



Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom biogospodarstvu

K.K.05.1.1.02.0016

KLIMA

IZVJEŠĆE | 2020/2021



Projekt „**Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom biogospodarstvu**“
podijeljen je u 6 aktivnosti i to:

1. Aktivnost 1: Organizacija primijenjenog istraživanja za klimatske promjene za odabrane ranjive i transversalne sektore
2. Aktivnost 2: Provedba primijenjenog istraživanja za klimatske promjene za odabrane ranjive i transversalne sektore
3. Aktivnost 3: Edukacija i podizanje svijesti o klimatskim promjenama te osiguravanje javnosti i dostupnosti podataka i projektnih rezultata
4. Aktivnost 4: Jačanje kapaciteta članova stručnog tima za provedbu istraživanja
5. Aktivnost 5: Upravljanje i administracija
6. Aktivnost 6: Promidžba i vidljivost

*Zbog Covida 19 kao i potresa u Zagrebu provedba projekta u jednom kvartalu bila je onemogućena.

1. AKTIVNOST 1: ORGANIZACIJA PRIMIJENJENOG ISTRAŽIVANJA ZA KLIMATSKE PROMJENE ZA ODABRANE RANJIVE I TRANSVERZALNE SEKTORE

Aktivnosti:

1.1. uspostava stručnog tima

Sastav stručnog tima:

- prof. dr. sc. Tajana Krička, voditeljica projekta, Voditeljica aktivnosti 2 (AFZ)
- prof. dr. sc. Dijana Vican, voditeljica aktivnosti 3 (UNIZD)
- doc. dr. sc. Ana Matin, voditeljica aktivnosti 4 (AFZ)
- doc. dr. sc. Nikola Bilandžija, voditelj aktivnosti 1 (AFZ)
- izv. prof. dr. sc. Slaven Zjalić, voditelj aktivnosti 6 (UNIZD)
- izv. prof. dr. sc. Željka Zgorelec, istraživačica (AFZ)
- doc. dr. sc. Darija Bilandžija, istraživačica (AFZ)
- doc. dr. sc. Vanja Jurišić, istraživačica (AFZ)
- dr. sc. Mateja Grubor, istraživačica (AFZ)
- Marija Galić, mag. ing. agr., istraživačica (AFZ)
- prof. dr. sc. Sandra Bischof, istraživačica (TTF)
- prof. dr. sc. Edita Vujašinić, istraživačica (TTF)
- dr. sc. Zorana Kovačević, istraživačica (TTF)
- Marijana Pavunc Samaržija, mag. ing. techn. text., istraživačica (TTF)
- doc. dr. sc. Tomislav Kos, istraživač (UNIZD)
- doc. dr. sc. Daliborka Luketić, istraživačica (UNIZD)
- dr. sc. Jelena Lončar, istraživačica (UNIZD)
- dr. sc. Kristijan Franin, istraživač (UNIZD)

Ostali suradnici:

- prof. dr. sc. Zvonimir Zdunić (POLJINOS)
- dr. sc. Aleksandra Sudarić (POLJINOS)
- Darinko Omazić, dipl. ing. (POLJINOS)
- Mislav Kontek, mag. ing. agr (AFZ)
- Anamarija Peter, mag. ing. agr (AFZ)
- Jona Šurić, mag. ing. agr (AFZ)

U utorak 18. veljače 2020. godine održan je inicijalni sastanak projekta "Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom biogospodarstvu". Sastanku su nazočili članovi projektnog tima nositelja projekta (Sveučilište u Zadru), te partnerskih institucija (Agronomski fakultet u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet u Zagrebu) kako bi dogovorili bitne smjernice o početku i provedbi projekta.

Uvodnu riječ održali su prorektor Sveučilišta u Zadru izv. prof. dr. sc. Slaven Zjalić, rektorica Sveučilišta u Zadru prof. dr. sc. Dijana Vican, te voditeljica projekta prof. dr. sc. Tajana Krička s Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Nakon uvodnog dijela predstavljene su aktivnosti kroz vrijeme trajanja projekta, odnosno od 01. rujna 2019., do 31. svibnja 2023. Projekt će se provoditi na području kontinentalne hrvatske (Grad Zagreb, Osječko – baranjska županija), te na području jadranske hrvatske (Zadarska županija)

4 radna sastanka (institucijska)

Za potrebe organizacije projekta održana su i 4 radna sastanka (slika 1.1.)



Slika 1.1. Radni sastanci na UNIZD-u, na TTF-u i AFZ-u

1.2. izrada i revizija metodologije istraživanja

Glavni ciljevi projekta su: razvijanje mjera prilagodbe klimatskim promjenama za ranjive sektore poljoprivrede, bioraznolikosti, zdravlja/ zdravstva, energetike i turizma te transverzalnog sektora upravljanje rizicima; osiguranje dostupnosti razvijenih mjera i ostalih rezultata projekta dionicima i široj javnosti te edukacija dionika i šire javnosti o negativnom utjecaju klimatskih promjena te primjeni mjera za ublažavanje istog. Radi se o 23 dionika koji su većinom poljoprivredne struke, međutim obuhvaća sve – od mlade do starije populacije. Plan je educirati dionike i širu javnost – od djece do umirovljenika.

U ovom projektu predložena su istraživanja čiji će ishodi pridonijeti ublažavanju posljedica klimatskih promjena na proizvodnju žitarica. Kako bi predložene mjere bile učinkovite potrebno je provesti edukaciju ciljnih skupina. Organizirat će se predavanja, radionice i pripremiti informativne brošure namijenjene dionicima i široj javnosti koje je potrebno osvijestiti o važnosti poljoprivredne proizvodnje, o klimatskim promjenama i održivom razvoju. Namjera je usmjeriti se na obrazovanje i osposobljavanje različitih skupina u društvu, prema kronološkoj dobi (djeca, mladi, odrasli, umirovljenici), prema uključenosti u formalni odgojno – obrazovni sustav (učitelji i nastavnici, te neformalnim obrazovanjem (djelatnici u poljoprivredi i građanstvo).

1.3. organizacija i provedba konzultacija s dionicima ranjivih i transverzalnih sektora -OS i okolica (Vinkovci i sl.) – OPG, poljodjelski obrti, poljoprivredne tvrtke

2. AKTIVNOST 2: PROVEDBA PRIMIJENJENOG ISTRAŽIVANJA ZA KLIMATSKE PROMJENE ZA ODABRANE RANJIVE I TRANSVERZALNE SEKTORE

Primijenjeno istraživanje podijeljeno je na:

1. primarna proizvodnja žitarica
2. praćenje štetnih organizama i mikotoksina
3. praćenje kvalitete i kvantitete zrna
4. praćenje kvalitete i kvantitete biomase
5. dizajn biokompozita iz biomase
6. dizajn tehničkog tekstila – filtera iz biomase
7. proizvodnja tekućeg biogoriva iz biomase
8. proizvodnja krutog biogoriva
9. prilagodba klimatskim promjenama

2.1. PRIMARNA PROIZVODNJA ŽITARICA

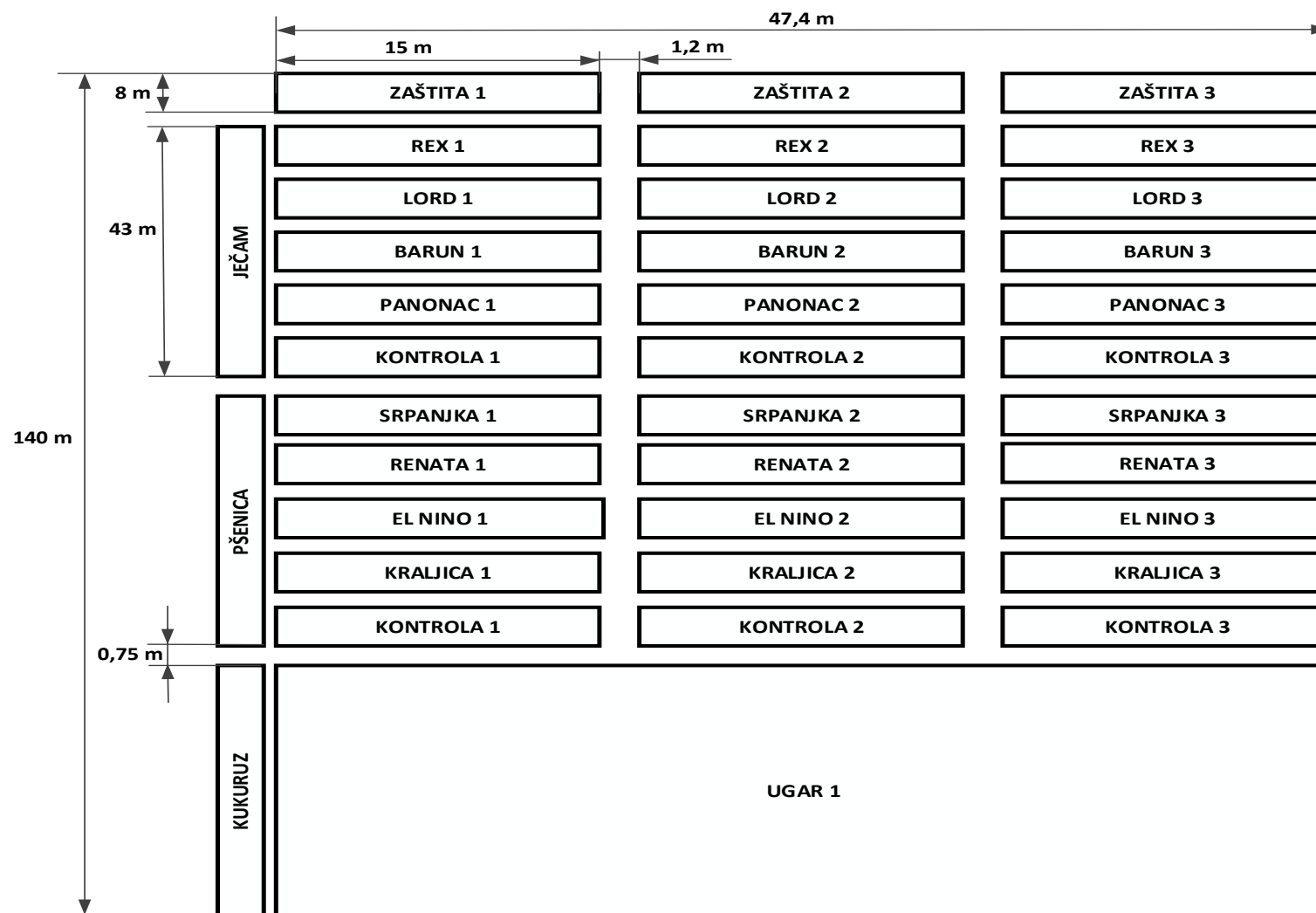
Pokusno polje – osnovne značajke

Pokusno polje za potrebe Projekta postavljeno je na proizvodnim površinama Poljoprivrednog instituta Osijek. Sukladno projektnom zadatku pokus obuhvaća uzgoj 4 sorte ječma (Rex, Lord, Barun i Panonac), 4 sorte pšenice (Srpanjka, Renata, Kraljica i El Nino) kao i 4 hibrida kukuruza (Rudolfov 60, Kulak, OSSK 515, OSSK 596) kroz dvije vegetacijske sezone 2020./2021. i 2021./2022.

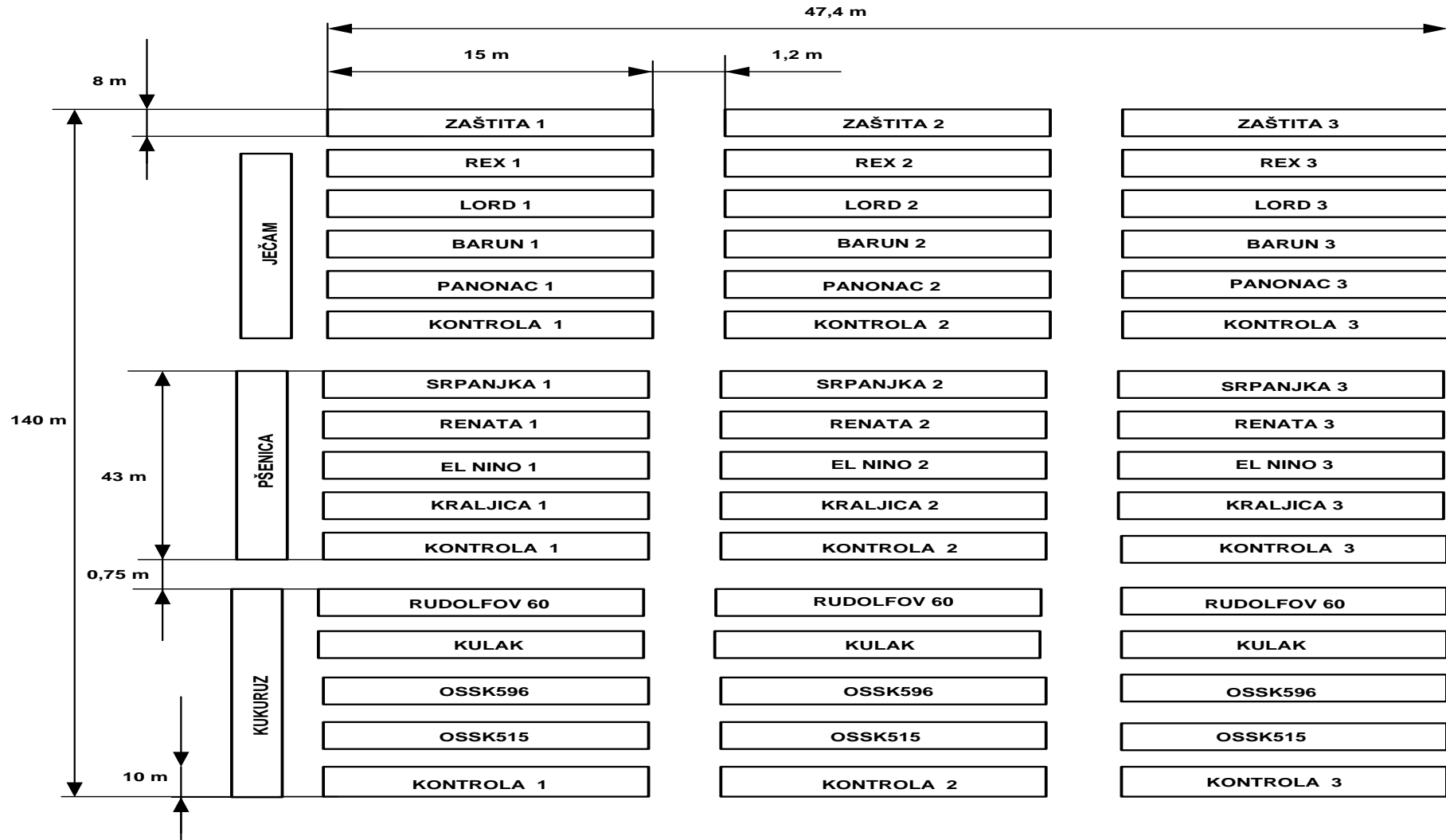
Ukupna površina poljskog pokusa iznosi 6 636 m² (140 x 47 m), a svaka podvarijanta 120 m² (15 x 8 m) za sorte pšenice i ječma te 150 m² (15 x 10 m) za hibride kukuruza. Pokus je postavljen u tri ponavljanja za svaku istraživanu sortu/hibrid. Svaka zasebna kultura ima svoju kontrolnu podvarijantu i pokus sadrži zaštitni pojas. Slike 1., 2. i 3. prikazuju sheme postavljenih pokusnog polja tijekom 2020./2021. i 2021./2022. godine.

Tijekom obje godine istraživanja sjetvene norme sorti ječma iznosile su Rex 200 kg/ha; Lord 160 kg/ha, Barun 220 kg/ha i Panonac 200 kg/ha, a za pšenicu Srpanjka 290 kg/ha; Renata 280 kg/ha; El Nino 250 kg/ha i Kraljica 270 kg/ha. Sjetvena norma za hibride kukuruza bila je 65 000 biljaka/ha s razmakom između i unutar redova 70 x 21 cm.

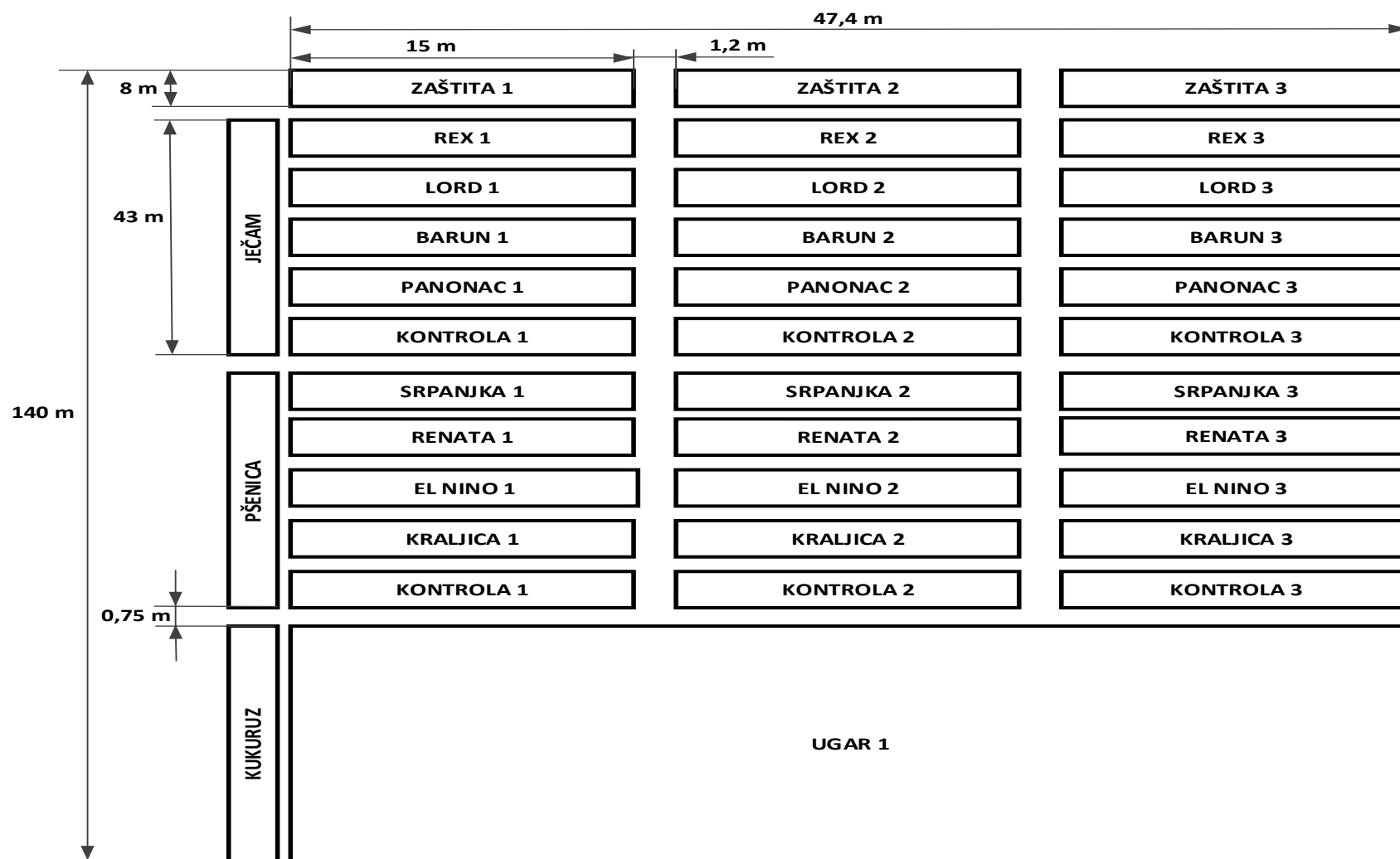
Prije prve godine istraživanja na cjelokupnoj površini pokusnog polja, kao predkultura, bila je posijana soja, dok je u drugoj godini pokus postavljen rotacijom površina pod kukuruzom i pšenicom/ječmom. Uzgoj istraživanih sorti/hibrida baziran je na reduciranoj obradi tla, korišteno je rovilo u osnovnoj obradi (I godina), a sjetva pšenice i ječma provedena je kombiniranim oruđem uz istodobnu sekundarnu obradu tla. Tablice 1., 2. i 3. prikazuju osnovnu tehnološku kartu (agrotehnika, strojevi i oprema, rok provedbe, broj radnika) za ječam, pšenicu i kukuruz.



Slika 2.1.1. Shematski prikaz pokusnog polja (listopad, 2020. – travanj, 2021).



Slika 2.1.2. Shematski prikaz pokusnog polja (travanj - studeni, 2021.)



Slika 2.1.3. Shematski prikaz pokusnog polja u listopad 2020. – travanj 2021.

Tablica 2.1.1. Tehnološka karta uzgoja ječma za potrebe projekta 2020./2021. i 2021./2022.

Redni broj	Radne operacije	Agrotenička norma i kvalitet rada	Agrotehnički rok	Sastav agregata			
				Traktor	Radni stroj / oruđe	Broj strojeva u agregatu	Broj radnika
				4	5	6	7
1	Aplikacija mineralnog gnojiva	N:P:K - 400 kg/ha i URA - 100 kg/ha	Listopad, 2020./2021.	Fendt, 90 kW	Razbacivač, radnog zahvata 18 m	2	1
2	Osnovna obrada	15 cm	Listopad, 2020./2021.	Fendt, 194 kW	Kombinirano oruđe, radnog zahvata 4 m / Plug premetnjak	2	1
3	Dopunska obrada	5 cm	Listopad, 2020./2021.	Fendt, 164 kW	Rotacijska drljača radnog zahvata 4 m	2	1
4	Sjetva	Sklop u ovisnosti o sorti	Listopad, 2021.	Fendt, 164 kW	Više redna sijačica, radnog zahvata 4 m	2	1
5	Održavanje varijanti pokusa	5 cm	Studeni, 2020. / Veljača, 2022.		Freza, radnog zahvata 2 m	2	
6	Aplikacija rodenticida	Arvalin, sukcesivno	Studeni, 2020.*	-	Mehanička aplikacija	-	4
7	Aplikacija rodenticida	Arvalin, sukcesivno	Studeni, 2020.*	-	Mehanička aplikacija	-	4
8	Aplikacija mineralnog gnojiva	Prihrana KAN 100 kg/ha	Veljača, 2021/	Fendt, 90 kW	Razbacivač, radnog zahvata 18 m	2	1
9	Aplikacija herbicida	Trimur WG 15 g + Fluxir 0,5 l/ha	Ožujak, 2021.	Fendt, 90 kW	Vučena prskalica, 12 m radnog zahvata	2	1
10	Aplikacija fungicida	Impact 25 SC 0,5 l/ha + Tebusha 25% EW 1 l/ha	Travanj, 2021.	Fendt, 90 kW	Vučena prskalica, 12 m radnog zahvata	2	1
11	Žetva	-	Srpanj, 2021.	Đuro Đaković, 180 kW	Žitni kombajn, 4 m radnog zahvata	1	3
12	Odvoz sjemena	-	Srpanj, 2021.	Fendt, 90 kW	Prikolica 8 t zapremnina x 2	2	1

* Tijekom 2021. godine nije primijećena pojava glodavaca

Tablica 2.1.2. Tehnološka karta uzgoja pšenica za potrebe projekta 2020./2021. i 2021./2022.

Redni broj	Radne operacije	Agrotehnička norma i kvalitet rada	Agrotehnički rok	Sastav agregata			
				Traktor	Radni stroj / oruđe	Broj strojeva u agregatu	Broj radnika
1	2	3	4	5	6	7	
1	Aplikacija mineralnog gnojiva	N:P:K - 400 kg/ha i URA - 100 kg/ha	Listopad, 2020./2021.	Fendt, 90 kW	Razbacivač, radnog zahvata 18 m	2	1
2	Osnovna obrada	25 cm	Listopad, 2020./2021.	Fendt, 194 kW	Kombinirano oruđe, radnog zahvata 4 m / Plug premetnjak	2	1
3	Dopunska obrada	10 cm	Listopad, 2020./2021.	Fendt, 164 kW	Rotacijska drljača, radnog zahvata 4 m	2	1
4	Sjetva	Ovisno o sorti	Listopad, 2021.	Fendt, 90 kW	Više redna sijačica, radnog zahvata 4 m	2	1
5	Održavanje varijanti pokusa	5 cm	Studeni, 2020. / Veljača, 2022.	-	Freza, radnog zahvata 1 m	2	1
6	Aplikacija rodenticida	Arvalin, sukcesivno	Studeni, 2020.*	-	Mehanička aplikacija	-	4
7	Aplikacija rodenticida	Arvalin, sukcesivno	Studeni, 2020.*	-	Mehanička aplikacija	-	4
8	Aplikacija mineralnog gnojiva	I prihrana KAN 100 kg/ha	Veljača, 2021/ Ožujak, 2022	Fendt, 90 kW	Razbacivač, radnog zahvata 18 m	2	1
9	Aplikacija mineralnog gnojiva	II prihrana KAN 150 kg/ha	Ožujak, 2021	Fendt, 90 kW	Razbacivač, radnog zahvata 18 m	2	1
10	Aplikacija herbicida	Trimur WG 15 g + Fluxir 0,5 l/ha	Ožujak, 2021.	Fendt, 90 kW	Vučena prskalica, 12 m radnog zahvata	2	1
11	Aplikacija fungicida	Impact 25 SC 0,5 l/ha + Tebusha 25% EW 1 l/ha	Travanj, 2021.	Fendt, 90 kW	Vučena prskalica, 12 m radnog zahvata	2	1
12	Žetva	7 ha/dan	Srpanj, 2021.	Đuro Đaković, 180 kW	Žitni kombajn, 4 m radnog zahvata	1	3
13	Odvoz sjemena	-	Srpanj, 2021.	Fendt, 90 kW	Prikolica 8 t zapremnina x 2	2	1

* Tijekom 2021. godine nije primijećena pojava glodavaca

Tablica 2.1.3. Tehnološka karta uzgoja kukuruza za potrebe projekta

Redni broj	Radne operacije	Agrotenička norma i kvalitet rada	Agrotehnički rok	Sastav agregata			
				Traktor (kW)	Radni stroj / oruđe	Broj strojeva u agregatu	Broj radnika
				4	5	6	7
1	Osnovna obrada	25 cm	Listopad, 2020./2021.	Fendt, 194 kW	Kombinirano oruđe, radnog zahvata 4 m	2	2
2	Dopunska obrada	10 cm	Ožujak, 2021./2022.	Fendt, 164 kW	Teška klinasta drljača, radnog zahvata 6 m	2	2
3	Dopunska obrada	10 cm	Travanj, 2021.	Fendt, 164 kW	Sjetvospremač, radnog zahvata 6 m	2	2
4	Sjetva	6 cm	Travanj, 2021.	Fendt, 90 kW	Sijačica za kukuruz, 12-redna	2	4
5.	Aplikacija herbicida	1 l/ha Dual Gold 960 + 3 l/ha Koban T	Travanj, 2021.	Fendt, 90 kW	Vučena prskalica, radnog zahvata 6 m	2	2
6.	Održavanje prostora unutar varijanti pokusa	5 cm	Travanj, 2021.		Freza, radnog zahvata 2 m	2	1
7.	Međuredna kultivacija / Aplikacija mineralnog gnojiva	5 cm / 250 kg/ha KAN	Svibanj, 2021.	Fendt, 90 kW	Kultivator s ralom u obliku pačjih nogu / gnojidba deponiranjem	2	2
8.	Berba	Četveroredni heder	Studeni, 2021.	Gleander, 110 kw	Samokretni kombajna za kukuruz	1	3
9.	Prikupljanje i odvoz sjemena	-	Studeni, 2021.	Fendt, 90 kW	Prikolica 8 t zapremnina x 2	2	1

Prikaz korištene mehanizacije tijekom uzgoja i žetve istraživanih kultura

Na slikama 2.1.4. do 2.1.17. prikazana je korištena mehanizacija u ovisnosti o potrebama agrotehnike.



Slika 2.1.4. Rasipač mineralnog gnojiva



Slika 2.1.5. Kombinirano oruđe



Slika 2.1.6. Rotacijska drljača



Slika 2.1.7. Sijačica s rotodrljačom



Slika 2.1.8. Freza



Slika 2.1.9. Prskalica



Slika 2.1.10. Sijačica za kukuruz



Slika 2.1.11. Međuredni kultivator



Slika 2.1.12. Plošna klinasta drljača



Slika 2.1.13. Sjetvospremač



Slika 2.1.14. Transportne prikolice



Slika 2.1.15. Žitni kombajn



Slika 2.1.16. Kombajn za kukuruz



Slika 2.1.17. Sitnilica biljnih ostataka

PRAČENJE POKUSNOG POLJA - PRVA VEGETACIJSKA SEZONA 2020./2021.

Na slikama 2.1.18. – 2.1.27. prikazan je mjesečni porast istraživanih kultura od prosinca 2020. do svibnja 2021. godine.



Ječam



Pšenica

Slika 2.1.18. Istraživane kulture u prosincu, 2020.



Ječam



Pšenica

Slika 2.1.19. Istraživane kulture u veljači, 2021.



Ječam



Pšenica

Slika 2.1.20. Istraživane kulture u ožujku, 2021.



Ječam



Pšenica

Slika 2.1.21. Istraživane kulture u travnju, 2021.



Ječam



Pšenica



Kukuruz

Slika 2.1.22. Istraživane kulture u svibnju, 2021.



Ječam



Pšenica



Kukuruz

Slika 2.1.23. Istraživane kulture u lipnju, 2021.



Ječam



Pšenica



Kukuruz

Slika 2.1.24. Istraživane kulture u srpnju, 2021.



Kukuruz

Slika 2.1.25. Istraživana kultura u kolovozu, 2021.



Kukuruz

Slika 2.1.26. Istraživana kultura u rujnu, 2021.



Kukuruz

Slika 2.1.27. Istraživana kultura u listopadu, 2021.

Uzorkovanje- prva godina istraživanja 2020./2021.

S ciljem definiranja ukupnog prinosa nadzemne (zrno, slama, pljeva) i podzemne biomase (korijen i strnište) uzorkovanje pšenice i ječma je provedeno na 1 m² (slika 2.1.28. - 2.1.30.) u tri ponavljanja za svaku istraživanu sortu. Za potrebe daljnjeg istraživanja kvalitete hrane, zrno je uzorkovano nakon mehanizirane (slika 2.1.31. – 2.1.33.) žetve svake podvarijante istraživane sorte. Poslije žetve svake sorte provedeno je detaljno čišćenje kombajna (slika 2.1.34) kako ne bih došlo do miješanja zrna pojedinih sortimenata. Ujedno, obavljeno je i prikupljanje slame za daljnja istraživanja potencijala proizvodnje biogoriva i biokompozita (slika 2.1.35).



Slika 2.1.28. Uzorkovanje nadzemne biomase



Slika 2.1.29. Uzorkovanje podzemne biomase i strništa



Slika 2.1.30. Prikupljeni uzorci nadzemne i podzemne biomase



Slika 2.1.31. Žetva



Slika 2.1.32. Prikupljene uzoraka zrna



Slika 2.1.33. Čišćenje kombajna



Slika 2.1.34. Prikupljeni uzorci zrna



Slika 2.1.35. Prikupljanje i skladištenje slame

Ručno uzorkovanje i fragmentacija kukuruza



Slika 2.1.36. Uzorkovanje nadzemne biomase kukuruza



Slika 2.1.37. Uzorkovanje podzemne biomase i strništa kukuruza



Slika 2.1.38. Priprema uzoraka nadzemne biomase i strništa kukuruza



Slika 2.1.39. Priprema uzoraka podzemne biomase i strništa kukuruza

Mehanizirano uzorkovanje zrna kukuruza



Slika 2.1.40. Žetva kukuruza



Slika 2.1.41. Prikupljeni uzorci zrna i kukuruzovine

Usitnjavanje uzoraka za daljnja laboratorijska istraživanja



Slika 2.1.42. Uređaji i strojevi korišteni za usitnjavanje biomase

Rezultati poljskog istraživanja

Nakon žetve ječma i pšenice dobivenoj biomasi po kulturi i po sorti određene su fizikalne veličine i to broj biljaka/m², dužina biljaka, stabljika, klasa i zrna (tablica 2.1.4. - 2.1.9.) Dobiveni rezultati prezentirati će se u radovima i završnom izvješću.

Tablica 2.1.4. Kvantitativni rezultati sastavnica prinosa unutar istraživanih sorti ječma

Kultura	Sorta	Broj stablika / m ²	Dužina stabljike (cm)	Dužina klasa (cm)	Dužina zrna (cm)
Ječam	Rex	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da
	Lord	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da
	Barun	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da
	Panonac	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da

Tablica 2.1.5. Ukupan biološki prinos i žetveni indeks istraživanih sorti ječma

Ječam 13%	S+L (t/ha)	P + O (t/ha)	ZRNO (t/ha)	UK.NAD.B. (t/ha)	POD.B. (t/ha)	UK.BP (t/ha)	HI NAD.B. (%)	HI UK.B. (%)
Rex I	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Rex II	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Rex III	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Lord I	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Lord II	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Lord III	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Barun I	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Barun II	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Barun III	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Panonac I	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Panonac II	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Panonac III	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da

S+L – prinos stabljike + lista; P+O – prinos pljeve + osja; UK.NAD.B. – ukupna nadzemna biomasa; POD.B. – prinos podzemne biomase + strnište, UK. BP. – ukupan biološki prinos (POD.B. + NAD.B.); HI NAD.B. – žetveni indeks nadzemne biomase; HI UK. B. – žetveni indeks ukupne biomase

Tablica 2.1.6. Kvantitativni rezultati sastavnica prinosa unutar istraživanih sorti pšenice

Kultura	Sorta	Broj stabljika / m ²	Dužina stabljike (cm)*	Dužina klasa (cm)*	Dužina zrna (cm)
Pšenica	Srpanjka	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da
	Renata	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da
	El Nino	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da
	Kraljica	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	

* Jedno ponavljanje predstavlja prosječnu vrijednost dvadeset mjerenja

Tablica 2.1.7. Ukupan biološki prinos i žetveni indeks istraživanih sorti pšenice

Pšenica 13%	S+L (t/ha)	P (t/ha)	ZRNO (t/ha)	UK.NAD.B. (t/ha)	POD.B. (t/ha)	UK.BP (t/ha)	HI NAD.B. (%)	HI UK.B. (%)
Srpanjak I	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Srpanjka II	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Srpanjka III	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Renata I	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Renata II	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Renata III	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
El Nino I	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
El Nino II	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
El Nino III	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Kraljica I	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Kraljica II	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Kraljica III	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da

S+L – prinos stabljike + lista; P – prinos pljeve, UK.NAD.B. – ukupna nadzemna biomasa; POD.B. – prinos podzemne biomase + strnište, UK.BP. – ukupan biološki prinos (POD.B. + NAD.B.); HI NAD.B. – žetveni indeks nadzemne biomase; HI UK.B. – žetveni indeks ukupne biomase

Tablica 2.1.8. Kvantitativni rezultati sastavnica prinosa unutar istraživanih hibrida kukuruza

Kultura	Sorta	Broj stablika / m ²	Dužina stabljike (cm)	Dužina klipa (cm)	Dužina zrna (cm)
Kukuruz	Rudolfov 60	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da
	Kulak	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da
	OS 596	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
	Prosjek	Da	Da	Da	Da
	OS 515	Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
		Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	

Tablica 2.1.9. Ukupan biološki prinos i žetveni indeks istraživanih hibrida kukuruza

Kukuruz 14%	S+L+M (t/ha)	O (t/ha)	K (t/ha)	ZRNO (t/ha)	UK.NAD.B. (t/ha)	POD.B. (t/ha)	UK.BP (t/ha)	HI NAD.B. (%)	HI UK.B. (%)
Rudolfov 60	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Rudolfov 61	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Rudolfov 62	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Kulak	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Kulak	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Kulak	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
OS 596	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
OS 596	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
OS 596	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
OS 515	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
OS 515	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
OS 515	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Prosjek	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da

S+L – prinos stabljike + lista + metlice; O – prinos oklaska; K – prinos kornjače; UK.NAD.B. – ukupna nadzemna biomasa; POD.B. – prinos podzemne biomase + strnište, UK. BP. – ukupan biološki prinos (POD.B. + NAD.B.); HI NAD.B. – žetveni indeks nadzemne biomase; HI UK. B. – žetveni indeks ukupne biomase

PRAČENJE POKUSNOG POLJA - DRUGA VEGETACIJSKA SEZONA 2021./2022.

Na slikama 2.1.43. – 2.1.45. prikazan je mjesečni porast istraživanih kultura od prosinca 2021. do ožujka 2022. godine.



Ječam



Pšenica

Slika 43. Istraživane kulture u prosincu, 2021.



Ječam



Pšenica

Slika 44. Istraživane kulture u veljači, 2022.



Ječam



Pšenica

Slika 45. Istraživane kulture u ožujku, 2022.

2.2. PRAĆENJE ŠTETNIH ORGANIZAMA I MIKOTOKSINA

2.2.1. Praćenje prisutnosti konidija

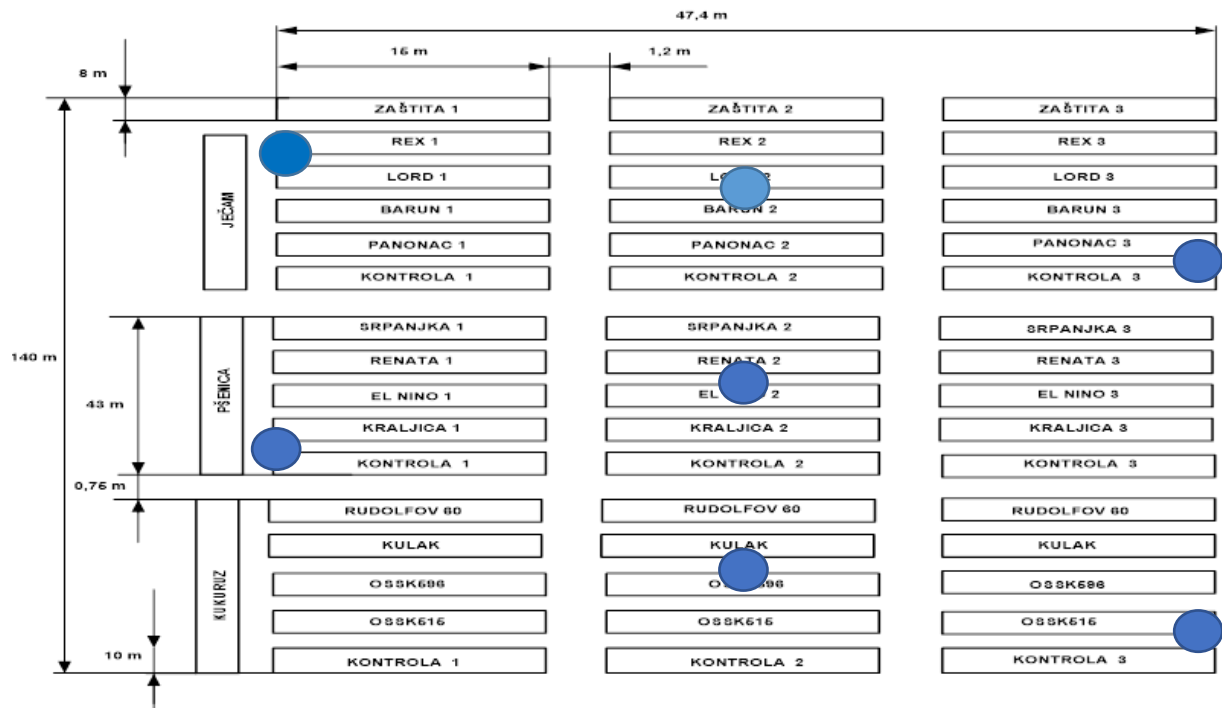
Jedna od izglednih posljedica klimatskih promjena i zatopljenja je povećanje pojavnosti mikotoksina na kulturama, osobito žitaricama. U svibnju i srpnju 2021. godine provedeno je uzorkovanje zraka radi analize prisutnosti konidija i/ili spora mikotoksigenih gljivica u eksperimentalnom polju. Podatci o pojavnosti konidija određene vrste bit će uspoređeni s podacima pojavnosti određenog mikotoksina na žitaricama poslije berbe.

Materijali i metode

Na eksperimentalnom polju određeno je 7 točaka na kojima će se provoditi uzorkovanje (Slika 1.) Pri određivanju pozicija za uzimanje uzoraka zraka vodilo se računa da se uzorci uzmu u području sve tri kulture, da budu prisutne rubne i unutrašnje zone nasada. Uzorkovanje zraka provedeno je pomoću uređaja „Air Sampler“ MAS- 100NT (Merck Milipore) (Slika 2.), protok zraka bio je 500L/5min, a zrak je propušan preko sterilnih hranjivih podloga u Petrijevim posudama. Korištene su, na svakoj lokaciji, dvije hranjive podloge, Potatoe Dextrose Agar (PDA, HiMedia, Indija) i Sabouraud Dextrose Agar (Merck, Njemačka), kako bi se izolirali konidiji što većeg broja vrsti gljivica prisutnih u zraku. Na svakoj kontrolnoj točki i za svaku hranjivu podlogu rađene su dvije replike uzorkovanja. Nakon uzorkovanja zraka Petrijeve posude su zatvorene pomoću parafilma i dostavljene u laboratorij. Provedena je inkubacija na $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ i 90% vlažnosti u trajanju od 48 sati. Nakon 48 sati posudice su pregledane i kolonije gljivica u nastajanju izolirane su u čiste kulture u Petrijeve posudice s istom hranjivom podlogom koja je bila prisutna u zdjelici korištenoj pri uzorkovanju zraka. Čiste kulture su, nakon 14 dana u inkubatoru na $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ i 90% vlažnosti, i stavljene na 4°C do determinacije. Uzorkovanje je provedeno u svibnju i srpnju 2021. g., (Slika 3.) a bit će ponovljeno u rujnu na istim lokacijama.

Rezultati

Čiste kulture gljivica čiji su konidiji izolirani uzorkovanjem zraka u eksperimentalnom polju u svibnju i srpnju se determiniraju morfološkim metodama. Gljivice koje će se identificirati kao pripadnici rodova koji proizvode neki od mikotoksina koji su dio ovog istraživanja, bit će nasadene na hranjive podloge koje stimuliraju proizvodnju tog mikotoksina i inkubirane u uvjetima povoljnim za biosintezu tog toksina kako bi se provjerio mikotoksigeni kapacitet danog izolata.



Slika 1. Lokacije uzorkovanja zraka u pokusnom polju



Slika 2. Uređaj za sakupljanje zraka „Air sampler“



Slika 3. Uzorkovanje zraka u mjesecu svibnju i srpnju 2021.g.

Cilj istraživanja je utvrđivanje najčešćih gljivica koje kontaminaju pšenicu, ječam i kukuruz, kao i stupanj infekcije te proizvodnja mikotoksina. Uzorci zraka uzorkovani su na dvije različite hranjive podloge Potatoe Dextrose Agar (HiMedia, Indija) i Sabouraud Dextrose Agar (Merck, Njemačka) u Petrijevim zdjelicama promjera 90 mm zbog detekcije različitih tipova gljivica. Svako uzorkovanje ponovljeno je 2 puta. Uzorci su postavljeni na inkubaciju 48h/30°C (Slika 4.). Nakon inkubacije (u prosjeku) u svakoj Petrijevoj zdjelici razvile su se 2-3 različite kulture (Slika 5.). Iz mješovitih kultura u sterilnim uvjetima iz svih Petrijevih zdjelica izdvojene su čiste kulture u zasebne Petrijeve zdjelice (Slika 6.).



Slika 4. Inkubacija mješovitih kultura



Slika 5. Mješovite kulture nakon 48h inkubacije



Slika 6. Izolacija čistih kultura

Morfološka determinacija kultura je u tijeku i dobiveni rezultati prezentirati će se u radovima i završnom izvješću.

2.2.2. Praćenje štetnih organizama

Kroz projekt je planirano provesti istraživanje populacije gospodarski značajnih štetnika kukuruza poput kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte), kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis* Hübner), klisnjaka (*Agriotes brevis* Candeze, *Agriotes lineatus* L., *Agriotes ustulatus* Schall., *Agriotes sputator* Schall.), te žute kukuruzne sovice (*Helicoverpa armigera* Hübner) (Tablica 1.).

Materijali i metode

Lovke za ulov kukaca su postavljene na pokusno polje kukuruza 26. svibnja 2021. godine (Slike 7. a) i b)). Za ulov pojedinih vrsta kukaca korištene su različite vrste lovki bez ili uz dodatak feromona (Slika 8. a) i b)). Prikazom 1. prikazan je razmještaj i tip lovki na pokusnom polju kukuruza. Nakon postavljanja lovke su pregledavane svakih 10 dana. Svi ulovljeni primjerci kornjaša su prebačeni u posude sa 70%-tnim EtOH i pohranjeni u hladnjak na temp. od +4 °C (Slika 9.), a leptiri moljaca su skupljeni u sterilne posudice.

Tablica 1. Tipovi lovki i feromona, Osijek, 2021.

Vrsta štetnika	Tip lovke	Feromon - oznaka
Kukuruzna zlatica (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>)	KLP+feromon	Flore

		Žuta ljepljiva ploča+ feromon	
Kukuruzni moljac (<i>Ostrinia nubilalis</i>)		RAG	<i>E - strain</i> <i>Z – strain</i>
Klisnjaci (Elateridae)	<i>Agriotes brevis</i>	YR	
	<i>Agriotes lineatus</i>	YR	
	<i>Agriotes ustulatus</i>	YR	
	<i>Agriotes sputator</i>	YR	
Žuta kukuruzna sovica (<i>Helicoverpa armigera</i>)		VARI	

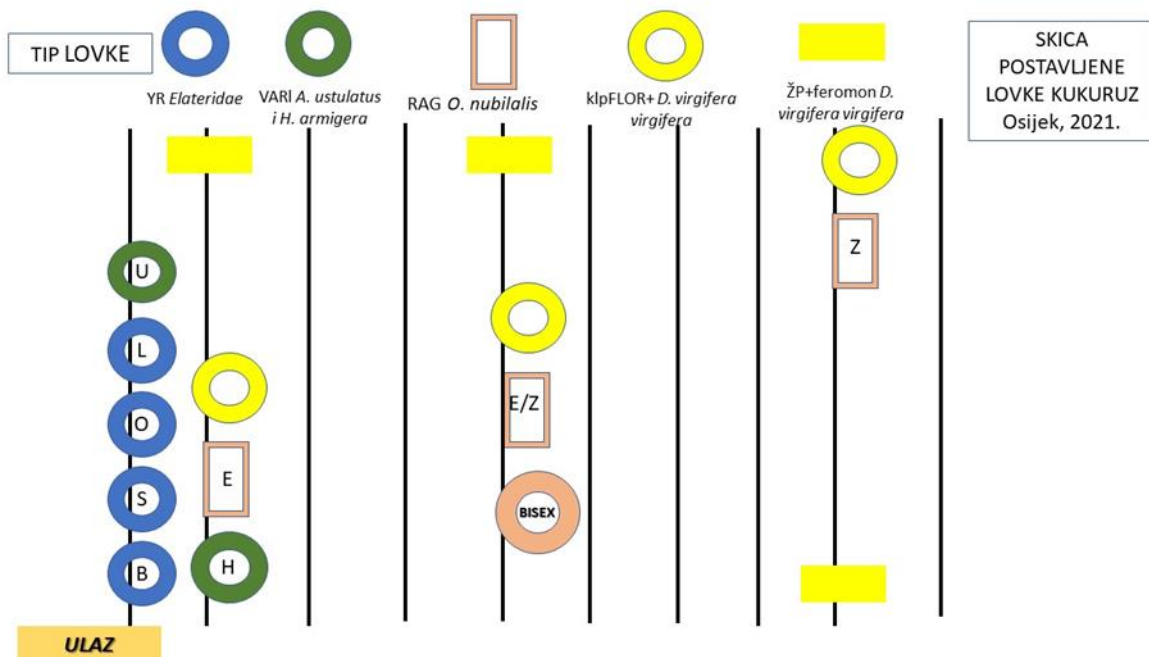


Slika 7. a) i b) Postavljanje lovki na pokusnom polju kukuruza, Osijek, 2021.



Slika 8. a) i b) Lovke u polju, Osijek, 2021.

Skica 1. Razmještaj lovki na pokusnom polju kukuruza, Osijek , 2021.





Slika 9. Ulov klisnjaka, Osijek, 2021.

Vizualni pregled biljaka na prisutnost kukaca u svrhu praćenja slobodnih potencijalnih prenosioca miktoksigenih gljivica je obavljen 21. srpnja 2021. u pokusnom polju kukuruza. Slučajnim odabirom pregledano je 300 biljaka na rubnim dijelovima i u sredini parcele sa kojih je sakupljeno sveukupno 120 jedinki odraslih kukaca (Tablica 2).

Tablica 2. Ulov kukaca metodom vizualnog pregleda biljaka

Vrsta štetnika	Broj jedinki
Kukuruzna zlatica (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>)	110
Kukuruzni moljac (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	8
<i>Agriotes brevis</i>	0
<i>Agriotes lineatus</i>	0
<i>Agriotes sputator</i>	0
<i>Agriotes ustulatus</i>	0
Žuta kukuruzna soвица (<i>Helicoverpa armigera</i>)	2

Prikupljanje odraslih kukaca kukuruznih zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) u pokusnom polju kukuruza

U mjesecu srpnju prikupljeno je 110 odraslih kukaca kukuruznih zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) (Slika 10.) u svrhu utvrđivanja brojnosti i vrsta konidija gljivica na kukcima kao prijenosnicima.

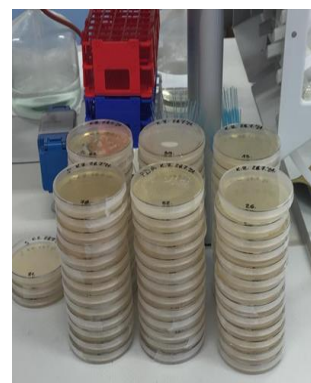
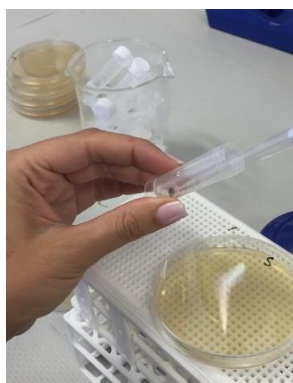
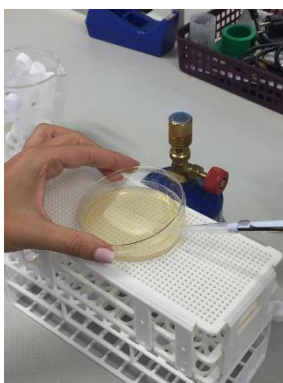


Slika 10. Prikupljanje odraslih kukuruznih zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

Materijali i metode

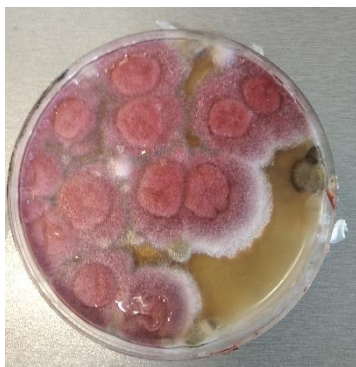
Kukuruzne zlatice sakupljene su u sterilnim bočicama s navojem te isprane u 1mL sterilizirane destilirane vode. Voda sa konidijama sterilno je prenesena na Petrijeve posude promjera 90 mm s hranjivom podlogom Potatoo dextrose agar (HiMedia, Indija) i Sabouraud Dextrose Agar (Merck, Njemačka), kako bi se izolirali konidiji što većeg broja vrsti gljivica prisutnih na kukuruznim zlasticama (Slika 11.).

Petrijeve zdjelice su postavljene na inkubaciju pri temperaturi od $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ i 90% vlažnosti u trajanju od 48 sati. Nakon 48 sati posudice su pregledane (Slika 12.) i kolonije gljivica u nastajanju izolirane su u čiste kulture u Petrijeve posudice s istom hranjivom podlogom koja je bila prisutna u zdjelici korištenoj pri uzorkovanju zraka. Čiste kulture su, nakon 14 dana u inkubatoru na $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ i 90% vlažnosti, i stavljene na 4°C do morfološke determinacije.





Slika 11. Inokulacija i inkubacija konidija s kukuruznih zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)



Slika 12. Mješovite kulture izolirane s kukuruznih zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

Izolacija čistih kultura gljivica i morfološka determinacija je u tijeku te će biti prikazana u radovima i budućim izvješćima.

Prikupljanje leptira kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis* Hübner) u pokusnom polju kukuruza

Prikupljanje leptira kukuruznog moljca u svrhu utvrđivanja potencijala kukaca prijenosnika spora gljivica provedeno je 01. rujna 2021. godine lovnim lampama (Slika 13.). Lovne lampe su improvizirane UV lampe na provizornim perajama tamne boje koje stoje iznad posude zapremine 25 litara. UV lampa je pogonjena baterijom od 12V, dovoljno za osvjetljenje od 12 sati. Posuda i lampa su dezinficirane u 70% EtOH a na dno posude je postavljena posuda sa kloroformom (Merck, Njemačka). Kloroform služi za omamljivanje uhvaćenih leptira. Lampa i posuda su ostavljene u kukuruzu preko noći, a kukuruzni moljac je sakupljan u jutarnjim satima u sterilnim uvjetima u sterilne bočice s navojem. Zbog niske populacije odraslih leptira noću, postupak je proveden višekratno dok nije ulovljen potreban broj kukaca (100). Uzorci se čuvaju u frižideru pri 4°C do inokulacije i inkubacije na hranjive podloge u svrhu određivanja prisutnosti mikotoksigenih gljivica.



Slika 13. Prikupljanje leptira kukuruznog moljca lovnim lampama, Osijek, 2021.

Sva mjerenja populacija štetnih kukaca u kukuruzu na pokusnom polju tijekom datuma redovitih obilazaka bit će prikazana na kraju vegetacije kroz dijagrame kretanja populacije štetnih kukaca na pojedinim lovkama.

Prikupljanje štetnika u pokusnom polju pšenica

U polju pšenice obavljen je vizualni pregleda biljaka na crvenog i plavog balca (*Oulema melanopus* i *O. lichenis*) gospodarski važnih štetnika strnih žitarica, 26. svibnja 2021. uzorkovanje je obavljeno korištenjem entomološke mreže. Prilikom vizualnog pregleda na pet mjesta u nasadu odabran je najpovoljniji lokalitet površine 1 m² koji je pregledan na prisutnost ličinki balca. Osim vizualnog pregleda obavljeno je i uzorkovanje entomofaune korištenjem entomološke mreže metodom košnje od 100 zamaha mrežom prohodom dijagonalno kroz pokusno polje pšenice.

Rezultati dinamike populacije štetnih kukaca biti će prikazani nakon završetka vegetacijske sezone.

2.3. PRAĆENJE KVALITETE I KVANTITETE ZRNA

Određivanje kvalitete zrna pšenice, ječma i kukuruza odvijalo se u tri dijela.

Prvi dio - potrebna količina zrna za analizu po godini: 2 kg dorađenog zrna od svake sorte pšenice, ječma i kukuruza.

- Čistoća zrna pšenice, ječma i kukuruza
 - a. Prisutnost drugih vrsta i korova pšenice, ječma i kukuruza
- Klijavost zrna pšenice, ječma i kukuruza
- Ispitivanje zdravstvenog stanja zrna pšenice, ječma i kukuruza
- Test ispiranja i ispitivanje prisutnosti spora *Tilletia* spp. pšenice, ječma i kukuruza

Drugi dio - 5 kg homogeniziranog zrna, očišćenog od pljevice, primjesa i organskih/anorganskih nečistoća od svake sorte pšenice i ječma.

Određivanje fizikalno- kemijskih karakteristika:

Fizikalne

- Masa 1000 zrna pšenice, ječma i kukuruza
- Hektolitarska masa pšenice, ječma i kukuruza
- Udio zrna I klase (frakcije I+II) ječma

Kemijske

- Određivanje vlage u zrnu pšenice, ječma i kukuruza
- Određivanje proteina u zrnu pšenice, ječma i kukuruza
- Određivanje škroba u zrnu pšenice, ječma i kukuruza
- Broj padanja u zrnu pšenice
- Sedimentacijska vrijednost (Zeleny) u zrnu pšenice
- Vlažni gluten u zrnu pšenice
- Gluten indeks u zrnu pšenice

Farinografske

- Upijanje vode brašna od pšenice
- Razvoj (min.) tijesta od pšenice
- Stabilnost (min.) tijesta od pšenice
- Otpor (min.) tijesta od pšenice
- Stupanj omekšanja (FJ) tijesta od pšenice
- Farinografski broj kvalitete (FBK) tijesta od pšenice
- Skupina kvalitete tijesta od pšenice

Ekstenzografski

- Energija (cm²) tijesta od pšenice
- Otpor (EJ) tijesta od pšenice
- Rastezljivost (mm) tijesta od pšenice
- Maksimalni Otpor (EJ) tijesta od pšenice
- Otpor/Rastezljivost tijesta od pšenice
- Otpor/Rastezljivost (Max) tijesta od pšenice

Treći dio - 5 kg homogeniziranog zrna, očišćenog od pljevice, primjesa i organskih/anorganskih nečistoća od svake sorte ječma.

Određivanje sladarskih karakteristika:

- Slađenje zrna ječma
- Određivanje ekstrakta slada zrna ječma
- Razlika ekstrakta F/C slada zrna ječma
- Friabilnost slada zrna ječma
- Viskoznost sladovine zrna ječma
- Kolbach Index slada zrna ječma
- pH sladovine zrna ječma
- Boja sladovine zrna ječma

Analize su kretale sa postotkom izmeljavanja pšenice.

Postotak izmeljavanja

Zrno pšenice samljet će se prema metodi MEBAK (Habschied et la., 2021) na Brabender Quadrumat Senior laboratorijskom mlinu (Brabender, Duisburg, Njemačka) (slika 1) te će se utvrditi postotak izmeljavanja. Quadrumat Senior je univerzalni pilot mlin za pripremu brašna za ispitivanje što sličnijeg brašnima koja se dobivaju iz komercijalne proizvodnje.



Slika 2.3.1. Mljevenje pšenice

2.3.1. PRVI DIO

2.3.1.1. Čistoća zrna

Čistoća određuje se prema Pravilniku o metodama uzorkovanja i ispitivanja kvalitete zrna NN 99/08. Ispituje se iz radnog uzorka čija težina u (g) je propisana za svaku kulturu, a ona za pšenicu i ječam iznosi 120 g, dok za kukuruz 900 g. Predstavlja u postotku izražen odnos zrna kulture koja se ispituje nasuprot količine zrno drugih kulturnih vrsta i korova te inertnih tvari. Rezultati čistoće izračunavaju se na jednu decimalu, a sve komponente moraju iznositi 100 %, a za one manje od zrna ispitivane kulture se dijeli na četiri osnovne frakcije:

- čisto zrno osnovne kulture (zrelo i nedozrelo sjeme, šturo, proklijalo i golo zrno te zrno veće od polovice normalnog zrna);
- zrno drugih (kulturnih) vrsta;
- zrno korova;
- inertne tvari – dijelovi zrna osnovne kulture (manje od polovice normalnog zrna) te strane primjese koje ne potječu od zrna kao što su: zemlja, kamenčići, pijesak, dijelovi stabljike, pljevice, dijelovi mahune i dr. U inertne tvari ubraja se i zrno bez embrija.

2.3.1.1.1. Prisutnost drugih vrsta i korova

Prisutnost drugih biljnih vrsta koje ne pripadaju vrsti zrna koje se ispituje određuje se iz uzorka za utvrđivanje prisutnosti drugih vrsta, uzetog iz prosječnog uzorka. Radi se prema Pravilniku o metodama uzorkovanja i ispitivanja kvalitete sjemena NN 99/08.

Za pšenicu i ječam veličina uzorka za utvrđivanje prisutnosti drugih vrsta iznosi 500 g, a za kukuruz 1000 g. Rezultat ispitivanja navodi se brojem nađenih sjemena drugih vrsta.

2.3.1.2. Klijavost zrna

Klijavost zrna je broj normalnih klijanaca dobivenih u laboratorijskim uvjetima ispitivanja po partiji zrna i zadanoj metodi (slika 2) komori za naklijavanje (Binder, model KBW 720).

Energija klijanja je podatak o broju normalnih klijanaca ispitan i utvrđen u laboratorijskim uvjetima nakon proteka određenog vremena. Klijavost i energija klijanja iskazuju se u postotcima (%). Postupak analize se radi iz frakcije „čisto zrno“ u četiri ponavljanja. „Sjetva“ zrna se vrši pomoću šablone koja sadrži 100 otvora. Navlažen se filter papir, na kojemu je raspoređeno 100 zrna, zarola te stavlja u etilensku vrećicu. Ovisno o vrsti sjemenskog materijala, pripremljen uzorak ide na hlađenje, odnosno u komoru za naklijavanje. Za cijelo vrijeme klijanja podloga mora biti dovoljno vlažna, te se oko zrna mora omogućiti optimalan protok zraka. Za svaku pojedinu vrstu propisane su temperature za naklijavanje čije odstupanje smije biti najviše ± 2 °C.



Slika 2.3.2. Klijanje zrna

Kod očitavanja energije klijanja i klijavosti bitno je utvrditi slijedeće:

- da klijanac ima normalan korjenov sustav (primarni i sekundarni korijen i seminalno korijenje);
- da izdanak ima dobro razvijen hipokotil i epikotil u pojedinih rodova s epigejskim tipom klijanja, odnosno dobro razvijen epikotil u vrsta s hipogejskim tipom klijanja;
- kotiledoni moraju biti pravilno razvijeni;
- koleoptila mora biti pravilno razvijena.

U nenormalne klijance ubrajaju se oštećeni, deformirani i truli (ako se radi o primarnoj infekciji sjemena). Bitno je uočiti i klasificirati ne klijavo zrno:

- svježe zrno – sjeme koje ima fiziološku dormantnost (može upiti vodu ali mu je daljnji razvoj ipak blokiran);
- „mrtvo“ zrno – meko, tamno, pljesnivo sjeme, koje je najčešće napadnuto različitim mikroorganizmima te uslijed toga nema razvoja klijanca.

Kritične točke prilikom ocjenjivanja energije klijanja i klijavosti (slika 3):

- potrebno je dobro poznavanje propisa vezanih za ovu problematiku te poznavanje pravilne anatomske strukture novonastalog klijanca kako bi se mogla provesti pravilna ocjena svakog klijanca. Tu može doći do variranja kriterija s obzirom na različitost u veličini klijanaca, ali je bitno da on sadrži sve potrebne i pravilno razvijene dijelove. Kad je u pitanju korijen, nekoliko dobro razvijenih sekundarnih korjenčića može zamijeniti primarni korijen (*Zea mays*) i sl.;
- prilikom procesa upijanja vode i bubrenja pa sve do završetka klijanja treba se voditi računa kako o temperaturi, tako i potrebnoj prisutnosti svjetla u zadanim terminima;
- dodana vlaga prilikom sijanja uvijek je dovoljna do očitavanja energije klijanja, kada se nakon brojanja ponovno doda potrebna količina vode do konačnog očitavanja klijavosti.



Slika 2.3.3. Ispitivanje klijavosti zrna

2.3.1.3. Ispitivanje zdravstvenog stanja zrna

Cilj je odrediti zdravstveno stanje uzorka zrna na temelju čega se zaključuje o zdravstvenom stanju zrna. Određuje se prema Pravilniku o metodama uzorkovanja i ispitivanja kvalitete sjemena NN 99/08.

Ispitivanje zdravstvenog stanja je važno iz slijedećih razloga (slika 4):

- zrnom prenesena zaraza može dovesti do razvoja bolesti u polju i smanjenja komercijalne vrijednosti usjeva;
- uvezena partija zrna može donijeti štetne organizme u novo područje;
- ispitivanje zdravstvenog stanja zrna može razjasniti ocjenu klijanaca i razloge slabe klijavosti ili formiranja usjeva i biti nadopuna ispitivanju klijavosti;
- rezultati ispitivanja zdravstvenog stanja zrna mogu ukazati na nužnost provođenja tretiranja zrna u cilju iskorjenjivanja patogena koji se prenose sjemenom ili smanjenja opasnosti od prijenosa zaraze.

Radni uzorak uzima se iz prosječnog uzorka po partiji sjemena (200 zrna). "Sjetva" se obavlja u petrijeve posudice \varnothing 9 cm. Zrna moraju biti minimalno 2 cm razdvojena kako ne bi došlo do sekundarne infekcije. Daljnji tijek slijedi metodu za utvrđivanje *Microdochium nivale*: 20 °C uz izmjenu NUV svjetla i mraka u trajanju 24 h. Zatim se sjeme premješta u zamrzivač na -20 °C također na 24 h. Potom se vraća u komoru na 17 °C uz izmjenično 12 h NUV svjetla i 12 h mraka. Period inkubacije ovisi o tome je li sjeme tretirano (14 dana) ili netretirano (10 dana). Rezultati se iskazuju u postocima [%], a visina zaraze je limitirana na 10 %.

Kritične točke tijekom ove metode mogu biti:

- moguće oscilacije u temperaturi te ispravnosti NUV svjetlosnih cijevi, stoga je potrebna svakodnevna kontrola istoga;
- utvrđivanje makrokonidija *Microdochium nivale* prema obliku i broju septi.



Slika 2.3.4. Ispitivanje zdravstvenog stanja sjemena

2.3.1.4. Test ispiranja i ispitivanje prisutnosti spora *Tilletia spp.*

Test ispiranja je jedna od metoda bez naklijavanja ili inkubacije zrna. Određuje se prema Pravilniku o metodama uzorkovanja i ispitivanja kvalitete sjemena NN 99/08. To je prije svega kvalitativna metoda kojom se utvrđuje prisutnost uzročnika bolesti na površini sjemena ili kontaminaciji, no uz korištenje hemocitometara ova metoda postaje kvantitativnom.

Za dokazivanje zaraze zrna žitarica potrebno je staviti 80 ml sjemena u tikvicu 250 ml i prelići s 70 ml destilirane vode uz dodatak 2 kapi detergenta za pranje suđa te mučkati u automatskoj mučkalici 10 minuta. Tekućinu iz svake tikvice (10 ml) izliti u epruvetu i centrifugirati 4 minute na 2400 okretaja. Odlije se ili odpipetira tekućina iznad taloga i doda 2 ml destilirane vode te napravi dobra suspenzija taloga. Iz svake kivete mikroskopirati najmanje 4 kapi na hemocitometru koji ima urezanu Neubauerovu mrežicu.

Za obračun količine spora po zrnu potrebna je apsolutna masa jer se tako izračuna količinu spora na jednom zrnu.

2.3.1.5. REZULTATI PRVI DIO

Tablica 2.3.1. Postotak izmeljavanja pšenice

Uzorak	Postotak izmeljavanja (%)
KRALJICA	Da
SRPANJKA	Da
EL NINO	Da
RENATA	Da

Tablica 2.3.2. Čistoća zrna pšenice (%) 120 g.

Sorta	Čistoća (%)	Inertna tvar (%)	Druge vrste
KRALJICA	Da	Da	Da
SRPANJKA	Da	Da	Da
EL NINO	Da	Da	Da
RENATA	Da	Da	Da

Tablica 2.3.3. Prisutnost drugih vrsta i korova u pšenici (br.zrna/500g.)

Sorta	Broj zrna	Korovi (broj)
KRALJICA	Da	Da
SRPANJKA	Da	Da
EL NINO	Da	Da
RENATA	Da	Da

Tablica 2.3.4. Energija i klijavost pšenice (%)

Sorta	Energija (%)	Klijavost (%)	Nenormalni klijanci (%)	Neklijalo sjeme (%)
KRALJICA	Da	Da	Da	Da
SRPANJKA	Da	Da	Da	Da
EL NINO	Da	Da	Da	Da
RENATA	Da	Da	Da	Da

Tablica 2.3.5. Zdravstveno stanje zrna pšenice

Sorta	Bolesti	%
KRALJICA	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Penicillium spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da
SRPANJKA	<i>Helminthosporium spp.</i>	Da
	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
EL NINO	<i>Helminthosporium spp.</i>	Da
	<i>Penicillium spp</i>	Da
	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da
RENATA	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Penicillium spp.</i>	Da

RENATA	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da
	<i>Penicillium spp.</i>	Da

Tablica 2.3.6. Test ispiranja i ispitivanje prisutnosti spora *Tilletia spp.*

Da

Tablica 2.3.7. Čistoća sjemena ječma (%) 120

Sorta	Čistoća (%)	Inerta tvar %
BARUN	Da	Da
LORD	Da	Da
PANONAC	Da	Da
REX	Da	Da

Tablica 2.3.8. Prisutnost drugih vrsta i korova u ječmu (br.zrna/500g)

Sorta	Pšenica(broj zrna)	Korovi (broj)
BARUN	Da	Da
LORD	Da	Da
PANONAC	Da	Da
REX	Da	Da

Tablica 2.3.9. Energija i klijavost zrna ječma (%)

Sorta	Energija (%)	Klijavost (%)
KRALJICA	Da	Da
SRPANJKA	Da	Da
EL NINO	Da	Da
RENATA	Da	Da

Tablica 2.3.10. Zdravstveno stanje zrna ječma

Sorta	Bolesti	%
-------	---------	---

BARUN	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Helminthosporium spp.</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Penicillium spp.</i>	Da
	<i>Acremonium spp.</i>	Da
LORD	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Helminthosporium spp.</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Aspergillus spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da
PANONAC	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Helminthosporium spp.</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Aspergillus spp.</i>	Da
	<i>Penicillium spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da
REX	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Helminthosporium spp.</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Aspergillus spp.</i>	Da
	<i>Penicillium spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da

Tablica 2.3.11. Test ispiranja i ispitivanje prisutnosti spora *Tilletia spp.*

Da

Tablica 2.3.12. Čistoća zrna kukuruza (%) 900 g

Hibrid	Čistoća (%)	Inertna tvar (%)	Druge vrste
--------	-------------	------------------	-------------

RUDOLFOV 60	Da	Da	Da
KULAK	Da	Da	Da
OSSK 596	Da	Da	Da
OSSK 515	Da	Da	Da

Tablica 2.3.13. Prisutnost drugih vrsta i korova (br.zrna/1000g.)

Da

Tablica 2.3.14. Energija i klijavost kukuruza (%)

Hibrid	Energija (%)	Klijavost (%)	Nenormalni klijanci (%)	Neklijalo zrno (%)
RUDOLFOV 60	Da	Da	Da	Da
KULAK	Da	Da	Da	Da
OSSK 596	Da	Da	Da	Da
OSSK 515	Da	Da	Da	Da

Tablica 2.3.15. Zdravstveno stanje zrna kukuruza

Hibrid	Bolesti	(%)
RUDOLFOV 60	<i>Penicillim spp.</i>	Da
	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Cephalosporium spp.</i>	Da
	<i>Asperillus spp.</i>	Da
KULAK	<i>Gliocladium spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp</i>	Da
	<i>Penicillium spp.</i>	Da
	<i>Fusarium spp</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Alternaria alernata</i>	Da

OSSK 596	<i>Penicillium spp.</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da
OSSK 515	<i>Penicillium spp.</i>	Da
	<i>Fusarium spp.</i>	Da
	<i>Rhizopus spp.</i>	Da
	<i>Cephalosporium spp.</i>	Da
	<i>Cladosporium spp.</i>	Da
	<i>Alternaria alternata</i>	Da
	<i>Aspergillus spp.</i>	Da
	<i>Trichoderma spp.</i>	Da

Tablica 2.3.16. Test ispiranja i ispitivanje prisutnosti spora *Tilletia spp.*

Da

2.3.2. DRUGI DIO

Određivanje fizikalnih, kemijskih, farinografskih i ekstenzografski karakteristika:

2.3.2.1. Fizikalne

- Masa 1000 zrna pšenice, ječma i kukuruza
- Hektolitarska masa pšenice i ječma
- Udio zrna I klase (frakcije I+II) ječma

2.3.2.1.1. Masa 1000 zrna

Masa 1000 zrna je masa 1000 sjemenki ispitivanog uzorka uzetog iz frakcije „čisto zrno“, a izražena u gramima (g) na jednu decimalu.

Postupak određivanja mase 1000 zrna se izvodi pomoću brojača sjemena (*Seed Counter Contador*, proizvođač *Pfeuffer GmbH*) gdje se frakcija „čisto sjeme“ se propušta kroz brojač koji putem indikatora očitava prisutan broj zrna (slika 4). Na osnovu prikupljenih podataka izračunava se masa 1000 zrna.



Slika 2.3.5. Određivanje mase 1000 zrna

2.3.2.1.2. Hektolitarska masa

Predstavlja masu 100 litara izraženu u kilogramima. Kako škrob, od svih sastojaka zrna, ima najveću specifičnu masu, smatra se da je zrno veće hektolitarske mase bogatije u udjelu škroba. Hektolitarska masa (kg) zrna pšenice i ječma odredit će se Infratec 1241 Grain Analyzer-om uz korištenje dodatne aplikacije za mjerenje hektolitarske mase (Test Weight Module) (Foss Tecator AB, Švedska) prema NIT metodi (slika 5).



Slika 2.3.6. Određivanje hektolitarske mase

2.3.2.1.3. Udio zrna I klase (frakcije I+II)

Provodi se prema metodi Analytica EBC method 3.11. Udio zrna većih od 2,5 i 2,8 mm.

2.3.2.2. Kemijske

- Određivanje vlage u zrnu pšenice, ječma i kukuruza
- Određivanje proteina u zrnu pšenice, ječma i kukuruza
- Određivanje škroba u zrnu pšenice, ječma i kukuruza
- Broj padanja u zrnu pšenice
- Sedimentacijska vrijednost (Zeleny) u zrnu pšenice
- Vlažni gluten u zrnu pšenice
- Gluten indeks u zrnu pšenice

2.3.2.2.1. Određivanje vlage u zrnu

Vlaga zrna je količina vode u zrnu iskazana u postotku (%). Određuje se prema Pravilniku o metodama uzorkovanja i ispitivanja kvalitete sjemena NN 99/08. Uzorci za analizu pakiraju se u vodonepropusnu ambalažu iz koje je dobro istisnut zrak i upotrebljivi su 48 h od uzorkovanja.

Radni uzorak se melje na odgovarajuću krupnoću:

- za zrno žitarica: najmanje 50 % čestica mora proći kroz sito s otvorima \varnothing 0,50 mm, a na situ s otvorima \varnothing 1,00 mm treba ostati 10 %;

Posudice u koje se sipa radni uzorak sjemena su od nekorozivnog metala sa odgovarajućim poklopcima kako bi se spriječio gubitak vlage tijekom obrade.

Vlaga se ispituje u dva ponavljanja iz uzorka za vlagu u količini koja odgovara veličini promjera posude:

- \varnothing 5,5 cm za žitarice (4 – 5 g masa radnog uzorka).

Udio vlage iskazuje se u postotcima na jednu decimalu, a kao rezultat uzima se aritmetička sredina oba ponavljanja. Ako je odstupanje veće od 0,2 %, potrebno je postupak ponoviti.

Kod utvrđivanja vlage zrna potrebno je obratiti pozornost na slijedeće:

- pravodobno pristupiti analizi (odmah);
- voditi računa o debljini sloja samljevenog zrna te o veličini posude (ovisi o vrsti kulture);
- kontrolirati temperaturu na termostatu;
- paziti na duljinu izlaganja sjemenskog materijala zadanoj temperaturi.

2.3.2.2.2. Određivanje proteina u zrnu

Provodi se prema metodi HRN EN 15948:2020: Određivanje vlage i proteina u žitaricama

2.3.2.2.3. Određivanje škroba u zrnu

Određuje se na Infratec 1241 Grain Analyzer (Foss Tecator AB, Sweden) prema NIT metodi.

2.3.2.2.4. Broj padanja

Provodi se prema metodi HRN ISO 3093: Određivanje "Broja padanja" prema Hagberg-u u cilju procjene stupnja aktivnosti alpha-amilaze u zrnu i brašnu.

2.3.2.2.5. Sedimentacijska vrijednost (Zeleny)

Provodi se prema metodi HRN ISO 5529: Određivanje sedimentacijske vrijednosti (prema Zeleny-u) kao aproksimativne procjene pekarske kakvoće.

2.3.2.2.6. Vlažni gluten

Provodi se prema metodi ICC Standard Method 137/1 (Glutomatic 2200, Perten): Međunarodni standard za mehaničko određivanje količine vlažnog glutena u pšeničnom brašnu.

2.3.2.2.7. Gluten indeks

Provodi se prema metodi ICC Standard Method 155 (Gluten Index ac. to Perten, Gluten Index Centrifuge 2015): Određivanje količine i kvalitete vlažnog glutena. Vlažni gluten u pšeničnom brašnu je viskoelastična supstanca koju čine glijadini i glutenini, a koja se dobije mehaničkim ispiranjem brašna vodenom otopinom soli. Gluten indeks se određuje u cilju procjene karakteristika glutena, koje indiciraju da li se radi o slabom, normalnom ili jakom glutenu.

2.3.2.3. Farinografske

Provode se prema metodi HRN ISO 5530-1: Određivanje apsorpcije vode i reoloških svojstava. Ovom standardnom metodom se specificira upotreba Brabender Farinograph-a za određivanje upijanja vode pšeničnog brašna i ponašanje tijesta napravljenog od brašna i vode tijekom zamjesa.

- Upijanje vode brašna od pšenice
- Razvoj (min.) tijesta od pšenice
- Stabilnost (min.) tijesta od pšenice
- Otpor (min.) tijesta od pšenice
- Stupanj omekšanja (FJ) tijesta od pšenice
- Farinografski broj kvalitete (FBK) tijesta od pšenice

- Skupina kvalitete tijesta od pšenice

2.3.2.4. Ekstenzografske

Provode se prema metodi HRN ISO 5530-2: Određivanje reoloških svojstava ekstenzografom. Ovom standardnom metodom se specificira upotreba Brabender Extensograph-a za određivanje reoloških svojstava tijesta od pšeničnog brašna u produženom testu. Zabilježena krivulja ekstenzije tijesta koristi se za procjenu ukupne kvalitete brašna i odziva brašna na dodatak poboljšivača.

- Energija (cm²) tijesta od pšenice
- Otpor (EJ) tijesta od pšenice
- Rastezljivost (mm) tijesta od pšenice
- Maksimalni Otpor (EJ) tijesta od pšenice
- Otpor/Rastezljivost tijesta od pšenice
- Otpor/Rastezljivost (Max) tijesta od pšenice

2.3.2.5. REZULTATI DRUGI DIO

Fizikalne

Tablica 2.3.17. Fizikalne karakteristike zrna pšenice

Sorta	Masa 1000 zrna	Hektolitarska masa kg/hl
KRALJICA	Da	Da
SRPANJKA	Da	Da
EL NINO	Da	Da
RENATA	Da	Da

Tablica 2.3.18. Fizikalne karakteristike zrna ječma

Sorta	Masa 1000 zrna	Hektolitarska masa kg/hl	Udio zrna I klase (frakcije I+II (%))
BARUN	Da	Da	Da
LORD	Da	Da	Da
PANONAC	Da	Da	Da
REX	Da	Da	Da

Tablica 2.3.19. Fizikalne karakteristike zrna kukuruza

Sorta	Masa 1000 zrna	Hektolitarska masa kg/hl
RUDOLFOV 60	Da	Da
KULAK	Da	Da
OSSK 596	Da	Da
OSSK 515	Da	Da

Kemijske

Tablica 2.3.20. Kemijske karakteristike zrna pšenice

Sorta	Vlaga (%)	Protein (%)	Škrob (%)	Broj padanja (sec)	Sedimentacijska vrijednost (cm ³)	Vlažni gluten (%)
KRALJICA	Da	Da	Da	Da	Da	Da
SRPANJKA	Da	Da	Da	Da	Da	Da
EL NINO	Da	Da	Da	Da	Da	Da
RENATA	Da	Da	Da	Da	Da	Da

Tablica 2.3.21. Kemijske karakteristike zrna ječma

Sorta	Vlaga (%)	Protein (%)	Škrob (%)
BARUN	Da	Da	Da
LORD	Da	Da	Da
PANONAC	Da	Da	Da
REX	Da	Da	Da

Tablica 2.3.22. Kemijske karakteristike zrna kukuruza

Sorta	Vlaga (%)	Protein (%)	Škrob (%)
RUDOLFOV 60	Da	Da	Da
KULAK	Da	Da	Da
OSSK 596	Da	Da	Da
OSSK 515	Da	Da	Da

Farinografski

Tablica 2.3.23. Farinografski parametri kvalitete pšenice

Uzorak	Upijanje vode (%)	Razvoj (min.)	Stabilnost (min.)	Otpor (min.)	Stupanj omekušanja (FJ)	Farinografski broj kvalitete (FBK)	Skupina kvalitete
KRALJICA	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
SRPANJKA	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
EL NINO	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
RENATA	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da

Ekstenzografski

Tablica 2.3.24. Ekstenzografski parametri kvalitete pšenice(135 min)

Uzorak	Energija (cm ²)	Otpor (EJ)	Rastezljivost (mm)	Maksimalni Otpor (EJ)	Otpor/Rastezljivost	Otpor/Rastezljivost (Max)
KRALJICA	Da	Da	Da	Da	Da	Da
SRPANJKA	Da	Da	Da	Da	Da	Da
EL NINO	Da	Da	Da	Da	Da	Da
RENATA	Da	Da	Da	Da	Da	Da

2.3.3. TREĆI DIO

2.3.3.1. Slađenje zrna ječma

Slađenje zrna ječma provest će se u jedinici za automatizirano mikroslađenje (slika 6) standardnim postupkom Joe White Micro Malting Unit (Habschied et la., 2021).



Slika 2.3.7. Slađenje zrna ječma

2.3.3.2. Ekstrakt slada

Pod pojmom ekstrakta podrazumijevaju se svi topljivi sastojci slada i oni koji tijekom postupka ukomljavanja postaju topljivi. Provodi se prema metodi Analytica EBC method 4.5.1.: Prinos ekstrakta (% dm) i vrijeme saharifikacije (min).

Najvažniji pokazatelj kvalitete slada je njegovo ponašanje tijekom komljenja i sposobnost postizanja maksimalne razgradnje njegovih sastojaka. Količina ekstrakta slada odredit će se standardnim postupkom ukomljavanja 50 g slada u laboratoriju (tzv. kongresni postupak). Nakon ukomljavanja dobivena sladovina se filtrira, a zatim se odredi specifična gustoća kongresne sladovine (Anton Paar Density Meter DMA 4500) (slika 7). Količina ekstrakta (%) očita se iz tablica prema Plato-u. Prinos ekstrakta izražava se na suhu tvar slada.



Slika 2.3.8. Filtriranje i određivanje sladovine

2.3.3.3. Razlika ekstrakta F/C

Provodi se prema metodi Analytica EBC method 4.5.2: Razlika u ekstraktu između fino i grubo samljevenog slada. Komljenje kongresnim postupkom uvijek se obavlja na dva načina pri čemu se svaki put uzima 50 g slada. U prvom slučaju slad se grubo usitnjava tako da mu udio brašna iznosi samo 25 % (ekstrakt grubo mljevenog slada), a u drugom slučaju slad se fino usitnjava tako da mu je udio brašna 90 % (ekstrakt fino mljevenog slada). Razlika ekstrakta (%) izračuna se iz razlike prinosa ekstrakta dobivenog iz fino samljevenog slada i prinosa ekstrakta grubo samljevenog slada .

2.3.3.4. Topljivi protein

Provodi se pomoću NIT metode na Infratec 1241 Grain Analyzer (Foss Tecator AB, Sweden). Količina topljivog proteina dobiva se množenjem topljivog dušika u sladovini s faktorom 6,25 i izražena je u % na suhu tvar slada.

2.3.3.5. Friabilnost slada

Provodi se pomoću Analytica EBC method 4.15.: Friabilnost slada. Određuje se upotrebom friabilimetra standardnim postupkom. Pri tome se cijela zrna slada (50 g) propuštanjem između gumenih valjaka i sitastog bubnja razdvajaju na zrna koja se lako usitnjavaju i na tvrda zrna. Mali fragmenti fiziološki modificiranog materijala izlaze van iz bubnja, dok veći, nerazgrađeni fragmenti zaostaju. Odredi se masa zaostalih fragmenata nakon 8 minuta na temelju koje se izračuna friabilnost slada kao postotak fragmenata koji su prošli kroz bubanj (slika 8).



Slika 2.3.9. Friabilnost slada

2.3.3.6. Viskoznost sladovine

Viskoznost kongresne sladovine određuje se viskozimetrom (Anton Paar AMVn Automated Microviscometer) prema metodi Analytica EBC method 4.8.: Viskoznost sladovine (cP na 20°C i 8,6°P). Izmjerene vrijednosti preračunavaju se na 8,6 % ekstrakta kongresne sladovine, a izražene su u mPas.

2.3.3.7. Kolbach Index

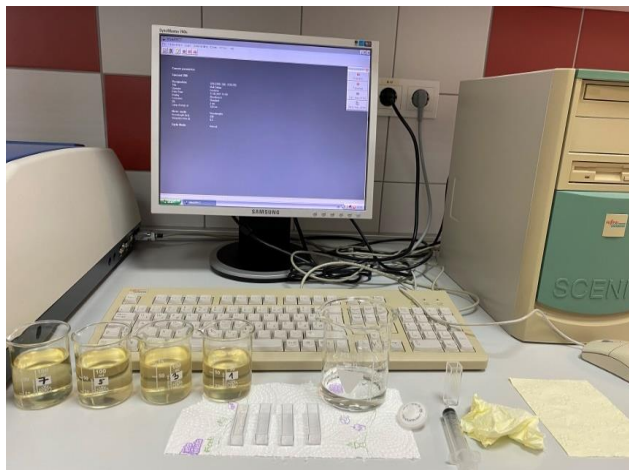
Kolbach-ov indeks (%) pokazatelj je proteolitičke razgrađenosti slada, a određuje se iz količine topljivog dušika koji komljenjem kongresnim postupkom prelazi u sladovinu. Izražava se kao postotak od ukupnog dušika u sladu prema metodi Analytica EBC method 4.9.1.: Topljivi sadržaj dušika (% dm).

2.3.3.8 pH sladovine

Provodi se prema metodi Analytica EBC method 4.18.: pH po Wortu.

2.3.3.9. Boja sladovine

Provodi se prema metodi Analytica EBC method 4.7.1.: Boja slada spektrofotometrijska metoda (slika 9).



Slika 2.3.10. Određivanje boje slada

2.3.3.10. Vlaga slada

Određuje se prema metodi HRN EN 15948:2020: Određivanje vlage i proteina-

2.3.3.11. REZULTATI TREĆI DIO

Tablica 2.3.25. Sladarski parametri kvalitete

Uzorak	Ekstrakt (%)	Razlika ekstrakta F/C (%)	Topljivi protein (%)	Friabilnost (%)	Viskoznost (mPas)	Kolbach Index (%)	Boja sladovine (EBC U)	pH sladovine
BARUN	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
LORD	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
PANONAC	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
REX	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da

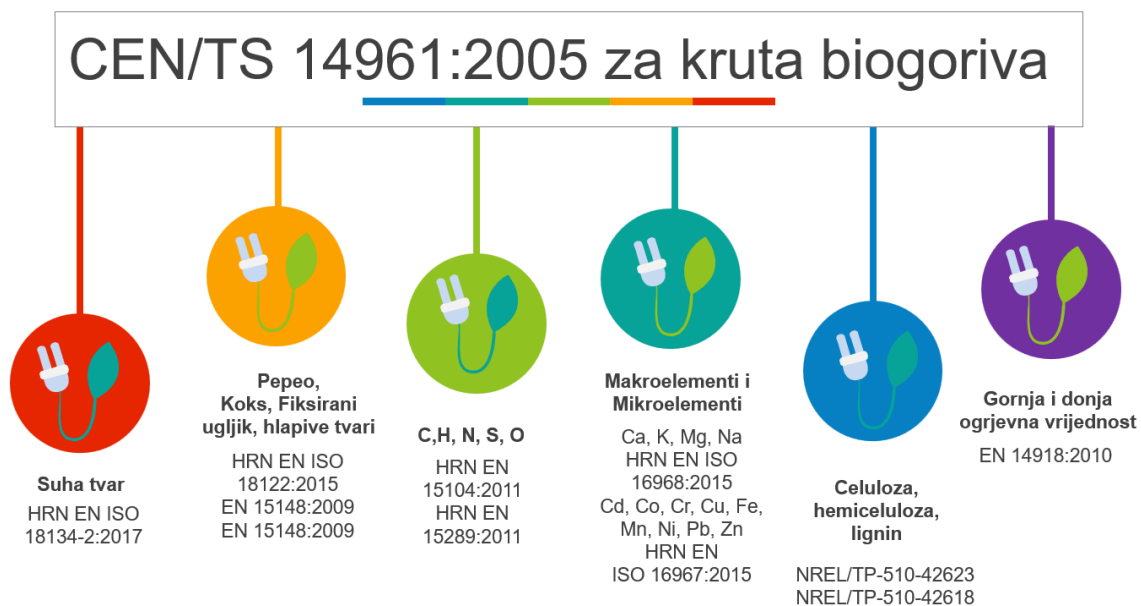
2.3. PRAĆENJE KVALITETE I KVANTITETE BIOMASE

Utvrđivanje energetske svojstva biomase

Zbrinjavanjem i iskorištavanjem otpada te ostataka iz poljoprivrede, potencijalni otpad postaje sirovina te se ujedno nameće mogućnost proizvodnje kvalitetnih energenata.

Različitim procesima, ovisno o željenom obliku energije te vrsti i kvaliteti sirovine, moguće je dobivenu biomasu pretvoriti u kruta, tekuća ili plinovita goriva odnosno izvor energije; što ovisi o željenom načinu upotrebe, okolišnim normama kao i ekonomskim mogućnostima kako bi se zatvorio proces kružnog biogospodarstva.

Da bi određena vrsta sirovine postala potencijalni izvor energije u obliku biomase, moraju se utvrditi njene određene karakteristike zbog boljeg uvida u ekonomsku isplativost i potencijal kod proizvodnje različitih oblika zelene energije, te će iz navedenih razloga dobivena biomasa biti podvrgnuta laboratorijskim analizama (Slika 2.4.1).



Slika 2.4.1. Prikaz provedenih analiza na biomasi u svrhu određivanja energetske karakteristike biomase

Priprema uzoraka za analizu

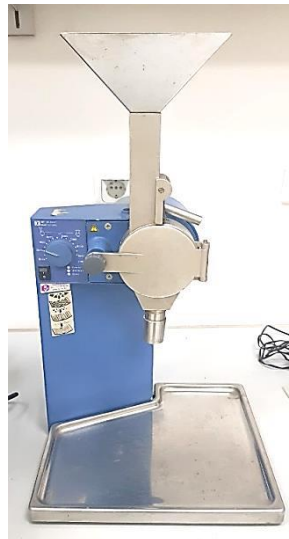
Kod zaprimanja uzoraka, svi uzorci se označuju i obilježavaju šiframa - kojima se označavaju kod provođenja svih analiza (Tablica 2.4.1).

Tablica 2.4.1. Popis uzoraka

1. godina (2021)			
RB	Naziv uzorka	Datum	ŠIFRA
1.	sorta ječma Rex		KJ1 -
2.	sorta ječma Lord		KJ2 -
3.	sorta ječma Barun		KJ3 -
4.	sorta ječma Panonac		KJ4 -

1.	sorta pšenice Srpanjka	KP1 -
2.	sorta pšenice Renata	KP2 -
3.	sorta pšenice El nino	KP3 -
4.	sorta pšenice Kraljica	KP4 -
1.	hibrid kukuruza 515	KK1 -
2.	hibrid kukuruza 596	KK2 -
3.	hibrid kukuruza Rudolf	KK3 -
4.	hibrid kukuruza Kulak	KK4 -

Prije analiza uzorke je potrebno osušiti i usitniti na laboratorijskom mlinu (IKA Analystechnik GmbH, Germany) pomoću sita veličine 1 mm (slika 2.4.2 i 2.4.3).



Slika 2.4.2. Laboratorijski mlin za usitnjavanje uzoraka (IKA Analystechnik GmbH, Germany)

Usitnjena biomasa se prosijava gdje se metodom distribucije čestica u Retsch AS 200 sitotresilici te sitima od 2 mm, 1,25 mm, 630 μ m, 300 μ m, 160 μ m i dnom utvrđuje udio (%) pojedinih frakcija.



Slika 2.4.3. Sito tresilica - lijevo (AS 200, Retsch GmbH, Njemačka); uzorkovanje metodom četvrtanja - desno

Količina uzorka koje će se analizira smanjuje se razdvajanjem (metoda četvrtanja). Nakon što se prethodno pripremljeni uzorak odvaže na radnoj površini se oblikuje u formu stošca, diska te se dijagonalno podjeli na 4 dijela. Dva nasuprotna dijela se odbace, dok se ostatak ponovo miješa te se postupak ponavlja sve dok se ne dobije potrebna količina uzorka kako bi se sve analize mogle odraditi u tri ponavljanja, standardnim metodama.

Fizikalno-kemijska svojstva biomase

Vlaga

Fizikalno-kemijska svojstva obuhvaćaju analizu vlage/suhe tvari, pepela, koksa, fiksiranog ugljika te hlapivih i gorivih tvari. Kao jedan je od najvažnijih parametara za određivanje kvalitete biomase primarno je odrediti njen udio vlage i to neposredno nakon prikupljanja uzoraka.

Vlaga u sirovini, potencijalnom gorivu je nesagorivi sastojak što znači da proporcionalno sa količinom suhe tvari (dio biomase nakon uklanjanja sadržaja vode) raste i kvaliteta biomase. Udio vlage u poljoprivrednoj biomasi može značajno varirati jer ovisi o klimatskim uvjetima, dobu godine kada se obavlja žetva, duljini i načinu skladištenja itd. Upravo iz navedenih razloga udio vlage može značajno utjecati na isplativost korištenja određene sirovine kroz sve faze obrade i oblikovanja biomase do korištenja gotovog proizvoda sa energetsom namjenom (gorivo).



Slika 2.4.4. Priprema uzoraka za analizu vlage/suhe tvari (lijevo); Laboratorijska sušnica Model 30-1060, Memmert, Njemačka (desno)

Vlaga se kod uzoraka utvrđuje dva puta, kao početna vlaga i kao laboratorijska vlaga. Početna vlaga, određuje se kako bi se odredio najbolji način pretvorbe biomase u gorivo uz što manju energetska bilancu, dok se laboratorijska vlaga određuje nakon pripreme uzoraka za daljnje analize te ulazi u sve daljnje proračune kako bi se vrijednosti mogle izraziti na suhu tvar.

Metoda određivanja vlage u biomasi (HRN EN ISO 18134-2:2017) je da se u sušnicu prema specifikacijama standardne metode stavljaju staklene posudice sa točno određenom masom uzoraka. Sušenje traje sve do postizanja konstantne mase, nakon čega se posudice s uzorkom opet važu kako bi se utvrdila razlika u masi prije i poslije sušenja te kako bi se izračunao udio vlage odnosno suhe tvari u biomasi (slika 2.4.4).

Pepeo

Kao neorganski, mineralni dio koji ostaje nakon potpunog izgaranja goriva, pepeo je nepoželjan te se očekuje njegov što niži udio u biomasi (osim u slučaju kada se pomoću pepela obavlja vraćanje mineralnih tvari u tlo).



Slika 2.4.5. Određivanje sadržaja pepela; uzorci prije analize u mufolnoj peći (lijevo), uzorci nakon analize (desno)

Određivanje sadržaja pepela (Slika 2.4.5.) provodi se na način sa se odvagani porculanski lončiči sa uzorkom stavljaju u mufolnu peć (Nabertherm B170 Lilienthal, Njemačka) sukladno standardnoj

metodi (HRN EN ISO 18122:2015). Nakon procesa izgranja u točno određenim i podešenim uvjetima, porculanske posudice sa uzorcima se hlade u eksikatoru te važu kako bi se zabilježile njihove mase i kako bi se preračunao udio pepela.

Koks i fiksirani ugljik

Koks predstavlja sekundarni ugljen koji nastaje pri višim temperaturama, a sastoji se od fiksiranog ugljika i mineralnih tvari u pepelu, te predstavlja ostatak suhe destilacije. Što ga ima više, gorivo je kvalitetnije.

Fiksirani ugljik je čvrsti ugljik u biomasi odnosno kruti ostatak nakon gorenja, a predstavlja količinu vezanog ugljika pomoću fotosinteze u biomasi. Povećanjem fiksiranog ugljika povećava se ogrjevna vrijednost te se poboljšava kvaliteta biomase.

Analiza koksa (slika 2.4.6) predstavlja proces u kojem na vrlo visokoj temperaturi dolazi do izgaranja gorivih i hlapivih tvari prilikom čega zaostaje koks. Priprema uzoraka odvija se na isti način kao i za prethodnu analizu (pepeo) u porculanskim lončićima uz pomoć mufolne peći (Nabertherm B170, Lilienthal, Njemačka). Razlika u odnosu na analizu pepela je u vremenu trajanja i temperaturi analize te poklapanju posudica porculanskim poklopcima sukladno standardnoj metodi (EN 15148:2009).



Slika 2.4.6. Uzorci prije analize koksa (lijevo), analiza koksa (desno)

Sadržaj fiksiranog ugljika određuje se računski tako da se od udjela koksa oduzme udio pepela u suhoj tvari (EN 15148:2009).

Udio ukupnog ugljika (C), vodika (H), dušika (N), sumpora (S) i kisika (O) u ulaznim sirovinama

Ugljik je osnovni i najvažniji element svih vrsta goriva i određuje njegovu kvalitetu te što ga je više, energent je kvalitetniji, dok u biomasi varira biomasi varira u intervalu od 40 % – 75 %. U gorivu se ne nalazi u slobodnom obliku, već vezan s vodikom, kisikom, dušikom i sumporom ili drugim atomom ugljika.

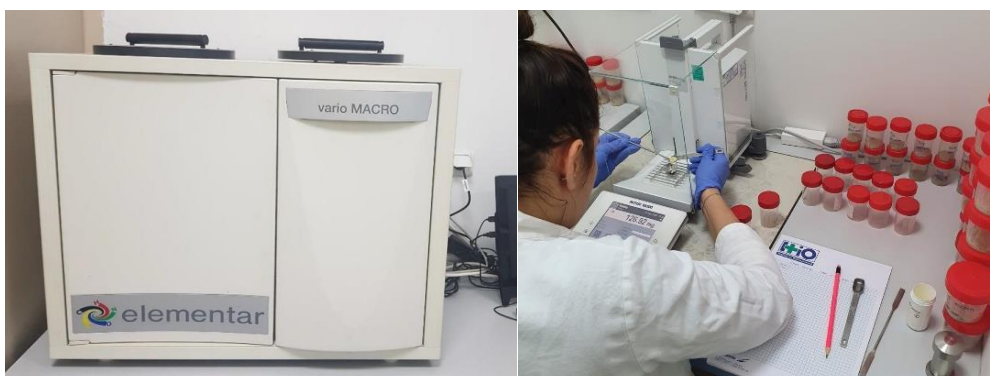
Vodik (H) uz ugljik čini osnovni sastav svakog goriva te je drugi najvažniji element u biomasi. Onaj vodik koji je vezan za ugljik, tzv. slobodni vodik, aktivan je u stvaranju biomase, stvaranju vode i oslobađanju toplote, te na taj način povećava ogrjevnju vrijednost goriva. U gorivu se nalazi u obliku raznih spojeva, no najčešće kao ugljikovodik ili voda.

Kisik (O) je, kao građevni element nepoželjan u biomasi jer veže ugljik, u izgaranju zamjenjuje dio kisika iz zraka, neophodnog za izgaranje. No prisutan je i u obliku spojeva s drugim elementima, čineći ih manje, više ili sasvim negorivim, a njegov sadržaj u biomasi je najčešće između 35 % - 45 %.

Sumpor (S) je također nepoželjan element, a u biomasi se nalazi u tragovima. Vrlo je štetan za okoliš ako se veže na organsku tvar, no usporedno s fosilnim gorivima, izgaranjem biomase emitira se znatno manja količina sumporovog (IV) oksida (SO_2).

Dušik (N) ne sudjeluje u procesu izgaranja i ne razvija toplinu te time smanjuje ogrjevnu vrijednost goriva. U gorivu se nalazi u obliku dušikovih organskih spojeva te kao takav negativno utječe na aktivnosti drugih elemenata s kojima je vezan. Niži sadržaj dušika u gorivu trebao bi dovesti do niže emisije NO_x što je osim s energetskeg važno i s ekološkog aspekta. Sadržaj dušika u biomasi najčešće varira od 0,2 % do 1,5 %.

Količine organskih elemenata (CHNS) prisutne u uzorku, analiziraju se uz pomoć Vario Macro Elemental analizatora (Elementar Analysensysteme GmbH, Njemačka) (slika 2.4.7.) prema standardnoj metodi (HRN EN 15104:2011, HRN EN 15289:2011).



Slika 2.4.7. CHNS Vario Macro Elemental analizator (lijevo), priprema uzoraka za analizu (desno)

Uzorki se pripremaju (slika 2.4.7) na način da se u aluminijsku foliju odvaže određena količina usitnjenog uzorka uz dodatak aditiva (Wolfram(VI)-Oxid powder) prema standardnoj metodi.

Prije puštanja analize potrebno je napraviti sekvencu uzoraka i standarda uz točne odvage. Nakon toga uzorak po uzorak zasebno se spušta kroz sustav do pepeljare oksidacijske kolone gdje uz izravan dotok kisika dolazi do potpunog izgaranja. Plin nosioci – helij – prenosi plinove nastale u kontroliranom procesu izgaranja pri čemu se ne izgorjeni ostatak zadržava u pepeljari. Oslobođeni plinovi NO_x , CO , SO_3 i H_2O , pomoću helija se prenose dalje kroz sustav izgaranja redukcijske kolone gdje se uz pomoć bakra kao redukcijskog sredstva uklanja višak kisika, odnosno NO_x reducira do N_2 , CO do CO_2 , SO_3 do SO_2 . Nakon pročišćavanja plinovi poput CO_2 za C, H_2O za H i SO_2 za S, biti će adsorbirani pomoću zasebnih adsorpcijskih kolona. Nakon čega se uzastopno oslobađaju termičkom desorpcijom (dinamičko razdvajanje plina) te mjerenje na TCD-u, gdje se i direktno, kvantitativno mjeri N_2 . Nadalje, detektirani podaci prenose se na računalo, gdje se postotak sadržaja pojedinog elementa izračunava pomoću signala sa detektora, mase uzorka i spremljene kalibracijske krivulje.

Gornja i donja ogrjevna vrijednost

Ogrjevna vrijednost predstavlja količinu toplinske energije koja se može dobiti pretvorbom biomase. Na ogrjevnu vrijednost najviše utječu kemijski sastav i vlažnost biomase. Ogrjevna vrijednost određuje se mjerenjem u kalorimetru u standardnim uvjetima i svojstvena je za svaku kemijsku tvar (EN 14918:2010). Razlikuju se gornja i donja ogrjevna vrijednost.

Gornja ogrjevna vrijednost određuje se korištenjem standardne metode u adijabatskom kalorimetru (IKA C200 Analysentechnik GmbH, Njemačka) (slika 2.4.8), dok se donja ogrjevna vrijednost dobiva računski iz gornje ogrjevne vrijednosti.

Gornja ogrjevna vrijednost predstavlja onu količinu topline koja nastaje potpunim izgaranjem jedinične količine goriva, pri čemu se dimni plinovi ohlade na 25 °C, a vlaga iz dimnih plinova izluči kao kondenzat. To je najveća moguća energija koja se može dobiti izgaranjem nekog goriva.



Slika 2.4.8. Analiza ogrjevne vrijednosti

Rad kalorimetra zasniva se na tome da se toplinska energija, koja se oslobađa kod izgaranja uzorka unutar kalorimetrijske bombe, utroši na povećanje temperature kalorimetrijske vode i kalorimetrijske bombe. U kvarcnu posudicu odvaže se sitnjeni uzorak koji se potom položi u kalorimetrijsku bombu, a žarna nit se prethodno poveže s uzorkom pomoću pamučnog končića. Bomba se potom zatvori te se na punjaču u nju upuše kisik (čistoća 99,95%) pod tlakom od 30 bara. U kalorimetar se ulije oko 2 L vodovodne vode temperature između 23-26 °C. Nakon toga se bomba postavi u kalorimetar i kalorimetar se zatvara. Nakon što process analize završi na zaslonu uređaja očita se gornja ogrjevna vrijednost (H_g, engl. higher heating value, HHV) u MJ/kg.

Donja ogrjevna vrijednost predstavlja onu količinu topline koja nastaje potpunim izgaranjem jedinične količine goriva, pri čemu se dimni plinovi ohlade na 25° C (do temperature iznad rosišta vodene pare ili pare sumporne kiseline, ako gorivo sadrži sumpor), a vlaga u dimnim plinovima ostaje u obliku pare i toplina kondenzacije ostaje neiskorištena. Na donju ogrjevnju vrijednost utječe sadržaj vlage i maseni udio vodika u gorivu. Donja ogrjevna vrijednost manja je od gornje ogrjevne vrijednosti za toplinu koja je utrošena na isparavanje vode i sumporne kiseline iz goriva ili vode nastale pri gorenju.

Utvrđivanje mikro i makro elemenata na AAS (atomsom apsorpcijskom spektrometru)

Elementarni sastav ima značajan utjecaj na kvalitetu biomase i parametre procesa izgaranja. Kemijski sastav korištene biomase usko je povezan s opsegom ovih problema. U sastavu biomase najčešće se nalaze slijedeći mikro i makro elementi: natrij (Na), kalcij (Ca), kalij (K), magnezij (Mg), krom (Cr), kobalt (Co), olovo (Pb), mangan (Mn), željezo (Fe), kadmij (Cd), nikal (Ni), cink (Zn), silicij (Si), klor (Cl), bakar (Cu) i titan (Ti).

Kako sastav biomase utječe na sastav pepela, koji među ostalim čine i teški metali (Cr, Co, Pb, Mn, Fe, Cd, Ni, Zn, Si, Cl, Cu i Ti), poželjan je što niži udio istih kako bi se krajnje zbrinjavanje pepela nakon izgaranja moglo obaviti na ekološki prihvatljiv način.

Analiza mikro i makro elemenata provodi se atomsom apsorpcijskom spektrometrijom (Perkin Elmer, AAnalyst 400) (slika 2.4.9), uz prethodnu pripremu uzoraka izgaranjem (razgradnja) u mikrovalnoj peći za pripremu uzorka (ETHOS D „Milestone“, Velika Britanija) prema standardnim metodama (HRN EN ISO 16967:2015, HRN EN ISO16968:2015).

Atomska apsorpcijska spektrometrija zasniva na mjerenju smanjenja monokromatskog zračenja pri njegovom prolasku kroz atomsku paru uzorka. Odnosno, prolaskom određene, za svaki element karakteristične valne duljine svjetlosti kroz neki uzorak, doći će do apsorpcije određene količine svjetlosti od strane slobodnih atoma elementa čiji se kvantitet istražuje. Izvor svjetlosti predstavlja lampa koja u sebi sadrži šuplju katodu koja emitira intenzivno monokromatsko zračenje dok se uzorak spaljuje pomoću acetilena.

Od mikroelemenata istraženi su udjeli željeza (Fe), cinka (Zn), bakra (Cu), mangana (Mn), kroma (Cr), olova (Pb), nikla (Ni), kadmija (Cd) i kobalta (Co), a od makroelemenata istraženi su udjeli natrija (Na), kalija (K), kalcija (Ca) i magnezija (Mg).



Slika 2.4.9. Analiza mikro i makro elemenata na AAS

U tablici 2.4.2. prikazani su rezultati koji su u izradi.

Tablica 2.4.2. Rezultati energetske svojstva

Uzorak	LSV	LST	Pepeo (s.t.)	Koks (s.t.)	Cfix (s.t.)	Hlapive tvari	Dušik	Ugljik	Sumpor	Vodik	Kisik	HHV, (s.t.)	LHV, u (s.t.)	Cel	Hem	Lig
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	MJ/kg	MJ/kg			
Ječam REX	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Ječam LORD	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Ječam BARUN	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Ječam PANONAC	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Pšenica SRPANJKA	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Pšenica RENATA	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Pšenica EL NINO	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Pšenica KRALJICA	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da

*DA- označava obavljena mjerenja koja će biti prikazana u objavljenim radovima i završnom izvješću

2.4. DIZAJN BOKOMPOZITA IZ BIOMASE

Pregledom literature poljoprivredna biomasa poput kukuruza, pšenice i ječma se pokazala kao zadovoljavajuća sirovina u proizvodnji lignoceluloznih vlakana.

Lignocelulozna vlakna se sastoje od celuloze, hemiceluloze i lignina. Celuloza je linearni homopolisaharid sastavljen od ponavljajućih celobioznih jedinica. U celulozi postoji velika količina hidroksilnih skupina (tri u svakoj ponavljajućoj jedinici) koje tvore vodikove veze unutar same makromolekule, a također se vežu i s hidroksilnim skupinama iz vlažnog zraka zbog čega prirodna vlakna pokazuju hidrofilna svojstva. Njihov sadržaj vlage može doseći do 13%. Celulozni mikrofibrili su ugrađeni u matricu hemiceluloze i lignina. Lignocelulozna vlakna spadaju u skupinu stabljičnih i tvrdih vlakana koja se dobivaju iz listova nekih biljaka.

Lignocelulozna vlakna poznata su kao najperspektivnija, održiva i visoko komercijalno dostupna vlakna među svim prirodnim vlaknima i najčešće se u današnje vrijeme koriste kao ojačalo u polimernim kompozitnim materijalima dok su se ranije zbog svoje velike čvrstoće koristila pretežno u području tehničkog tekstila (ribarske mreže, jedra, užad, vatrogasne cijevi, tehnički konac, vreće, itd.). Prednost im je što su dostupna, netoksična, biorazgradiva, potpuno i lako se mogu reciklirati, neabrazivna su za strojeve kojima se procesuiraju, lako se boje, imaju nižu cijenu, manju gustoću i manju potrošnju energije tijekom svoje proizvodnje u odnosu na sintetička vlakna poput staklenih i ugljikovih vlakana.

U prvoj fazi istraživanja fokusirali smo se na kukuruz kao izvor tekstilne sirovine koja će se koristiti kao ojačalo u izradi biokompozitnih materijala.

S obzirom da se biljka kukuruz prvenstveno koristi za prehranu, biomasa koju ćemo mi koristiti dolazi od kukuruzovine (stabljike i lišća) ili od ostataka prehrambene dorade kao što su npr. komušina i oklasci.

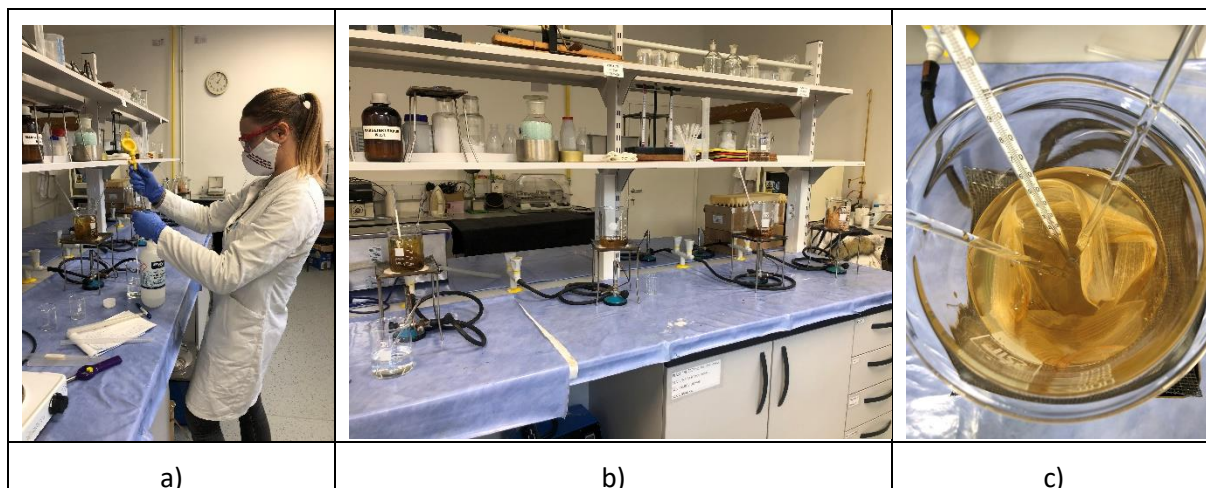
Listovi omotača klipa kukuruza (komušina) prikazani na slici 2.5.1. smatraju se agronomskim otpadom. Prilikom proizvodnje kukuruza za stočnu ishranu, listovi omotača klipa se bacaju.



Slika 2.5.1. Komušina kukuruza prije obrade

Kao i ostali organski otpad predstavljaju izazov za okoliš zbog specifičnog načina zbrinjavanja. U zadnje vrijeme koriste se kao sirovina za proizvodnju biomase, međutim njihovo sagorijevanje pridonosi onečišćenju okoliša. Takav agronomski otpad trebalo bi koristiti učinkovitije te ga ukomponirati s već postojećim obnovljivim izvorima energije. Jedan od načina iskorištenja listova komušine je upravo proizvodnja vlakana. Glavna prednost u proizvodnji kukuruznih vlakana je mogućnost da se na istom zemljištu uzgaja ista sirovina za hranu i odjeću bez korištenja dodatnih resursa.

Eksperimentalni dio je započeo preliminarnim istraživanjem prema recepturama za izdvajanje vlakana iz komušine pronađenih u literaturi (Slika 2.5.2.)



Slika 2.5.2. a) Priprema kupelji za obradu; b) Proces obrade listova komušine u laboratoriju i c) Izgled listova komušine tijekom obrade

Materijali i metode

Preliminarna istraživanja

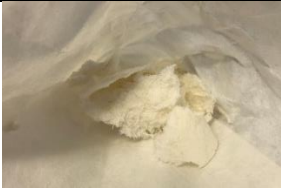
Tijekom preliminarnih istraživanja ispitali smo utjecaj različitih koncentracija natrijeve lužine (NaOH), kao i dodatka vodikovog peroksida i uree na dobivanje vlakana iz komušine.

Uvjeti korišteni pri Obradi 1 prikazani su u Tablici 2.5.1. Obrada 1 sastoji se od obrađivanja komušine u kupelji 5% NaOH u vremenu od 2 sata pri sobnoj temperaturi. Rezultat je omekšana komušina, ali nedovoljno "omekšana" za izdvajanje vlakana. Uvjeti korišteni pri Obradi 2 prikazani su u Tablici 2.5.2. Obrada 2 sastoji se od dvije etape gdje se u prvoj komušina podvrgava tretiranju s 5% NaOH pri temperaturi 70 °C i trajanju od 30 minuta nakon čega slijedi dodatna obrada s 5% H₂O₂ pri temperaturi 70 °C i trajanju od 30 minuta. Rezultat su vrlo kratka i fina vlakanca u obliku celulozne pulpe koja primjenu mogu naći kroz daljnja istraživanja u segmentu projekta dizajn tehničkog tekstila – biofiltera iz biomase.

Tablica 2.5.1. Obrada s 5% NaOH na sobnoj temperaturi u trajanju od 2 h


Obrada 1		
sredstvo	5% NaOH	
temperatura [°C]	22-25	
vrijeme [min]	120	

Tablica 2.5.2. Obrada u prvoj etapi s 5% NaOH pri 70 °C u trajanju 30 min, a zatim dodatna obrada s vodikovim peroksidom pri istoj temperaturi u trajanju od 1 h.


Obrada 2		
sredstvo	5% NaOH 5% H ₂ O ₂	
temperatura [°C]	70 70	
vrijeme [min]	30 60	

Uvjeti korišteni pri Obradi 3 prikazani su u Tablici 2.5.3. Obrada 3 sastoji se od obrade komušine istovremeno s 5% NaOH i 5% H₂O₂ pri temperaturi od 70 °C u periodu od 10 minuta. Rezultat su nešto duža i grublja vlakna nego li što su vlakna dobivena Obradom 2 koja bi se mogla koristiti kao ojačalo u kompozitnim materijalima. S ciljem što pogodnije ekološke obrade, uvjete iz Obrade 3 smo modificirali na način da smo smanjili koncentraciju natrijeve lužine s postojećih 5% na 2% stoga su uvjeti korišteni pri Obradi 4 prikazani u Tablici 2.5.4. Rezultati nakon Obrade 4 nisu zadovoljavajući i već se vizualnom procjenom može uočiti nedovoljno razaranje hemicelulozno-ligninske matrice u kojoj su "zarobljena" celulozna vlakna.

Tablica 2.5.3. Obrada u istoj kupelji s natrijevom lužinom i vodikovim peroksidom pri 70 °C u trajanju od 10 min

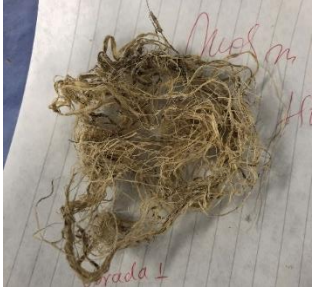
Obrada 3		
sredstvo	5% NaOH 5% H ₂ O ₂	
temperatura [°C]	70	
vrijeme [min]	10	

Tablica 2.5.4. Obrada u istoj kupelji s natrijevom lužinom snižene koncentracije (2%) i vodikovim peroksidom pri 70 °C u trajanju od 10 min

Obrada 4		
sredstvo	2% NaOH 5% H ₂ O ₂	
temperatura [°C]	70	
vrijeme [min]	10	

Uvjeti korišteni pri Obradi 5 prikazani su u Tablici 2.5.5. Korištenjem značajno niže koncentracije natrijeve lužine (0,5%) uz povećanje temperature i vremena obrade dobivena su duga ali ujedno i jako gruba vlakna koja su još uvijek prilično "slijepljena" s ostacima hemiceluloze i lignina.

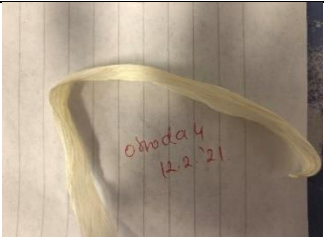
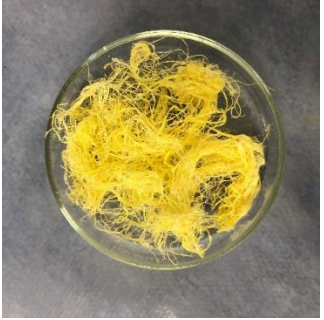
Tablica 2.5.5. Obrada s 0,5% natrijevom lužinom pri 100 °C u trajanju od 60 min

Obrada 5		
sredstvo	0,5% NaOH	
temperatura [°C]	98-100	
vrijeme [min]	60	

Uvjeti korišteni pri Obradi 6 prikazani su u Tablici 2.5.6. Obrada 6 je etapna obrada gdje se prvo komušina podvrgnula obradi u kupelji koju sačinjava 8% H₂O₂ i 1,5% urea pri 30 °C u trajanju od 40 min, a zatim se povisila temperatura obrade na 90 °C te se na toj temperaturi obrađivalo još 1 sat. U drugoj etapi se obrađena komušina podvrgava djelovanju natrijeve lužine (5% NaOH) pri temperaturi od 70 °C u trajanju od 5 min. Rezultat su duga, tehnička vlakna koja će zasigurno imati primjenu u izradi biokompozitnih materijala.

Tablica 2.5.6. Obrada s smjesom vodikovog peroksida i uree pri 30 °C i 90 °C u trajanju od 40, odnosno 60 min, a zatim dodatno obrađivanje u natrijevoj lužini pri 70 °C još 5 minuta

Obrada 6		
sredstvo	8% H ₂ O ₂ 6 g/l urea 5% NaOH	



temperatura [°C]	30 90 70	
vrijeme [min]	40 60 5	











Završno istraživanje

S obzirom da je obrada u kupelji koja se sastojala od vodikovog peroksida, uree te naknadne kratke obrade s natrijevom lužinom dala najbolje vizualne rezultate, završno istraživanje se usmjerilo u tom pravcu, ali uz variranje parametara poput koncentracije sredstva, temperature i vremena obrade. Koncentraciju natrijeve lužine i uree nismo smanjivali, ali smo varirali koncentraciju vodikovog peroksida – 5% H₂O₂, 8% H₂O₂, i 10% H₂O₂, kao i temperaturu – 30 °C, 70 °C i 90 °C, te vrijeme obrade – 45 minuta, odnosno 60 minuta.

Tablica 2.5.7. prikazuje izgled dobivene komušine i vlakana nakon obrade pri 30 °C. Vizualnom procjenom je zaključeno kako korištenje temperature obrade od 30 °C zahtjeva višu koncentraciju vodikovog peroksida i dulju vremensku obradu - 60 minuta.











Tablica 2.5.7. Obrada komušine s smjesom vodikovog peroksida i uree pri 30 °C u vremenu trajanja od 45, odnosno 60 minuta, a zatim dodatno obrađivanje u natrijevoj lužini

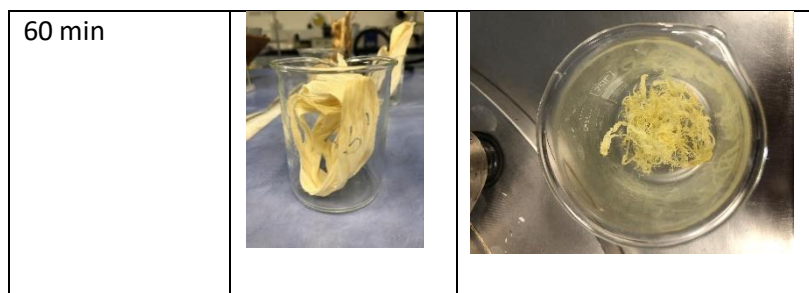
30 °C	5% H ₂ O ₂ , 6 g/l urea, 5% NaOH	
45 min		

60 min		
30 °C	8% H ₂ O ₂ , 6 g/l urea, 5% NaOH	
45 min		
60 min		
30 °C	10% H ₂ O ₂ , 6 g/l urea, 5% NaOH	
45 min		
60 min		

Tablica 2.5.8. prikazuje izgled dobivene komušine i vlakana nakon obrade pri 70 °C. Vizualnom procjenom je zaključeno kako korištenje temperature obrade od 70 °C zahtjeva dulju obradu od 60 minuta samo u slučaju korištenja 5% vodikovog peroksida, dok je u ostalim slučajevima dovoljna i obrada u trajanju od 45 minuta.

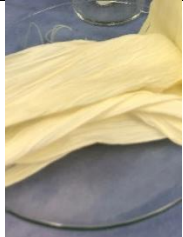





Tablica 2.5.8. Obrada kumušine s smjesom vodikovog peroksida i uree pri 70 °C u vremenu trajanja od 45, odnosno 60 minuta, a zatim dodatno obrađivanje u natrijevoj lužini







70 °C	5% H ₂ O ₂ , 6 g/l urea, 5% NaOH	
45 min		
60 min		
70 °C	8% H ₂ O ₂ , 6 g/l urea, 5% NaOH	
45 min		
60 min		
70 °C	10% H ₂ O ₂ , 6 g/l urea, 5% NaOH	
45 min		



Tablica 2.5.9. prikazuje izgled dobivene kumušine i vlakana nakon obrade pri 90 °C. Vizualnom procjenom je zaključeno kako obrada na ovoj temperaturi ne zahtjeva dulju obradu u trajanju od 60 minuta već je za dobivanje dugih tehničkih vlakana dovoljna obrada u trajanju od 45 minuta, dok je poželjna koncentracija vodikovog peroksida u rasponu od 5-8% jer je 10% vodikov peroksid pri djelovanju visoke temperature pokazao poprilično razaranje kumušine i jako nizak prinos vlakana.

Tablica 2.5.9. Obrada kumušine s smjesom vodikovog peroksida i uree pri 90 °C u vremenu trajanja od 45, odnosno 60 minuta, a zatim dodatno obrađivanje u natrijevoj lužini

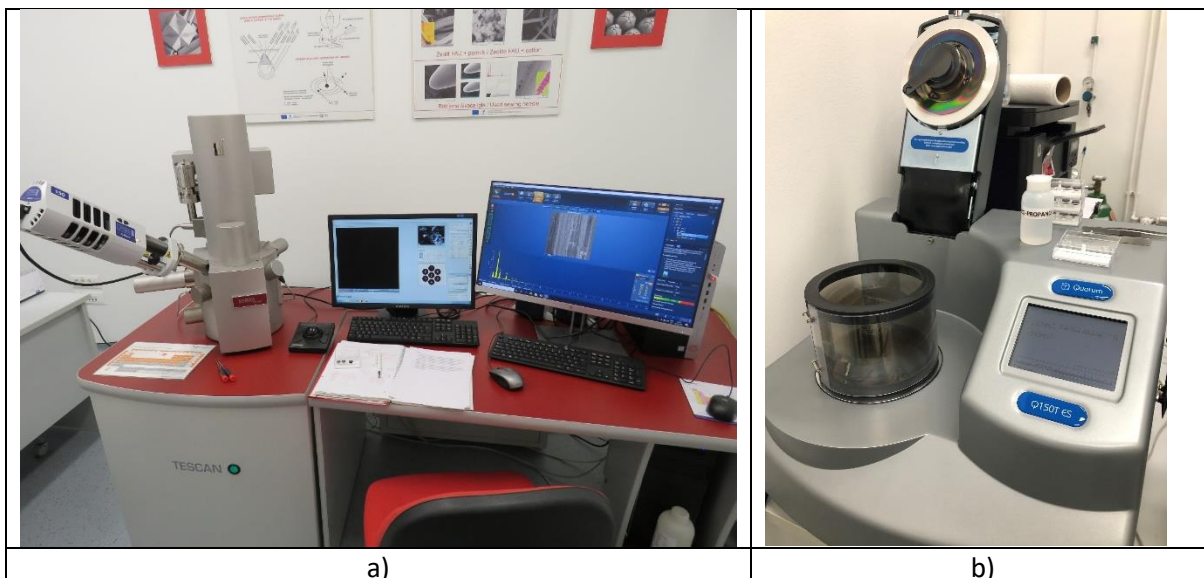
90 °C	5% H ₂ O ₂ , 6 g/l urea, 5% NaOH	
45 min		
60 min		
90 °C	8% H ₂ O ₂ , 6 g/l urea, 5% NaOH	
45 min		

60 min		
90 °C	10% H ₂ O ₂ , 6 g/l urea, 5% NaOH	
45 min		
60 min		

S obzirom da su vlakana nakon navedene kemijske obrade pokazala grub opip, nakon neutralizacije s 1,5% octenom kiselinom i ispiranja u destiliranoj vodi, vlakna su još dodatno obrađena s 0,5% otopinom kationskog tenzida sa svrhom omekšavanja i smanjenja krhkosti vlakana.

Skenirajući elektronski mikroskop

Kao glavno sredstvo analize dobivenih vlakana koristili smo skenirajući elektronski mikroskop (SEM) Mira LMU FE-SEM, Tescan, Češka Republika (Slika 2.5.3.).



Slika 2.5.3.: a) SEM mikroskop i b) Uređaj za pripremu uzoraka za SEM „naparivanjem“ s vodljivim metalom

Elektronski mikroskop, za razliku od standardnih svjetlosnih mikroskopa koji koriste vidljivu svjetlost i optičke leće, koristi zraku elektrona koja se fokusira prolaskom kroz elektromagnetsko polje te joj se pritom smanjuje promjer, a valna duljina navedenog elektrona je zbog toga znatno kraća od one fotona vidljive svjetlosti. Posljedica toga je puno veća razlučivosti elektronskog mikroskopa od one svjetlosnog mikroskopa zbog čega je u promatranom uzorku elektronskim mikroskopom moguće vidjeti puno više detalja. SEM stvara sliku detektirajući elektrone koji se odbijaju od površine uzorka.

Priprema tekstilnih uzoraka na SEM-u zahtjeva i primjenu uređaja za naslojavanje površine ispitivanog uzorka – „naparivača“. Uzorak se nasloji tankim slojem metala kako bi se povećala njegova vodljivost te kako elektronski snop pomoću kojeg skeniramo uzorak ne bi utjecao na pojavu tzv. „charging“ efekta koji nepovoljno utječe na kvalitetu mikrografa.

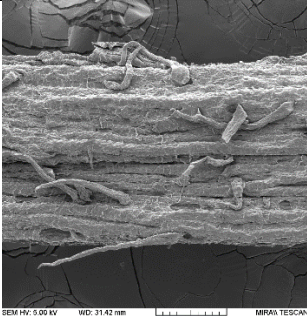
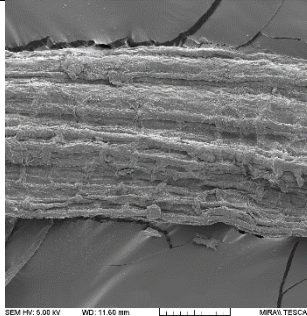
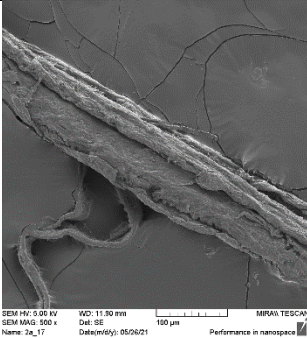
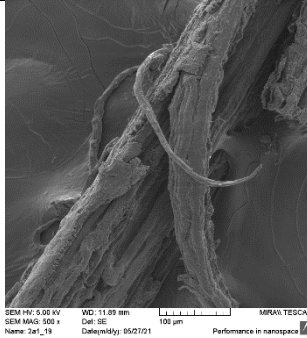

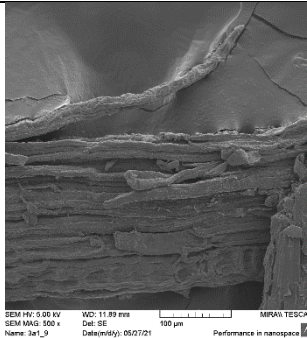
Rezultati

SEM analizom ispitali smo morfološka svojstva dobivenih vlakana čime smo potvrdili optimalnu koncentraciju korištenih kemijskih sredstava prilikom procesa izdvajanja vlakana iz kumušine.

Tablica 2.5.10. prikazuje SEM mikrografe vlakana dobivenih nakon obrade kumušine pri temperaturi od 30 °C.

Tablica 2.5.10. SEM mikrografi vlakana dobivenih iz kumušine obrađenih s smjesom vodikovog peroksida različite koncentracije i uree pri 30 °C, a zatim dodatno obrađenih u natrijevoj lužini

30 °C	5% H₂O₂, 6 g/l urea, 5% NaOH	
	45 min	60 min

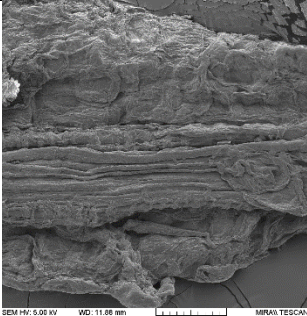
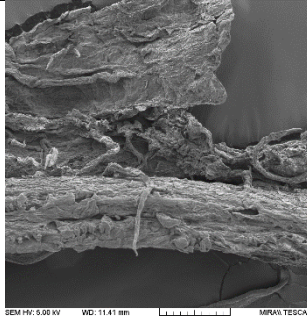
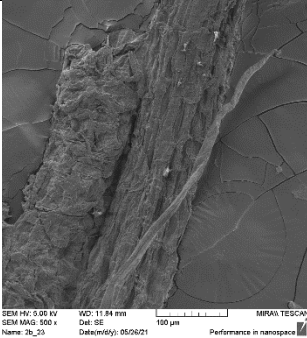
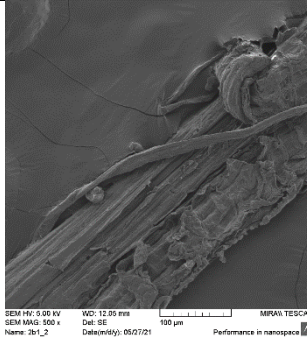
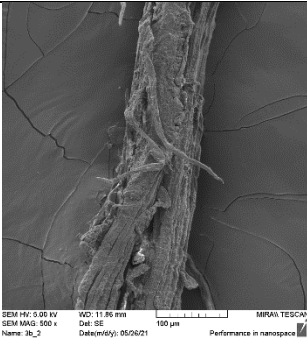
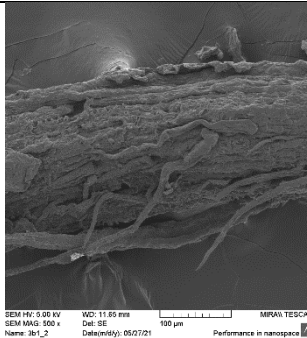
		
8% H2O2, 6 g/l urea, 5% NaOH		
	45 min	60 min
		
10% H2O2, 6 g/l urea, 5% NaOH		
	45 min	60 min
		

Iz Tablice 2.5.10. je vidljivo kako je temperatura obrade pri 30 °C nedostatna ako se koristi niska koncentracija vodikovog peroksida.

Tablica 2.5.11. prikazuje SEM mikrografe vlakana dobivenih nakon obrade kumušine pri temperaturi od 70 °C.

Tablica 2.5.11. SEM mikrografi vlakana dobivenih iz kumušine obrađenih s smjesom vodikovog peroksida različite koncentracije i uree pri 70 °C, a zatim dodatno obrađenih u natrijevoj lužini

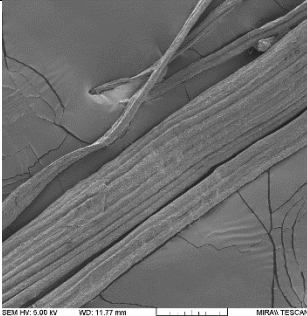
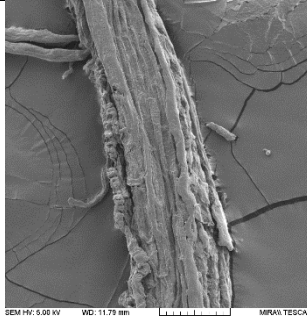
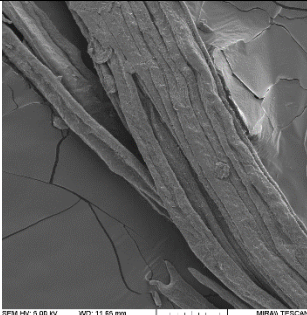
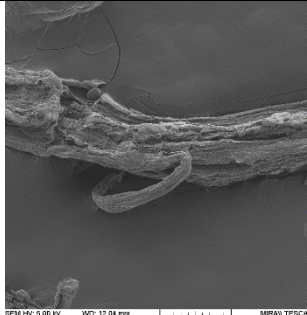
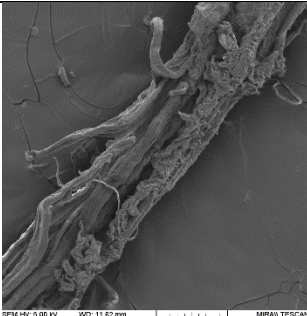

70 °C	5% H2O2, 6 g/l urea, 5% NaOH	
	45 min	60 min

		
8% H2O2, 6 g/l urea, 5% NaOH		
	45 min	60 min
		
10% H2O2, 6 g/l urea, 5% NaOH		
	45 min	60 min
		

Iz Tablice 2.5.11. je vidljivo kako temperatura obrade pri 70 °C zahtjeva kraće vrijeme tretiranja, ali i višu koncentraciju vodikovog peroksida.

Tablica 2.5.12. SEM mikrografi vlakana dobivenih iz kumušine obrađenih s smjesom vodikovog peroksida različite koncentracije i uree pri 90 °C, a zatim dodatno obrađenih u natrijevoj lužini

90 °C	5% H2O2, 6 g/l urea, 5% NaOH	
	45 min	60 min

	 SEM HV: 5.00 kV SEM MAG: 500 x Name: 3_1 WD: 11.77 mm Det: SE Date(s)/y: 05/21/21 MIRA/ TESCAN 100 µm Performance in nanospace	 SEM HV: 5.00 kV SEM MAG: 500 x Name: 6_1 WD: 11.79 mm Det: SE Date(s)/y: 05/26/21 MIRA/ TESCAN 100 µm Performance in nanospace
8% H2O2, 6 g/l urea, 5% NaOH		
	45 min  SEM HV: 5.00 kV SEM MAG: 500 x Name: 7c_14 WD: 11.60 mm Det: SE Date(s)/y: 05/26/21 MIRA/ TESCAN 100 µm Performance in nanospace	60 min  SEM HV: 5.00 kV SEM MAG: 500 x Name: 3c1_8 WD: 12.91 mm Det: SE Date(s)/y: 05/27/21 MIRA/ TESCAN 100 µm Performance in nanospace
10% H2O2, 6 g/l urea, 5% NaOH		
	45 min  SEM HV: 5.00 kV SEM MAG: 500 x Name: 3c_2 WD: 11.62 mm Det: SE Date(s)/y: 05/26/21 MIRA/ TESCAN 100 µm Performance in nanospace	60 min  SEM HV: 5.00 kV SEM MAG: 500 x Name: 3c1_16 WD: 11.39 mm Det: SE Date(s)/y: 05/27/21 MIRA/ TESCAN 100 µm Performance in nanospace

Iz Tablice 2.5.12. je vidljivo kako temperatura obrade pri 90 °C ne zahtjeva dulju obradu u trajanju od 60 minuta već je za dobivanje vlakana dovoljna obrada u trajanju od 45 minuta. Visoka koncentracija vodikovog peroksida je također nepoželjna s obzirom da su na taj način tretirana vlakna imala jako nizak prinos.

Na temelju provedenog vrednovanja istražiti će se mogućnosti dizajniranja novih biokompozitnih materijala. Takvi biokompoziti, koji osim što ispunjavaju zahtjev biorazgradivosti, pridonose i smanjenju potrošnje goriva i ispuštanju CO₂ ukoliko ih se ugrađuje u vozila ili plovila. Ulazna sirovina za izradu biokompozita će biti biomasa za ojačalo (vlaknate / fibrilne komponente) dok će se za matriks koristiti nekoliko biorazgradivih polimera novije generacije. Ciljnim odabirom biopolimera (matrica) za ojačala iz biomase moguće je unaprijediti njihova ishodišna svojstva (npr. ostvariti antimikrobnost) i iskoristiti ih za proizvodnju bio-medicinskih tekstilija.

2.5. DIZAJN TEHNIČKOG TEKSTILA – FILTERA IZ BIOMASE

Sukladno 4F ekonomskoj strategiji, dio istraživanja predviđa utvrđivanje potencijala i vrednovanje ostataka iz proizvodnje pšenice, ječma i kukuruza za proizvodnju biokompozita i bio-tehničkih tekstilija kao tekstilija dodane vrijednosti.

S druge strane, ekološki povoljnim postupcima oplemenjivanja kao npr. obrada limunskom kiselinom vlaknastih komponenti biomase mogle bi se projektirati netkane strukture u vidu filtera kao bio-tehničke tekstilije dodane vrijednosti sposobne adsorbirati teške metale iz otpadnih voda.

S obzirom da smo se u prvoj fazi istraživanja fokusirali na dobivanje dugih vlakana za proizvodnju biokompozitnih materijala, tijekom preliminarnih istraživanja utvrđeno je da će se daljnja istraživanja provoditi u smjeru mogućnosti dobivanja celulozne pulpe iz kukuruzne stabljike, kao i iz slame pšenice i ječma. Takve tekstilne tvorevine nastale procesom pulpiranja imaju jako malu duljinu i nisu adekvatne za primjenu u proizvodnji biokompozitnih materijala, ali zbog svoje hidrofilnosti i moći upijanja mogu biti izvrsna sirovina u proizvodnji biofiltera.

Na ovaj način projektirane tekstilije iz poljoprivrednog otpada u skladu su s principom „zero waste textile design“, a njihova predviđena namjena na tragu je suvremenih težnji iskazanih sintagmom „waste to wealth“. Kaskadnim pristupom gospodarenja biomasom, ostatak od proizvodnje biokompozita ili tehničkog tekstila postati će nova sirovina koja će biti istraživana kao potencijalna sirovina u proizvodnji krutih biogoriva ili kao potencijalni poboljšivač tla.

2.6. PROIZVODNJA TEKUĆEG BIOGORIVA IZ BIOMASE

2.7. PROIZVODNJA KRUTOG BIOGORIVA

2.8. PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA

Utvrđivanje klimatskih uvjeta na području Osijeka

Poljoprivredna proizvodnja na nekom području odraz je tamošnje klime i svojstava tla. Klimatske prilike se u posljednje vrijeme očito mijenjaju, a predviđa se da će se utjecaj klimatskih promjena očitovati globalnim povećanjem temperature zraka i promjenama u oborinskom režimu diljem svijeta. U tim okolnostima će se poljoprivredna proizvodnja morati prilagoditi nastalim promjenama. S obzirom da vrijeme predstavlja trenutačno stanje atmosfere nad nekim područjem a klima prosječno stanje atmosfere nad nekim područjem, analizu klimatskih uvjeta potrebno je provesti na temelju dugogodišnjih mjerenja, najčešće 30-godišnjeg niza podataka određenih klimatskih elemenata. S obzirom da su meteorološki elementi osobito važni za život i razvoj biljke temperatura zraka i količina oborine, za analizu klimatskih uvjeta i proračun agroklimatskih pokazatelja korišteni su podaci o prosječnoj temperaturi zraka i količini oborine prikupljeni na glavnoj meteorološkoj postaji Osijek ($h = 88$ m n.m., $\varphi = 45^{\circ}28' 4''$ N, $\lambda = 18^{\circ}48'23''$ E) iz redovne mreže meteoroloških postaja Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) tijekom suvremenog klimatološkog 28-godišnjeg razdoblja 1991.-

2018. odnosno temeljem zadnje dostupnih podataka. Klimatska analiza obuhvatila je analizu: kišnog faktora, temperaturnih pragova i trajanje vegetacijskih razdoblja, bilance vode u tlu i indeks suše.

Materijali i metode

Kišni faktor

Dobar pokazatelj godišnjih hidrotermičkih prilika je Langov kišni faktor (KF) koji predstavlja odnos između godišnje količine oborine i srednje godišnje temperature zraka (Bilandžija 2019a). Kako se javila potreba za prikazom hidrotermičkih prilika i tokom pojedinih mjeseci u godini, Gračanin (1950.) je proširio tzv. Langovu shemu (Butorac, 1976.) i uveo mjesečni kišni faktor koji predstavlja odnos između mjesečne količine oborine i srednje mjesečne temperature zraka. Interpretacija godišnjih vrijednosti Langovog kišnog faktora prikazana je u tablici 2.9.1., a mjesečnih vrijednosti Gračaninovog kišnog faktora u tablici 2.9.2.

Tablica 2.9.1. Podjela klimatskih oblasti i oznaka humiditeta klime prema Langu

Oznaka klime i područja	VRIJEDNOST KF
Aridna (suha)-pustinje	0-20
Peraridna (jako suha)	20-40
Aridna (suha)	40-60
Semiaridna (polusuha)	60-100
Semihumidna (poluvlažna)	100-160
Humidna (vlažna)	>160
Perihumidna (jako vlažna)	

Tablica 2.9.2. Podjela klimatskih oblasti i oznaka humiditeta klime prema Gračaninu

Klima	KFM - mjesečni kišni faktor
Peraridna (jako suha)	<1,6
Aridna (suha)	1,6-3,3
Semiaridna (polusuha)	3,3-5,0
Semihumidna (poluvlažna)	5,0-6,6
Humidna (vlažna)	6,6-13,3
Perihumidna (jako vlažna)	> 13,3

Temperaturni pragovi i trajanje vegetacijskih razdoblja

Temperaturni pragovi predstavljaju datume početka i završetka aktivnog života biljaka i bitni su radi praćenja nastupanja određenih fenofaza kulturne biljke. Za aktivan život biljaka vrlo su važni

temperaturni pragovi od 0°C, 5°C, 10°C, 15°C i 20° C. Na 0°C prestaje aktivan život biljaka, iznad 5°C počinje aktivan život trava i strnih žitarica umjerenog pojasa, iznad 10°C biljaka subtropskih pojaseva, a iznad 15 °C tropskih predjela. Srednja temperatura zraka iznad 5°C za većinu biljaka predstavlja biološki minimum odnosno vrijednost na kojoj biljka započinje i završava svoje vegetacijsko razdoblje. Detaljan izračun temperaturnih pragova (5, 10, 15 i 20°C) prikazan je u Bilandžija (2019.).

Bilanca vode u tlu

Evapotranspiracija predstavlja onu količinu vode koja isparava procesima evaporacije (isparavanje s površine tla) i transpiracije (isparavanje s biljne površine). Najveći mogući gubitak vode se naziva potencijalna evapotranspiracija (pet.kor) i jednaka je onoj količini vode koja bi mogla ispariti kada bi se u tlu nalazila dovoljna količina vode. Kada u tlu nema dovoljne količine vode, stvarno isparena količina vode se naziva stvarna evapotranspiracija (SET). Proračun potencijalne evapotranspiracije izvršeni je metodom Thornthweite (Penzar i Penzar, 2000.), a izračun stvarne evapotranspiracije je detaljno opisan u Bilandžija i Martinčić (2021).

Indeks suše

Sa stajališta poljoprivrede, suša je od iznimnog značaja za poljoprivrednu proizvodnju i definira se kao nedovoljna opskrbljenost biljaka vodom, odnosno kada je stvarna potrošnja vode, stvarna evapotranspiracija veća od potencijalne. Indeks suše izračunat je prema UNEP-u (1992.) prema sljedećoj formuli: $IAU = P/PET$ gdje P predstavlja količinu oborine izraženu u milimetrima (mm) a PET potencijalnu evapotranspiraciju prema Thorntweiteovoj metodi (mm). Interpretacija vrijednosti indeksa suše prikazana je u tablici 2.9.3.

Tablica 2.9.3. Interpretacija vrijednosti indeksa suše

	subhumidna klima $0,50 < P/PET < 0,65$
	semiaridna klima $0,20 < P/PET < 0,50$
	aridna klima $0,05 < P/PET < 0,20$
	hiperaridna klima $P/PET < 0,05$

Rezultati

Dosadašnjim istraživanjima utvrđeni su sljedeći parametri:

Klasifikaciji klime prema Köppen-ovoj klasifikaciji i prosječne temperature zraka (°C) razdoblja 1991.-2018.

U tablici 2.9.4. prikazana je temperatura zraka na području Osijeka.

Tablica 2.9.4. Temperatura zraka (°C) na području Osijeka (1991.-2018.)

Parametri	P	LJ	J	Z	VEG	GOD
sr	DA	DA	DA	DA	DA	DA
sd	DA	DA	DA	DA	DA	DA
maks	DA	DA	DA	DA	DA	DA
min	DA	DA	DA	DA	DA	DA

*P (proljeće: 3.-5.mj.); LJ (ljetno: 6.-8.mj.); J (jesen: 9.-11.mj.); Z (zima: 12.-2.mj.); VEG (vegetacijsko razdoblje: 4.-9.mj.); GOD (godišnje); sr (srednja vrijednost); sd (standardna devijacija); maks (maksimum); min (minimum)

*DA- označava obavljena mjerenja koja će biti prikazana u objavljenim radovima i završnom izvješću

Količina oborine (mm) na području Osijeka (1991.-2018.)

Nadalje u tablicama 2.9.5. i 2.9.6. prikazane su količine oborina na području Osijeka po mjesecima i po godišnjim dobima.

Tablica 2.9.5. Prosječne, maksimalne i minimalne mjesečne količine oborine (mm) 1991.-2018.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1991.-2018.												
sr	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
maks	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
min	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA

Tablica 2.9.6. Prosječne, maksimalne i minimalne količine oborine (mm) po godišnjim dobima, u vegetacijskom razdoblju i godišnje

	1991.-2018.*					
	P	LJ	J	Z	VEG	GOD
Sr	DA	DA	DA	DA	DA	DA
Sd	DA	DA	DA	DA	DA	DA
maks	DA	DA	DA	DA	DA	DA
min	DA	DA	DA	DA	DA	DA

*P (proljeće: 3.-5.mj.); LJ (ljetno: 6.-8.mj.); J (jesen: 9.-11.mj.); Z (zima: 12.-2.mj.); VEG (vegetacijsko razdoblje: 4.-9.mj.); GOD (godišnje); sr (srednja vrijednost); sd (standardna devijacija); maks (maksimum); min (minimum)

Kišni faktor

U tablici 2.9.7. dat je prikaz kišnog faktora tijekom razdoblja istraživanja.

Tablica 2.9.7. Langov i Gračaninov kišni faktor tijekom istraživanih razdoblja

MJESECI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	god
1990.-2018.	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
oznaka klime	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA

Temperaturni pragovi i trajanje vegetacijskih razdoblja

Uz navedeno praćeni su i temperaturni pragovi i trajanje vegetacijskih razdoblja (tablica 2.9.8), bilanca vode u tlu (tablica 2.9.9) i indeks suše (tablica 2.9.10).

Tablica 2.9.8. Temperaturni pragovi i dužina vegetacijskog razdoblja tijekom istraživanih razdoblja

Suvremeno razdoblje 1991.-2018.			
Temperaturni prag	Početak	Kraj	Dužina razdoblja
5°C	DA	DA	DA
10°C	DA	DA	DA
15°C	DA	DA	DA
20°C	DA	DA	DA

Bilanca vode u tlu

Tablica 2.9.9. Bilanca vode u tlu tijekom suvremenog razdoblja 1991.-2018.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	SUMA
OBORINA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
TEMP.	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
pet. kor.	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
R	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
SE	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
M	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
V	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA

**pet.kor. - potencijalna korigirana evapotranspiracija; R – rezerva vode u tlu; SE – stvarna evapotranspiracija; M – manjak vode u tlu; V – višak vode u tlu*

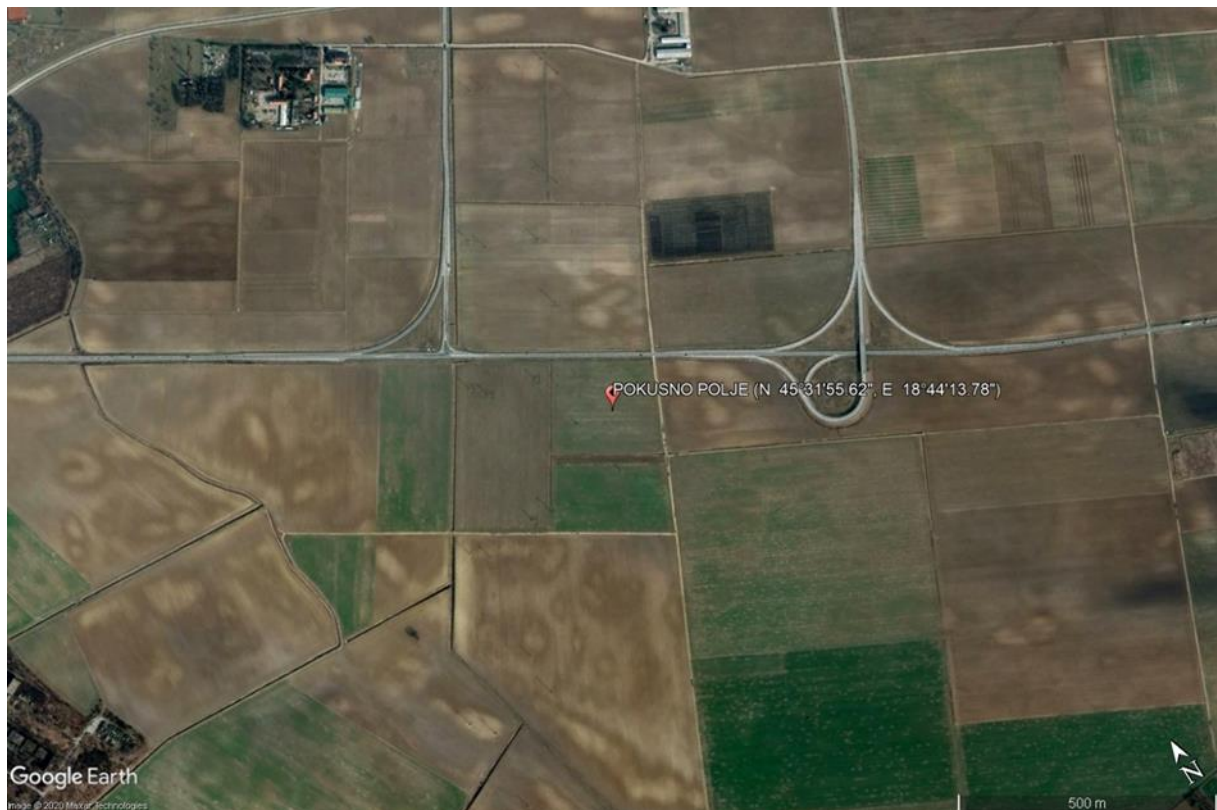
Indeks suše

Tablica 2.9.10. Indeks suše tijekom istraživanih razdoblja 1961.-1990. i 1991.-2018.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Suvremeno razdoblje												
Is	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA

UTVRĐIVANJE FIZIKALNIH I KEMIJSKIH SVOJSTAVA TLA

Krajem listopada 2020. godine započelo se s provedbom terenskih istraživanja na pokusnom polju koje je smješteno na poljoprivrednim površinama Poljoprivrednog instituta Osijek (slika 2.9.1.).



Slika 2.9.1. Lokacija pokusnog polja

Materijali i metode

Utvrdjivanje fizikalnih svojstava tla

U analitičkom laboratoriju Zavoda za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu provedena je priprema uzoraka tla i analiza određenih fizikalnih svojstava tla. Od fizikalnih svojstava tla određeni su mehanički sastav (tekstura tla), stvarna i volumna gustoća tla, trenutna vlažnost tla, retencijski kapacitet tla za vodu, retencijski kapacitet tla za zrak, ukupan sadržaj pora i kapacitet tla za zrak.

Mehanički sastav tla ili tekstura predstavlja relativan odnos mehaničkih elemenata tla. Mehanički element (primarna čestica tla) je svaka individualna čestica čvrste faze tla. Međusobno se razlikuju prema dimenzijama, formi, strukturi, kemijskom i mineraloškom sastavu te gustoći. Frakcije mehaničkih elemenata su grupe čestica određenih dimenzija, a one mogu biti kamen (> 20,00 mm), šljunak (20,00 – 2,00 mm), krupni pijesak (2,00 – 0,20 mm), sitni pijesak (0,20 – 0,063 mm), krupni prah (0,063 – 0,02 mm), sitni prah (0,02-0,002 mm) i glina (< 0,002 mm).

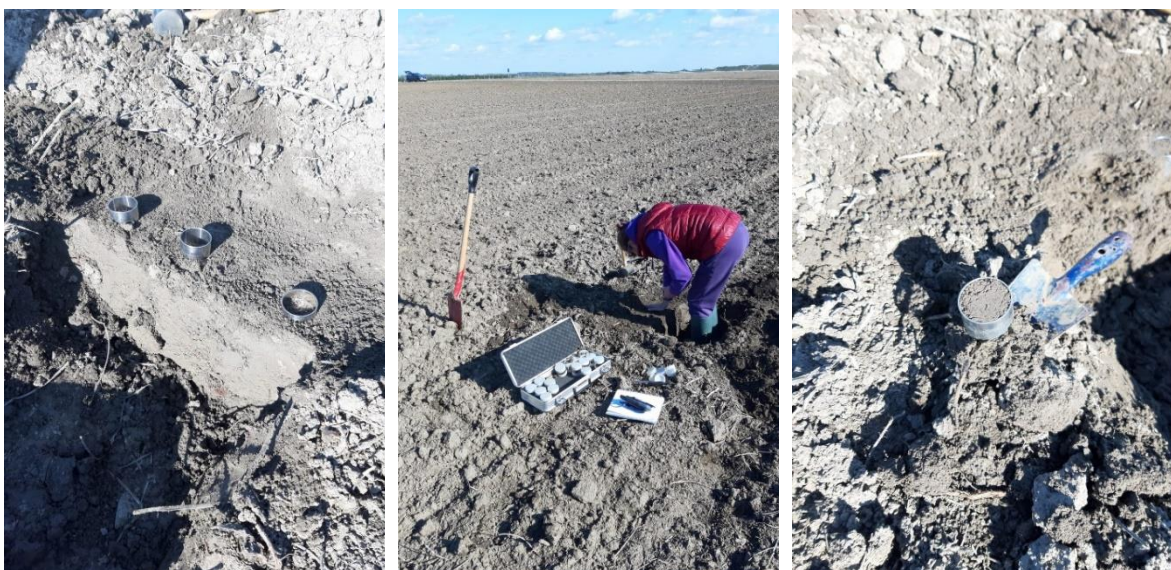
Porozitet tla predstavlja slobodan prostor između strukturnih agregata, ukupni sadržaj pora u volumnim postocima naziva se ukupni porozitet tla. U pore se smješta korijen biljaka, fauna tla i mikroorganizmi tla te se ostvaruje neposredni dodir svih faza tla (krute, tekuće i plinovite), koje stupaju u vrlo različite reakcije. Prema ulozi u tlu i veličini, pore se mogu podijeliti na makropore odnosno pore većih dimenzija i u njima se nalazi zrak, te mikropore odnosno pore kapilarnih dimenzija koje su ispunjene vodom, a gubitkom vode u njih prodire zrak.

Gustoća tla je broj koji pokazuje koliko puta je neki volumen tla teži ili lakši od istog takvog volumena vode. Razlikuju se gustoća čvrstih čestica i volumn gustoće tla. Odnos između mase potpuno suhog tla i njegovog volumena u prirodnom stanju predstavlja volumnu gustoću tla, a ako se masa tla podijeli s njenim volumenom bez pora tada se radi o gustoći čvrstih čestica tla.

Trenutna vlažnost tla određuje se tako da se od mase trenutno vlažnog tla oduzme masa apsolutno suhog tla, a dobivena vrijednost izražava se u masenim ili volumnim postocima. Retencijski kapacitet tla za vodu predstavlja onu količinu vode koju tlo može držati svojim unutrašnjim silama u mikroporama nakon cijeđenja vode iz makropora tla. Retencijski kapacitet tla za zrak predstavlja sposobnost tla da u određenom fizikalnom stanju upija i zadržava zrak u porama.

Uzorkovanje tla za potrebe analiza fizikalnih svojstava tla

Uzorkovanje tla sa svrhom utvrđivanja fizikalnih svojstava tla provedeno je u listopadu 2020. godine (slika 2.9.2.). Uzorci su uzorkovani Kopeckevim cilindrima od 100 cm^3 u površinskom sloju tla (0-30 cm) na svakoj varijanti pokusa u tri ponavljanja. Uzorkovanje, transport i čuvanje uzoraka provedeno je prema ISO 10381-1 do 8 (2001-2006).





Slika 2.9.2. Uzorkovanje tla u neporušenom stanju Kopeckevim cilindrima

Priprema uzorka tla i provedba analiza fizikalnih svojstava tla

U analitičkom laboratoriju Zavoda za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu provedene su analize fizikalnih svojstava tla (slika 2.9.3.).



Slika 2.9.3. Priprema uzorka tla za laboratorijske analize

Mehanički sastav tla određen je ISP (integral suspension pressure) metodom prema Durner i sur. (2017.). Volumna gustoća određena je metodom HRN ISO 11272:2004 korištenjem cilindara po Kopeckom. Gustoća čvrstih čestica određena je temeljem metode HRN ISO 11508:2004. Ukupna poroznost obračunata je nakon određivanja volumne i prave gustoće tla. Retencijski kapacitet za vodu određen je metodom HRN ISO 11465:2004, cilindrima po Kopeckom/gravimetrijski.

Trenutna vlažnost dobivena je obračunom cilindara po Kopeckom/gravimetrijski, nakon određivanja volumne gustoće tla. Ukupan sadržaj pora u tlu određen je obračunom nakon određivanja volumne i prave gustoće.

Kapacitet zraka određen je obračunom nakon određivanja ukupnog sadržaja pora u tlu i retencijskog kapaciteta vode tla. Postupci i izračuni za određivanje fizikalnih svojstava tla te granične vrijednosti za

njihovu interpretaciju detaljno su opisani u Priručniku za pedološka istraživanja (Škorić, 1982). Na slici 2.9.4. prikazano je određivanje određenih fizikalnih svojstava tla.



Slika 2.9.4. Određivanje fizikalnih svojstava tla

Utvrđivanje kemijskih svojstava tla

U analitičkom laboratoriju Zavoda za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu provedena je priprema uzoraka tla i analiza određenih kemijskih svojstava tla. Od kemijskih svojstava tla utvrđen je stvarni kapacitet zamjene kationa (CEC), reakcija tla (pH), sadržaj humusa (OT), sadržaj ukupnog ugljika (TC), dušika (TN) i sumpora (TS) u tlu, sadržaj biljci pristupačnog fosfora i kalija u tlu (AP i AK), te sadržaj ukupnih karbonata (CaCO_3) u tlu. Skup organskih i mineralnih koloida tla koji imaju sposobnost adsorbiranja iona i izmjenjuju ih s ionima iz otopine tla naziva se adsorpcijski kompleks tla odnosno kapacitet zamjene kationa.

Reakcija tla odnosno pH-vrijednost je mjera kiselosti (aciditeta), odnosno lužnatosti (alkaliteta) suspenzije tla. Izražava se kao negativan dekadski logaritam množinske koncentracije (aktiviteta) vodikovih iona u otopini. Reakcija tla a jedan je od ključnih čimbenika važnih za rast biljaka. Za većinu biljnih vrsta slabo kiselo do neutralno tlo je najpogodnije za uzgoj.

Humus tj. organska tvar tla je jedan od najznačajnijih čimbenika plodnosti tla koji utječe na fizikalno, kemijska, biološka svojstva tla i biljno hranidbeni kapacitet tla. Ugljik je biogeni element kojeg biljka usvaja iz tla i nalazi se u organskoj tvari, u obliku karbonata i u zraku tla kao CO_2 .

Dušik se u tlu pojavljuje u različitim organskim i anorganskim oblicima, a samo su mineralni oblici izravno dostupni biljkama (amonijski i nitratni oblici). Ukupni dušik nije pokazatelj trenutne raspoloživosti u tlu, ali je važan pokazatelj za procjenu potencijala mineralizacije i moguće dinamike raspoloživosti dušika.

Sumpor je biogeni element i biljka ga prihvaća kao SO_4^{2-} i SO_3^{2-} ion. Biljke iznose fosfor i kalij prinosom u velikim količinama, pa je gnojidba fosforom i kalijem redovna agrotehnička mjera poljoprivredne proizvodnje. Potreba gnojidbe fosforom i kalijem temelji se na njihovoj raspoloživosti u tlu i bilanci fosfora i kalija u proizvodnji. Ukupni karbonati u tlu djeluju na razne načine: smanjuju kiselost tla, izvor su kalcija i magnezija, utječu na strukturu tla i ostale fizikalno kemijske karakteristike tla. Fiziološki aktivno vapno je važan čimbenik u proizvodnji, jer o njemu ovisi izbor podloge i odabir agrotehničke mjere.

Uzorkovanje tla za potrebe analiza kemijskih svojstava tla

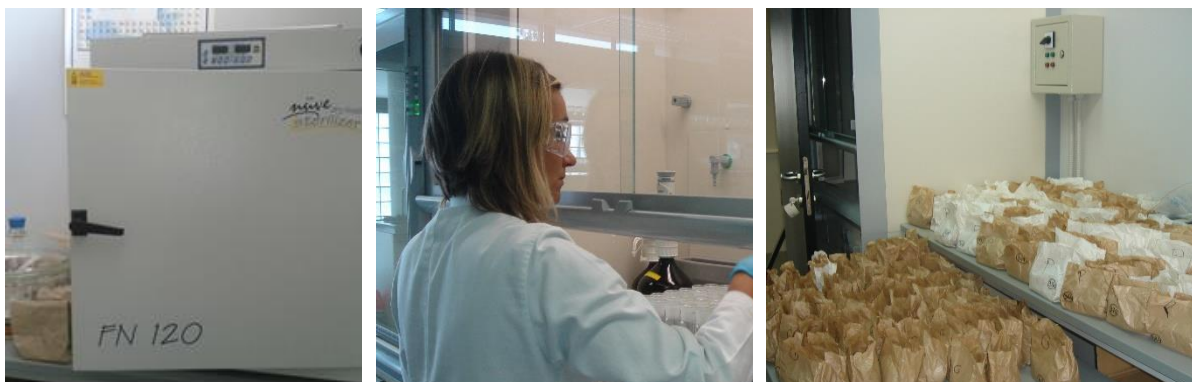
Uzorkovanje prosječnih uzoraka tla za potrebe određivanja kemijskih svojstava tla provedeno je pedološkom sondom (Eijkelkamp, 2005.) na dubini 0-30 cm na svakoj varijanti pokusa u tri ponavljanja, a svaki prosječan uzorak sačinjen je od 10 pojedinačnih uzoraka tla (slika 2.9.5.). Uzorkovanje, transport i čuvanje uzoraka provedeno je prema ISO 10381-1 do 8 (2001-2006).



Slika 2.9.5. Uzorkovanje tla u porušenom stanju pedološkom sondom

Priprema uzorka tla i provedba analiza kemijskih svojstava tla

Priprema uzoraka (slika 2.9.6.) tla za potrebe laboratorijskih analiza (sušenje, mljevenje, prosijavanje, homogenizacija, odvajanje uzoraka za potrebe analiza i arhivu) provedena je prema protokolu koji je normiran s ISO 11464:2006.



Slika 2.9.6. Priprema uzoraka tla za laboratorijske analize

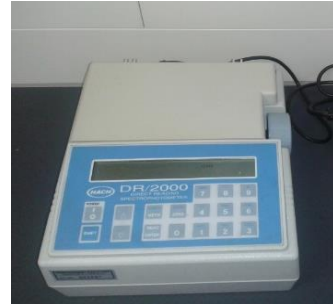
Reakcija tla određena je potenciometrijskim mjerenjem u suspenziji tla i ekstrakcijskog sredstva (1 M KCl) u omjeru 1:2,5 modificirana HRN ISO 10390:2005. U tu svrhu korišten je $\Phi 72$ pH metar (Beckman) i Blue Line 17 elektroda (Schott Instruments) (slika 2.9.7.). Biljni pristupačni fosfor i kalij ekstrahirani su otopinom amonij-laktat-octene kiseline prema proceduri koju su opisali Egner i sur. (1960.). Kalij je određen i detektiran metodom kemijske plamene fotometrije uporabom Jenway PFP 7 plamenog fotometra (slika 2.9.7.), a fosfor kolorimetrijskom metodom na DR/2000 HAC spektrofotometru (slika 2.9.7.). Određivanje sadržaja ukupnog ugljika, dušika i sumpora u tlu provedeno je simultano, metodom suhog spaljivanja na Vario, Macro CHNS analizatoru (Elementar, 2006.) prema protokolu HRN ISO 10694:2004 za sadržaj ukupnog ugljika, HRN ISO 13878:2004 za sadržaj ukupnog dušika, te HRN ISO 15178:2005 za sadržaj ukupnog sumpora (slika 2.9.7.). Određivanje humusa provedeno je prema modificiranoj HRN ISO 14235:2004 normi. Stvarni kapacitet zamjene kationa određen je prema HRN ISO 11260:2004. Sadržaja karbonata u tlu utvrđen je volumetrijskom metodom po Scheibler-u prema HRN ISO 10693:2004 normi.



pH metar



Plamenofotometar



Spektrofotometar



Vario, Macro CHNS analizator

Slika 2.9.7. Laboratorijska oprema i instrumenti za određivanje kemijskih svojstava tla

Metodika interpretacije rezultata

Kako bi se mogli interpretirati rezultati u tablicama 2.9.11-2.9.15 dat je prikaz metodike interpretacije dobivenih rezultata.

Tablica 2.9.11. Mehanički sastav tla

Kategorija	Frakcija sitnice	Promjer, mm
Sitnica	Krupni pijesak	2,0-0,2
	Sitni pijesak	0,2-0,063
	Krupni prah	0,063-0,02
	Sitni prah	0,02-0,002
	Glina	< 0,002

Tablica 2.9.12. Reakcija tla (klasifikacija prema Thun –u, 1955.)

Kategorija	pH (1 M KCl)	Reakcija tla
A	< 4,5	Jako kisela reakcija
B	4,5 – 5,5	Kisela reakcija
C	5,5 – 6,5	Slabo kisela reakcija
D	6,5 – 7,2	Neutralna reakcija
E	> 7,2	Alkalna reakcija

Tablica 2.9.13. Interpretacijske vrijednosti za karbonate (klasifikacija prema Škoriću, 1986.)

Vrijednost CaCO ₃ (%)	Opis
< 10	slabo karbonatno
10-30	srednje karbonatno
> 30	jako karbonatno

Tablica 2.9.14. Interpretacijske vrijednosti za humoznost tla

Vrijednost za humus (%)	Opis
≤0,5	Ekstremno slabo humozno tlo
0,6-1,0	Vrlo slabo humozno
1,1-2,0	Slabo humozno tlo
2,1 – 3,0	Umjereno/osrednje humozno tlo
3,1 - 5,0	Dosta humozno tlo
5,1 – 10,0	Jako humozno tlo
10,1 – 30,0	Vrlo jako humozno
≥ 30,1	Tresetno

Tablica 2.9.15. Interpretacijske vrijednosti za sadržaj lako pristupačnog fosfora i kalija po AL-metodi (klasifikacija prema Vukadinoviću i Lončariću, 1998.)

Klasa opskrbljenosti		mg P ₂ O ₅ u 100 g tla		mg K ₂ O u 100 g tla		
		pH < 6	pH ≥ 6	Tla lakše teksture Lakša ¹	Tla srednje teške teksture Srednja ²	Tla teže teksture Teža ³
A	Vrlo slabo opskrbljeno	< 8	< 5	< 6	< 8	< 10
B	Slabo opskrbljeno	8-16	5-12	6-12	8-14	10-16
C	Dobro opskrbljeno	16-25	12-20	13-24	15-28	17-32
D	Bogato opskrbljeno	25-45	20-30	25-35	29-40	33-45
E	Vrlo bogato opskrbljeno	> 45	> 30	> 35	> 40	> 45

Upravljanje i kontrola kvalitete rezultata

U analitičkom laboratoriju Zavoda za Opću proizvodnju bilja provode se propisani postupci provjere, ponovljivosti i linearnosti pojedinih instrumenata unutarnjom i vanjskom kontrolom.

Rezultati analiza fizikalnih i kemijskih svojstava tla

U tablicama 2.9.16 i 2.9.17 prikazana su obavljena mjerenja.

Tablica 9.16. Fizikalna svojstva tla

Uzorak tla	m (tla s prirodnom vlažnosti)/g	m (tla zasićenog do retencijskog kapaciteta)/g	m (potpuno suhog tla)/g	Kv / % (kapacitet tla za vodu)	Trenutna vlažnost / %	Stv /gcm-3 (gustoća volumna)	Stp / gcm-3 (gustoća prava)	Porozitet / %	Kz / % (kapacitet tla za zrak)	Pijesak (%)	Prah (%)	Glina (%)	Tekstura tla
1	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
2	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
3	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA

Tablica 9.17. Kemijska svojstva tla

Od kemijskih svojstava tla utvrđen je, reakcija tla, sadržaj humusa, sadržaj biljci pristupačnog fosfora i kalija u tlu, te sadržaj ukupnih karbonata u tlu.

Uzorak tla	pH (1 M KCl)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	Humus, %	CaCO ₃ , %	N, %	C, %	S, %	CEC (cmol ⁺ /kg)
1	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
2	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
3	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA

* Oznaka „DA“ označuje obavljena mjerenja

Mjerenje koncentracije ugljikovog dioksida iz tla i agroekoloških čimbenika

Ugljik predstavlja vrlo važan biogeni element, te se njegovim zadržavanjem u tlu u obliku organske tvari, odnosno humusa, povećava kvaliteta i plodnost tla za uzgoj poljoprivrednih kultura. Tlo je u prirodi središnja karika u lancu biotransformacije organskog ugljika i kao najvažniji "organ poljoprivrednog organizma" tlo vrši transformacije svih organskih ostataka putem razgrađivača. Svaka transformacija organske tvari završava oslobađanjem CO₂ i njegovom emisijom u atmosferu. Stoga je emisija CO₂ iz poljoprivrednih tala odnosno disanje tla postalo predmet istraživanja zbog svoje potencijalne uloge u doprinosu/ublažavanju klimatskih promjena odnosno globalnog zatopljenja.

Materijali i metode

Disanje tla

Disanje tla odnosno terenska mjerenja koncentracije ugljikovog dioksida (CO₂) na površini tla provode se jednom mjesečno tijekom vegetacijske godine na svakoj varijanti pokusa u tri ponavljanja. Mjerenja se provode temeljem statičke metode s komorama. Komore su izrađene u sklopu projekta „Utjecaj različitih načina korištenja tla na klimatske promjene“ (u vlastitoj izradi Zgorelec i Tukač, 2011.) a sastoje se od dva dijela: donjeg kružnog okvira komore i gornjeg poklopca komore. Komore su izrađene od materijala koji ne propušta svjetlost kako bi se izbjeglo djelovanje sunčeve svjetlosti na mjerenja. Koncentracija ugljikovog dioksida iz tla mjerena je prenosivim infracrvenim detektorom ugljikovog dioksida (GasAlerMicro5 IR, 2011) (slika 2.9.8.). Postupak terenskog mjerenja koncentracije CO₂ iz tla provodi se tako da se kružni okviri (25 cm promjera) utisnu 5 cm u tlo između usjeva i zatim se mjeri inicijalna koncentracija CO₂ na površini tla unutar kružnih okvira. Okviri se postavljaju na golo tlo, a kada je potrebno, vegetacija je uklonjena iz unutrašnjosti okvira. Potom su kružni okviri zatvaraju poklopcima komora (promjera 25 cm i visine 9 cm) na kojima se nalazi priključni ventil za detektor ugljikovog dioksida. Od trenutka zatvaranja komora vrijeme inkubacije iznosi 30 minuta nakon čega se mjeri koncentracija akumuliranog CO₂ u zatvorenim komorama tijekom perioda inkubacije.



Slika 2.9.8. Mjerenje koncentracije ugljikovog dioksida iz tla

Proračun emisije (fluksa) ugljikovog dioksida iz tla ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dan}^{-1}$) proveden je prema Bilandžija i sur. (2016.) temeljem jednadžbe:

$$F_{\text{CO}_2} = [M \times p \times V \times (c_2 - c_1)] / [R \times T \times A \times (t_2 - t_1)]$$

Pri čemu je:

F_{CO_2} – fluks CO_2 iz tla ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dan}^{-1}$)

M – molarna masa CO_2 (kg mol^{-1})

p – tlak zraka (Pa)

V – volumen komore (m^3)

c_1 - koncentracija CO_2 na početku mjerenja ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)

c_2 - koncentracija CO_2 na kraju mjerenja ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)

R - plinska konstanta ($\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

T – temperatura zraka (K)

A – površina komore (m^2)

$t_2 - t_1$ – vrijeme inkubacije (dan)

Agroekološki čimbenici

Postavljeni cilj istraživanja zahtijeva pouzdane podatke o agroekološkim uvjetima, posebice o temperaturi, tlaku i relativnoj vlažnosti zraka te temperaturi i količini vode u tlu. Oborine i temperatura zraka utječu na količinu vode u tlu i temperaturu tla, koje naposljetku indirektno utječu na emisiju ugljikovog dioksida iz tla, a podatak o vrijednosti tlaka zraka je potreban za izračun emisije CO_2 iz tla. Temperatura zraka, tlak zraka i relativna vlažnost zraka mjereni su prilikom dolaska i odlaska s pokusnog polja, a njihova srednja vrijednost predstavlja vrijednost temperature i relativne vlažnosti zraka tijekom mjerenja emisije ugljikovog dioksida iz tla. Navedeni parametri mjereni su u tri ponavljanja. Temperatura i relativna vlažnost zraka mjereni su pomoću uređaja Testo 610 (2011.), a tlak zraka pomoću uređaja Testo 511 (2011.) na visini od 0,5 m iznad površine tla. Temperatura i količina vode u površinskom sloju tla (na dubini 10 cm) mjereni su pomoću uređaja IMKO HD2 (sonda Trime – Pico64, 2011.) prilikom svakog mjerenja koncentracije CO_2 iz tla u neposrednoj blizini svake komore (slika 2.9.9.).



Slika 2.9.9. Mjerenje koncentracije ugljikovog dioksida iz tla i agroekoloških čimbenika

Upravljanje i kontrola kvalitete rezultata

Kalibracija infracrvenog detektora CO₂ (GasAlerMicro5 IR, 2011.), uređaja za mjerenje temperature i relativne vlažnosti zraka (Testo 610, 2011.), tlaka zraka (Testo 511, 2011.) te uređaja za mjerenje temperature i količine vode u tlu (IMKO HD2, 2011.) provodi se jednom godišnje u ovlaštenom servisu.

Rezultati mjerenja disanja tla i agroekoloških čimbenika

U tablicama 2.9.18. i 2.9.19. dati su rezultati disanja tla i agroekološki čimbenici tla tijekom razdoblja istraživanja za pšenicu i ječam.

Tablica 2.9.18. Disanje tla i agroekološki čimbenici tla tijekom razdoblja studeni 2020. - travanj 2021. unutar istraživanih sorti ječma

Sorta pšenice	Vrijednost	Temperatura tla (°C)	Vlaga tla (%)	C-CO ₂ (kg/ha x dan)
REX	min	DA	DA	DA
	maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA
LORD	min	DA	DA	DA
	Maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA
BARUN	min	DA	DA	DA
	maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA
PANONAC	min	DA	DA	DA
	maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA
KONTROLA	min	DA	DA	DA
	maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA

min-najmanja vrijednost; maks-najveća vrijednost; sr-srednja vrijednost

Tablica 2.9.19. Disanje tla i agroekološki čimbenici tla tijekom razdoblja studeni 2020. - travanj 2021. unutar istraživanih sorti pšenice

Sorta	Vrijednost	Temperatura tla (°C)	Vlaga tla (%)	C-CO ₂ (kg/ha x dan)
SRPANJKA	min	DA	DA	DA
	maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA
RENATA	min	DA	DA	DA
	maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA

EL NINO	min	DA	DA	DA
	maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA
KRALJICA	min	DA	DA	DA
	maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA
KONTROLA - pšenica	min	DA	DA	DA
	maks	DA	DA	DA
	sr	DA	DA	DA

min-najmanja vrijednost; maks-najveća vrijednost; sr-srednja vrijednost

AKTIVNOST 3: EDUKACIJA I PODIZANJE SVIJESTI O KLIMATSKIM PROMJENAMA TE OSIGURAVANJE JAVNOSTI I DOSTUPNOSTI PODATAKA I PROJEKTNIH REZULTATA

3.1. organizacija i provedba aktivnosti kojima se osigurava javnost i dostupnost projektnih rezultata dionicima projekta – organizacija i provedba okruglog stola (ATAE) – 2023.

Na web stranici <https://projekt-klima.eu/> prezentirano je IZVJEŠĆE 2020/21 za projekt u 6 aktivnosti koji osigurava javnu dostupnost projektnih rezultata.

3.2. organizacija i provedba aktivnosti jačanja svijesti, šire javnosti – web portal, društvene mreže, panel rasprava, predavanja o jačanju svijesti o problematici klimatskih promjena, tiskani materijal za djecu

Izrađena je web stranica, profili na Facebooku i Instagramu, brošure (3), 19.10.2021 proveden je info dan u Zadru pod naslovom „Info dan i predstavljanje projekta Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom biogospodarstvu“, tiskana je slikovnica (detaljno opisano pod aktivnost 5)

AKTIVNOST 4: JAČANJE KAPACITETA ČLANOVA STRUČNOG TIMA ZA PROVEDBU ISTRAŽIVANJA

Članovi istraživačkog tima sudjelovali su na skupovima te su objavili slijedeće radove:

A3 (zbornik u WOS-u)

1. Grubor, M., Matin, A., Bilandžija, N., Bischof, S., Jurišić, V., Kontek, M., & Krička, T. (2021). Miscanthus and maize stalk as source for green energy production. Proceedings of the 48th International Symposium Actual Tasks on Agricultural Engineering. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 455-461.
2. Krička, T., Grubor, M., Vican, D., & Matin, A. (2021). Influence of drying air temperature on maize grain breakage. Proceedings of the 48th International Symposium Actual Tasks on Agricultural Engineering. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 409-414.

A2 u objavi, dok su sažeci objavljeni na znanstvenom skupu "Održivi razvoj poljoprivrede i turizma u kontekstu klimatskih promjena" u Poreču

1. Grubor, M., Matin, A., Bilandžija, N., Jurišić, V., Kontek, M., Škrilin Batina I., Krička, T. Utjecaj uparavanja na sastav oljuštenog i neoljuštenog zrna ječma- *Agriculturae Conspectus Scientificus* (Poljoprivredna znanstvena smotra)- ACS
2. Matin, A., Krička, T., Ostroški, N., Jurišić, V., Bilandžija, N., Kontek, M., Zdunić, Z., Grubor, M. Utjecaj hidrotermičke dorade na poboljšanje svojstava zrna pšenice i tritikalea - *Agriculturae Conspectus Scientificus* (Poljoprivredna znanstvena smotra)- ACS

Sažeci iz Portugala

1. Grubor M., Zjalić S., Matin A., Krička T. Influence of maize grain drilling on the water release rate and its nutritional value; Annual congress of European Association for Animal Sciences (EAAP)-Virtual Meeting, 1-4 December 2021. Poster, poster section Feed producing Facing Climate Change; Book of Abstracts, p 309.
2. Loncar J., Parroni A., Motola A., Reverberi M., Zjalić S. Mushroom polysaccharides as inhibitors of mycotoxin productio. Annual congress of European Association for Animal Sciences (EAAP)-Virtual Meeting, 1-4 December 2021. Poster, poster section Feed producing Facing Climate Change; Book of Abstracts, p 310.

Također se kroz predavanja i sažetke prezentirao projekt na Otvorenim danima znanstveno-istraživačkog centra za tekstil (TSRC) 2020. godine:

1. Krička. T. Projekt KLIMA (Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom gospodarstvu

AKTIVNOST 5: UPRAVLJANJE I ADMINISTRACIJA

5.1. Upravljanje aktivnostima projekta: Voditeljica projekta – prof. dr. sc. Tajana Krička

Zbog bolje vidljivosti projekta „Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom biogospodarstvu“ voditeljica projekta prof. dr. sc. Tajana Krička u suradnji s ostalim istraživačima izradila je 3 brošure i to:

- Poljoprivredna biomasa iz žetvenih ostataka,
- Žitarice u kružnom gospodarstvu,
- Proizvodnja bioetanola druge generacije iz žitarica,

vidljive na web stranici (<https://projekt-klima.eu/>).

Nadalje, izrađena je slikovnica za djecu naslova „Lavić Zrnko: kukuruz i klimatske promjene“ također vidljiva na web stranici.

Uz to zbog praćenja rada na pokusnim poljima i u laboratorijima na web stranici prikazane su slike pokusa, kao i snimke izrađene dronom. Isto tako, napisala je u suradnji s ostalim istraživačima „Izvešće 2020/2021“ gdje je detaljno napisan tijek i metode rada kao i dobiveni rezultati za istraživane kulture.

5.2. Administracija i tehnička koordinacija te financijsko upravljanje i izvještavanje: Administrativni voditelj projekta – Zadar

Matea Matković zaposlena je od 13. veljače 2020. kao administrativna voditeljica na ugovor o djelu, za vrijeme trajanja projekta Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom biogospodarstvu (do 1. lipnja 2023.). Administrativna voditeljica izrađuje ZNS-ove, obavijesti o izmjenama Ugovora, komunicira s posredničkim tijelima, kao i sa članovima projektnog tima, upravlja financijama te je zadužena za ostale administrativne poslove na projektu.

5.3. Ostale aktivnosti u svezi s upravljanjem:

- priprema dokumentacije za prijavu projekta: PRONESSA consulting – 20.000,00 kn
- priprema dokumentacija za izvještavanje: djelatnica u računovodstvu Zadar cca 10% radnog vremena

AKTIVNOST 6: PROMIDŽBA I VIDLJIVOST

6.1. Izrada i održavanje web stranice i vizuala projekta

U sklopu projekta izrađeni su web stranica i web portal na kojima se nalaze podaci o projektu kao i sve obavijesti o projektnim aktivnostima. Link na stranicu: <https://projekt-klima.eu/>

Izrađene su i stranice na društvenim mrežama:

Instagram: <https://www.instagram.com/projekt.klima/>

Facebook: <https://www.facebook.com/projekt.klima.eu>

6.2. Tisak informativnih materijala

Tisak promotivnih materijala s uključenom grafičkom pripremom obuhvaća letke, roll up plakate i sl. Dogovorena je nabava 3 banera projekta sa svim potrebnim informacijama i oznakama vidljivosti, po jedan za svaku instituciju.

REPUBLIKA HRVATSKA
 Ministarstvo gospodarstva
 i održivog razvoja

**FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I
 ENERGETSKU UČINKOVITOST**

Naziv projekta:
 Proizvodnja hrane, biokompozita
 i biogoriva iz žitarica u kružnom
 biogospodarstvu

CLIMATE
 FOOD,
 BIOFUEL,
 BIOCOMPOSITES

Korisnik projekta:
 Sveučilište u Zadru

Partneri projekta:
 Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
 Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Vrijednost projekta:
 3.398.322,29 HRK

Sufinancirano iz Europskog fonda za regionalni razvoj:
 2.888.573,93 HRK (85%)

Razdoblje provedbe projekta:
 45 mjeseci (1. rujna 2019. – 1. lipnja 2023.)

Sadržaj ovog roll up bannera isključivo je odgovornost Sveučilišta u Zadru

6.3. Organizacija i provedba završne konferencije

Promotivni materijali podijelit će se sudionicima završne diseminacijske konferencije a obuhvaćat će poklone s potrebnim oznakama vidljivosti.

Brošure:

1. Poljoprivredna biomasa iz žetvenih ostataka
2. Žitarice u kružnom gospodarstvu
3. Proizvodnja bioetanola druge generacije iz žitarica
4. Proizvodnja biokompozita/biofiltera iz lignocelulozne biomase
5. Mikotoksini

Slikovnica:

1. Lavić Zrnko: kukuruz i klimatske promjene

*nabave **izda promotivnih materijala** (kemijske olovke, privjesci i sl.), **tisak priručnika i brošura** (4 brošure i 1 priručnik), **tisak promotivnih materijala** (letci, roll up plakati i sl.) u planu nabave su objedinjene i kao takve ih se provodi.