U svrhu sprečavanja rasta plijesni i tvorbe mikotoksina na polju za preporučiti je korsiti tretirano sjeme na zemljišta dobrih vodno-zračnih karakteristika gdje nema mogućnosti zadržavanja vode, te primjena pravovremenih fungicidnih tretma.

Proljetna sjetva, odnosno sjetva jare pšenice obavlja se sredinom mjeseca veljače, a sjetva jari ječma započinje najranije krajem mjeseca siječnja i može trajati do sredine ožujka. Termin sjetve potrebno je prilagoditi vremenskim prilikama, vodeći posebno računa o količini i rasporedu padalina i optimalnoj temperaturi, a za sjetvu je potrebno koristiti klijavo, čisto, ujednačeno i zdravstveno ispravno sjeme. Kod uzgoja jarih usjeva primjenjuju se agrotehničke mjere kao i kod proizvodnje ozimih žitarica,

Važno je pridržavati se pravilne primjene agrotehničkih mjera koje uključuju kontrole vlage i vrste tla, rotaciju kulture, navodnjavanje, te temperatura i vlaga prilikom sjetve.

Također je moguće koristiti antifungalne tretmane sjemena te zaštita protiv insekata i rasta korova prilikom uzgoja. Kako bi se izbjele moguće štetne posljedice po okoliš i zdravlje ljudi i životinja, preporučuju se sredstva dozvoljena u ekološkoj poljoprivredi. Ranija sadnja, odnosno sjetva i ranija berba, te dublje oranje i navodnjavanje tijekom suše mjere su za smanjanje nastanka mikotoksina.

## **MJERE TIJEKOM ŽETVE**

Postupak žetve potrebno je provoditi u najpovoljnije vrijeme, odnosno za suhog vremena jer vlažno vrijeme omogućava porast plijesni koje kasnije mogu lučiti mikotoksine. Potrebno je što je više moguće smanjiti udio oštećenih zrna budući da ona predstavljaju mjesta kvarenja i posljedično, rasta plijesni i njihovih metabolita mikotoksina.

Neporedno nakon žetve, osim pročišćavanja sjemena, potrebno je provesti i sušenje usjeva prije njihovog skladištenja, a nikako nije dopušteno mješanje očišćenih i nečistih žitarica. Također je nophodno dobro uklanjanje žetvenih ostataka kako bi se spriječio razvoj plijesni iz roda *Fusarium* te produkcija DON-a. Prije skladištenja potrebno je provjeriti sadržaj vlage žitarica, te ukoliko je potrebno, žitarice podvrgnuti sušenju do optimalne količine vlage.

**Pšenica:** Kad vlažnost zrna pšenice dosegne 20 %, može se početi sa žetvom, ali se tada zrno mora dosušivati. Uobičajeni troškovi sušenja iznose 10 % vrijednosti pšenice. Da bi se izbjegli troškovi, valja sa žetvom pričekati dok vlaga ne padne na oko 13 %. Na otkupnu cijenu pšenice imat će utjecaj sadržaj primjesa. Pravovremenom žetvom dobro podešenim i očišćenim kombajnima može se utjecati na manji lom zrna pšenice, manje učešće pljevica i ostalih nečistoća (slama, zemlja...).

**Kukuruz:** Berbu kukuruza u klipovima treba započeti kada vlažnost zrna na klipu padne ispod 30 %. Za uspješno čuvanje kukuruza potrebno je voditi brigu da se skladište samo zdravi, čisti i zreli klipovi kukuruza. Vlaga zrna ne bi trebala biti viša od 26 %. Ukoliko se uskladištio vlažniji kukuruz, tada je potrebno ventiliranjem dosušiti kukuruz na navedenu vlažnost. Berba kukuruza u zrnu provodi se posebnim kombajnima koji imaju mogućnost za otkidanje klipova kukuruza. Dobiveno sirovo zrno kukuruza moguće je uskladištiti na duže vrijeme. Ovakav način ubiranja i skladištenja kukuruza vrlo je efikasan. U pobranom zrnu, ako se berba obavlja kombajnom nalazi se vrlo mali postotak oštećenih zrna. Količina vlage koja je najpovoljnija za ovakvu vrstu berbe kreće se od 25 do 28 %. Pobrano zrno mora se sušiti s pomoću toplog zraka u sušarama da bi mu se sadržaj vode spustio na najviše 13 % pri kojem se može sigurno čuvati u skladištima i silosima.

**Ječam:** Žetvu je potrebno obaviti što ranije, odnosno čim vlaga zrna padne ispod 14%. Postoji opasnost od velikih gubitaka u žetvi zbog loma klasnog vretena pa se može izgubiti dio ili cijeli klas, posebice kod višerednih sorata. Kako bi se izbjegli veliki gubici, kombajni za žetvu moraju biti dobro podešeni, a njihova brzina, brzina okretaja i položaj vitla moraju biti podešeni s obzirom na stanje usjeva. Najveći gubitak uzrokuje polijeganje usjeva, čime se smanjuju prinosi i kvaliteta ječma.

Zrno ječma se u suhom stanju može dugo čuvati jer se na njemu ne može razviti plijesan. Sušenje se može vršiti na suncu ili u sušarama. Kod sušenja na suncu, zrno treba rasprostrti u sloju debljine 10-12 cm te ga redovito miješati, a tijekom noći skuplja se na hrpu i prekriva ceradom kako bi se spriječilo vlaženje. Ovaj način sušenja se najčešće koristi kod manjih količina, dok se za sušenje većih količina ječma koriste sušare sa zagrijanim zrakom ili smjesom zagrijanih plinova. Sušenje se provodi na zrnu s vlažnošću iznad 16%, a temperatura ne smije biti viša od 40°C.

Također je važno da sva oprema koja dolazi u kontakt sa zrnom od polja do skladišta mora biti dobro očišćena prije početka berbe, kako bi se smanjila mogućnost zaraze, odnosno prijenos plijesni i mikotoksina, a kombajni trebaju biti servisirani i podešen prema specifikaciji proizvođača prije početka berbe kako bi se smanjila mehanička oštećenja zrna koja su preduvjet za nastajanje plijesni i razvoj mikroksina.

## **MJERE U SKLADIŠTU**

Da bi se žitarice mogle uskladištiti, potrebno je provesti preventivne mjere skladišnog prostora koje se sastoje od provjere higijenskih uvjeta skladišta, provedbu DDD mjera od strane registriranih poduzeća za obavljanje navedene djelatnosti. Potrebno je provjeriti sve mjerne instrumente koji se koriste u skladišnom protoru, osobito one za mjerenje temperature i vlage. Ukoliko žitarice udovolje uvjetima nakon žetve, iste se mogu uskladištiti u skladištu koje udovoljava navedenim uvjetima.

Prije unošenja žitarica u skladište potrebno je:

- Isprazniti skladište, iznijeti ostatke prošlogodišnje žetve, naročito ukoliko su vidljivi znakovi onečišćenja i oštećenja
- Stare zalihe žitarica mjestiti u odvojene prostore od onih u kojoj će se čuvati nove
- Dobro očistiti skladište, uključujući sve pukotine i šupljine koje je potrebno prije unosa novog uroda treba zatvoriti pogodnim materijalom
- Zidovi skladišta moraju biti glatki (ravno ožbukani do visine uskladištene robe, obojani uljanom bojom ili nekom glatkom masom), i čisti
- Potrebno je spriječiti vlaženje podova (ulazak vode ispod vrata, visoke podzemne vode), vlaženje zidova (dobra izolacija), vlaženje zbog prokišnjanja
- Ne smije biti oštećenja, otvora kroz koje mogu ući glodavci i ptice

Tijekom skladištenja žitarica nužno je provoditi nadzor temperature i vlage, nadzor nad glodavcima i insektima, kao i nadzor nad eventualnim korištenjem sintetskih fungicida u propisanim dozama, te o svemu voditi zapise. Za suhog vremena preporuča se provjetravanje skladišnog prostora, trebalo bi čuvati žitarice na temperaturi ispod 10 C, uskladištena zrna trebala bi sadržavati najviše 13 % vlage.



## ZAKLJUČCI

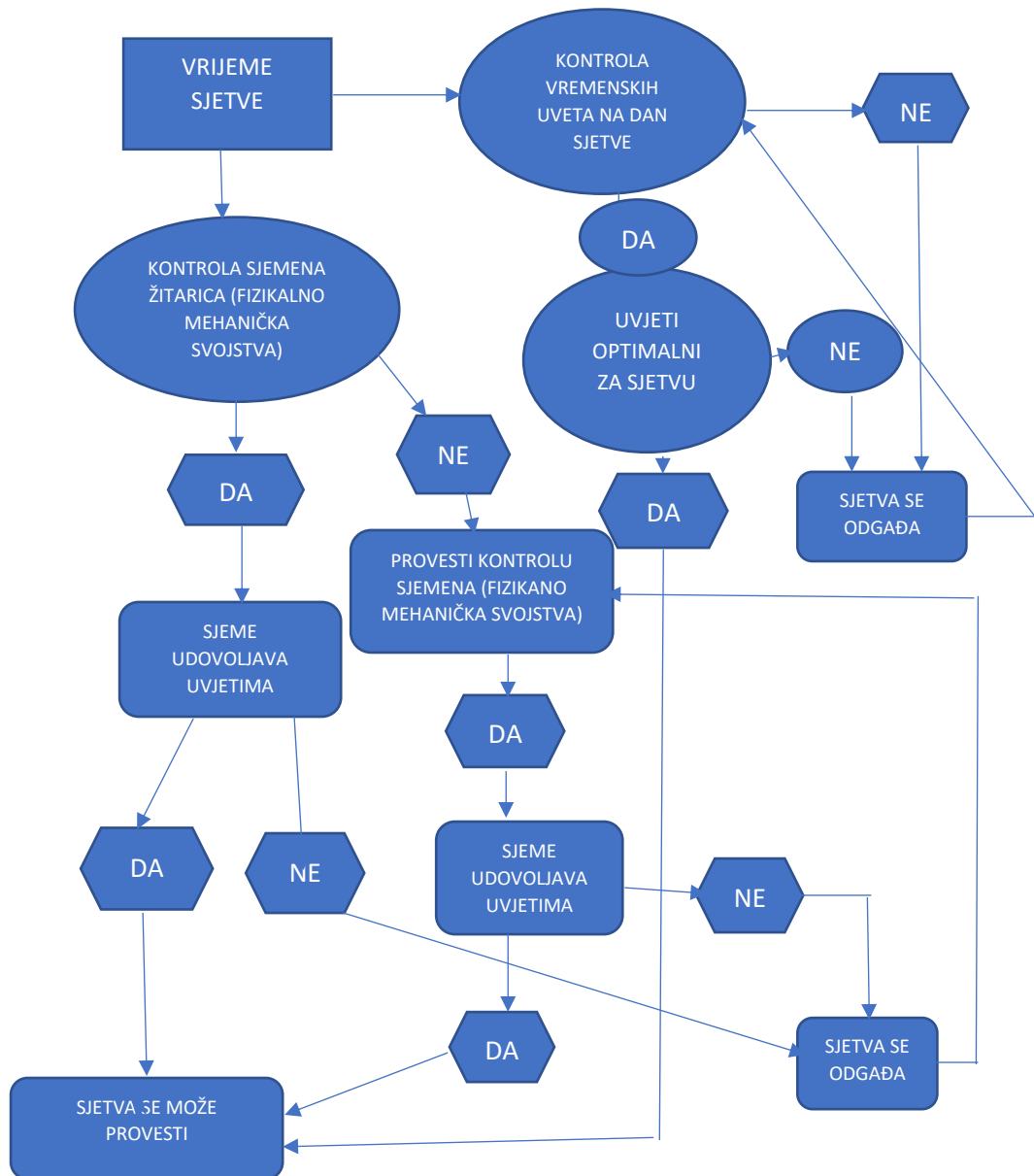
- Ovim istraživanjem nije jasno i nedvojbeno utvrđena povezanost između svih analiziranih vrsta žitarica s nastankom plijesni i mikotoksina, već samo onih za koje smo od proizvođača mogli osigurati sljedivost od polja do skladišta.
- Utvrđeno je da različiti klimatski uvjeti u različitim regijama utječu na tvorbu plijesni i pojedinih mikotoksina, osobito fumonizina, DON-a i ZON-a. Praćenjem količine plijesni i mikotoksina, njihova prisutnost je utvrđena već na samom polju te se u pravilu tijekom rasta povećavala. Najveće količine utvrđene su u uzorcima žitarica uzorkovanih u skladišnim prostorima.
- Tijekom provedbe projekta u pojedinim slučajevima nije bilo moguće pratiti pojavnost plijesni i mikotoksina, kao niti parametre kvalitete žitarica vezano uz njihove sorte, s obzirom na to da uzgajivači nisu imali podatke o sorti koju su sijali, a evidentirano je da sjemenski materijal svake godine nije bio isti, a niti iz istog izvora.
- Praćeni su različiti klimatski uvjeti: broj kišnih dana, broj sunčanih dana, broj maglovitih dana, temperatura i vlaga zraka te količina ukupnih oborina; svi parametri su praćeni tijekom obje godine provedbe projekta po regijama (Sjeverna Hrvatska- Varaždin; Središnja Hrvatska- Slavonski Brod, Istočna Hrvatska- Osijek). Razvidno je da su vremenski uvjeti rasta žitarica tijekom uzgoja bili približno isti. Tijekom 2020. godine broj sunčanih dana u Sjevernoj Hrvatskoj bio je 192, a u Istočnoj 198. Broj kišnih dana u Sjevernoj Hrvatskoj 115, u Istočnoj 109 dana, dok je broj maglovitih u Sjevernoj 27 dana, a u Istočnoj 41 dan. Tijekom 2021. godine nije uočena značajnija razlika u odnosu na 2020. godinu jer je broj sunčanih dana u Sjevernoj Hrvatskoj iznosio 217 dana, u Istočnoj 207 dana, broj kišnih dana u Sjevernoj Hrvatskoj iznosio je 104, a u Istočnoj 100 dana. Broj maglovitih u Sjevernoj Hrvatskoj iznosi 18 dana, a u Istočnoj 39 dana. Za razliku od gore spomenutih regija, primijećena su značajnija odstupanja vremenskih prilika u Središnjoj Hrvatskoj te je utvrđeno da je tijekom 2020. godine u Središnjoj Hrvatskoj prosječni broj sunčanih dana iznosio 112, a 2021. godine 120 dana. Broj kišnih dana u 2020. godini bio je 124 dana, a 2021. godine 127 dana. Broj maglovitih dana u 2020. godini iznosio je 99, a u 2021. godini 93 dana, što je gotovo tri puta više u odnosu na ista razdoblja u druge dvije istraživane regije.
- Podaci o pojavnosti mikotoksina te parametri kvalitete praćeni su vezano uz pojedine proizvođače za koje smo imali podatke o sortama. Neovisno radi li se o merkantilnim ili stočnim sortama (primarno proteinske ili ugljikohidratne), možemo zaključiti da su se pojedine sorte žitarica izdvojile kao otpornije na prisutnost mikotoksina, jer u pravilu nisu imale mjerljive rezultate, odnosno rezultati su bili ispod granice kvantifikacije metode za svaki od ispitivanih mikotoksina:

- od sorti ječma mogu se kao otpornije vrste izdvojiti sorta Maestro 1 i Maestro 2, Braun te Bingo;
- od sorti pšenice mogu se kao otpornije vrste izdvojiti sorta Srpanjka, Silvija i Kraljica;
- od sorti kukuruza mogu se kao otpornije vrste izdvojiti sorta Rudolf, OSSK 596 i OS 4014.

Također, ističemo kao činjenicu da je kod navedenih sorata utvrđeno najmanje razlika u njihovom nutritivnom sastavu kao i u količini prisutnih vitamina i minerala.

- Međutim, na osnovu relativno malog broja podataka o pojedinim sortama žitarica, teško je generalno zaključiti radi li se zaista o pravilu, stoga je potrebno nastaviti istraživanje s ciljanim sortama koje daju istovremeno i dobre prinose, uz očuvanje visoke razine kvalitete zrna, te pokazuju dobru otpornost na klimatske promjene u pogledu pojavnosti mikotoksina.
- Praćenje utjecaja klimatskih promjena na tvorbu plijesni i razvoj mikotoksina potrebno je i dalje kontinuirano istraživati, s obzirom na to da je dvogodišnje istraživanje tek inicijalno istraživanje koje nam daje smjernice kako bolje utvrditi povezanost između klime i mikotoksina te kvalitete žitarica.
- Potrebno je u budućem nastavku istraživanja planirati praćenje sigurnosti i kvalitete istih sorti žitarica (kukuruz, ječam i pšenica) u barem dvije regije s različitim klimatskim mikro uvjetima kako bi se mogli pratiti karakteristični parametri i njihove promjene.
- Praćenjem dobivenih rezultata, jasno bi se razlučilo postoji li poveznica između pojedine sorte žitarica i područja njezinog uzgoja te došlo do saznanja postoje li i u kojoj mjeri sorte koje su otpornije na utjecaj klimatskih promjena i na aspekte kvalitete i zdravstvene ispravnosti, ovisno o mjestu njihova uzgoja.
- Iz rezultata dobivenih novim istraživanjem, izradile bi se preciznije mjere i algoritmi ponašanja za sprečavanje nastanka plijesni i mikotoksina i kvalitetu žitarica, s obzirom na to da bi se mjere definirale prema istraživanoj sorti žitarice. Za takvu vrstu modeliranja, svakako je potrebno uključiti IT stručnjake koji će temeljem prilagođenog programskog sustava izraditi modele ponašanja za poljoprivrednike i sve one koji se bave uzgojem i prometom žitarica i njihovih proizvoda, u svrhu očuvanja sigurnog i kvalitetnog proizvoda.

## ALGORITMI PONAŠANJA – PREDŽETVENE MJERE



## ALGORITMI PONAŠANJA – ŽETVENE MJERE I MJERE U SKLADIŠTU

