



ŽLAHTNJENJE HMELJA

Javna služba v hmeljarstvu

Program dela za leto 2025

Naročnik:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
Dunajska 22, SI 1000 Ljubljana

Izvajalec:

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
Cesta Žalskega tabora 2,
SI 3310 Žalec

Program pripravili:

izr. prof. dr. Andreja Čerenak, univ. dipl. biol.
dr. Sebastjan Radišek, univ. dipl. inž. agr.
izr. prof. dr. Iztok Jože Košir, univ. dipl. kem.
Monika Oset Luskar, univ. dipl. inž. kmet.
Andreja Rojnik, inž. kmet.

Odgovorni nosilec:

izr. prof. dr. Andreja Čerenak, univ. dipl. biol.

Direktor:

Bojan Cizej, univ. dipl. inž. živil. tehnol.

Žalec, 25. 2. 2025

Kazalo vsebine

1	UVOD.....	3
2	PROGRAM DELA ZA LETO 2025.....	5
2.1	Oskrba nasadov hmelja, posajenih s križanci hmelja	5
2.2	Selekcije križancev na biotske dejavnike.....	5
2.2.1	Selekcija na hmeljevo pepelovko (<i>Podosphaera macularis</i>)	5
2.2.2	Selekcija na hmeljevo peronosporo (<i>Pseudoperonospora humuli</i>)	6
2.2.3	Testiranje odpornosti križancev na verticilijsko uvelost hmelja	6
2.2.4	Testiranje občutljivosti sort hmelja na viroid razpokanosti skorje agrumov (ang. Citrus Bark Cracking Viroid (CBCVd)).....	6
2.2.5	Testiranje odpornosti novih sort hmelja na hmeljevo peronosporo in hmeljevo pepelovko v rastlinjaku z umetnimi okužbami.....	7
2.2.6	Testiranje odpornosti genotipov hmelja v poljskih razmerah na nizki opori	7
2.3	Vzgoja novih križancev hmelja.....	8
2.3.1	Vzgoja rastlinskega materiala.....	8
2.3.2	Določanje spola križancem na stopnji sejančka	8
2.3.3	Vzgoja brezviroidnih rastlin dveh novih sort hmelja – 90A263 in 109B27.....	9
2.3.4	Ohranjanje izbranih križancev hmelja v tkivni kulturi	9
2.3.5	Križanja	10
2.4	Evalvacija križancev	10
2.4.1	Opazovanja ženskih in moških rastlin – odbira pozitivnih križancev	10
2.4.2	Standardne analize sort v pridelavi	10
2.4.3	Spremljanje skladiščne obstojnosti sort v preizkušanju	11
2.4.4	Določanje pivovarske vrednosti kandidatnih sort v pivovarnah izven IHPS	11
2.4.5	Določanje senzoričnih lastnosti kandidatnih sort na IHPS	11
2.4.6	Sofinanciranje določanja vrednosti za pridelavo in uporabo v postopku vpisa sort hmelja v slovensko sortno listo	12
2.4.7	Izobraževanje in izpopolnjevanje	13
3	DOLGOROČNI CILJI IN KAZALNIKI STROKOVNE NALOGE ŽLAHTNJENJE HMELJA.....	14
3.1	Dolgoročni cilji strokovne naloge	14
3.2	Dolgoročni kazalniki strokovne naloge.....	14
4	LETNI CILJI IN KAZALNIKI STROKOVNE NALOGE ŽLAHTNJENJE HMELJA	15
4.1	Letni cilji strokovne naloge	15
4.2	Letni kazalniki strokovne naloge	15

1 UVOD

Javno službo v hmeljarstvu, kamor sodi tudi strokovna naloga Žlahtnjenje hmelja, opredeljuje sledeča veljavna zakonodaja:

- Zakon o kmetijstvu (UL RS, št. 45/08, 57/12, 90/12 – ZdZPVHVVR in 26/14 [32/15](#), [27/17](#) in [22/18](#))
- Uredba o ureditvi trga s hmeljem (UL RS, št. 20/09, [60/10](#), [88/11](#) in [50/15](#))
- Pravilniki o nalogah, pogojih in cenah storitev opravljanja javne službe v hmeljarstvu (UL RS, št. 41/21)

Skoraj sedemdesetletna tradicija na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije je žlahtnjenje oz. vzgoja sort hmelja. Slovenski hmelj predstavlja enega najpomembnejših kmetijskih izvoznih pridelkov za državo. Lastne sorte zavzemajo kar 98 % slovenskih hmeljišč. Glavni razlog vlaganja v razvoj novih sort je, da običajno uvajanje tujih sort v naše pridelovalne razmere ni primerljivo s kakovostjo in količino pridelka istih sort na območjih, kjer so bile požlahtnjene. Posledično ima vsaka pomembnejša hmeljarska dežela na svetu svoj lastni program razvoja sort.

Posebnost strokovne naloge Žlahtnjenje hmelja je v njenem financiranju, saj jo vsa leta od uvedbe javne službe v hmeljarstvu v manjšem deležu sofinancirajo hmeljarji sami. Zelo pomembno je tudi še tesnejše sodelovanje s trgovci s hmeljem, s čimer bomo nadaljevali zlasti pri plasiranju novih sort na svetovni trg.

Nasade hmelja, vključene v žlahtnjenje hmelja bomo oskrbovali na 4,6 ha. Posadili bomo nove kolekcijske nasade, opravili križanja med novimi starševskimi komponentami in izvedli odbiro rastlin na nivoju sejančkov na bolezi hmeljevo pepelovko in hmeljevo peronosporo, z molekulskimi markerji bomo ločili moške in ženske rastline pred sajenjem v hmeljišča. Kolekcijo moških rastlin bomo dopolnili z nad 100 moškimi rastlinami.

V lanskem letu smo postavili eno krilo steklenjaka za namen vzgoje sejančkov, in sicer ladjo s tremi komorami. Ob naslednjem razpisu za investicije bomo uredili še primerno opremo, ki bo omogočala zlasti uravnavanje temperature, ki je zelo pomembna za pravilen razvoj rastlin ter za učinkovitejše izvajanje selekcij na bolezi, zlasti na hmeljevo pepelovko in hmeljevo peronosporo že na nivoju sejančkov v rastlinjaku. Po njegovi postavitvi imamo tudi primernejši prostor – t. i. karanteno – (prostorsko ločen predel ene komore) za uvoz sort hmelja iz drugih držav.

Tako kot nam novejši steklenjak omogoča učinkovitejše delo, smo se po lanski poplavi lotili tudi projektiranja novega laboratorija za rastlinsko biotehnologijo, ki ga bomo zaradi možnosti kakovostnejšega dela povečali in posodobili opremo. Projekt je v fazi pridobivanja ponudb in sredstev za investicijo.

Nadaljujemo s programom odbire križancev z večjo odpornostjo na bolezi, poleg selekcij na hmeljevo pepelovko, hmeljevo peronosporo in verticilijsko uvelost hmelja ter tudi na testiranje občutljivosti genotipov na huvo viroidno zakrnelost hmelja, ki jo povzroča CBCVd. Vse rastline novih sort, sort v preizkušanju in izbranih križancev bomo med sabo primerjali na isti lokaciji. Opazovanja bodočih sort in sort v preskušanju izvajamo tudi v posebnem testnem nasadu na nizki opori, v katerem izvajamo minimalno uporabo FFS, kar nam omogoča ocenjevanje poljske odpornosti na hmeljevo pepelovko in hmeljevo peronosporo ter v kasnejših fazah vegetacije (nasad se ne obira) tudi pojav različnih pegavosti, ki bi lahko v bodoče zaradi spremenjenih podnebnih razmer pričeale ogrozati hmeljarsko proizvodnjo. Pred vstopom novih sort v certifikacijsko shemo je potrebno vzgojiti rastline brez prisotnih viroidov, kar poteka z izolacijo celic iz meristema. V tem programu nadaljujemo z vzgojo brezviroidnih rastlin nove sorte 90A263, pri kateri smo v lanskem letu uspeli eliminirati HLVD (hmeljev latentni viroid; povzroča gospodarsko škodo, saj pomembno znižuje količino in kakovost pridelka) le pri enem regenerantu. V 2025 bomo nadaljevali s postopkom eliminacije viroida s hladno terapijo v inkubatorju, ki smo jo začeli v 2024 pri sorti 109B27 in 90A263. V proučevanje staranja hmelja bomo vključili tri sorte v preizkušanju. Čez celo sezono bomo zagotovili kakovostno vzgojo novih križancev hmelja tako z

vzgojo sejanc̑kov, izvajanjem selekcij na bolezn̑i na nivoju sejanc̑kov kot z novimi križanji in spraviom vzgojenega semena. Udeležili se bomo izobraževanj doma in v tujini ter o delu na strokovni nalogi informirali zainteresirane deležnike.

Z delom bomo sledili kratkoročnim kot tudi dolgoročnim ciljem strokovne naloge, navedenim v prilogah Uredbe o ureditvi trga s hmeljem, dogajanju na svetovnem trgu in v čim večji meri tudi željam hmeljarjem in trgovcem s hmeljem.

2 PROGRAM DELA ZA LETO 2025

2.1 Oskrba nasadov hmelja, posajenih s križanci hmelja

V letu 2025 bomo na novo posadili 0,91 ha ženskih križancev hmelja na SN-6 po predhodnem nabiranju sadik odbranih križancev in nato izoravanju ostanka križancev posajenih 2022. V nasad moških rastlin na Plevnem bomo posadili predvidoma še 100 novih odbranih moških genotipov. Oskrbovali bomo obstoječo kolekcije in križance: kolekcijo posajeno v 2022 na SN-6 (0,33 ha), 0,93 ha drugoletnega nasada križancev na SN-2, 0,93 ha kolekcije in poskusa P30 na SN-2,5ter 0,86 ha nasada tretjeletnih križancev in kolekcije na SN-11. Skupaj s svetovnim sortimentom in robnimi vrstami 4,59 ha hmeljišč. Z upoštevanjem sortnih poskusov, ki so del druge strokovne naloge, bomo obdelovali 5,71 ha. Hmeljišča se bodo obdelovala v skladu z izdelanimi protokoli, z izvajanjem strogih higienskih ukrepov (razkuževanja opreme, delavcev) med izvajanjem obdelave na različnih lokacijah. Razkuževanje se izvaja tudi znotraj obdelave istega hmeljišča. Vodja poskusnega posestva je odgovoren za dosledno izvajanje vseh ukrepov in vodenje evidenc.

Spomladi bomo na lokacijo SN-6 (0,91 ha) posadili križance, vzgojene v letu 2024 iz semena, in sicer približno 3.300 ženskih rastlin. Prav tako bomo posadili na isto lokacijo kolekcijski nasad z 2, 3 ali 5 ponovitvami istega križanca.

Opravljeni bodo vsi standardni agrotehnični ukrepi, ki se izvajajo v tehnologiji pridelave prvoletnega in večletnega hmelja. Določeni ukrepi zahtevajo pri poskusnih nasadih več časa – npr. napeljava, kjer je potrebno natančno napeljati poganjke na sadilno mesto, saj pri napeljavi poganjkov na sosednje mesto lahko povzročimo pomešanje različnih križancev. Zaradi različnega časa odganjanja križancev je potrebno napeljavo poganjkov večkrat ponoviti kot pri standardni obdelavi sort. Pri prvoletnem nasadu je potrebno tudi ročno okopavanje v spomladanskem času, da se prepreči zaviranje rasti hmelja zaradi zapleveljenosti.

Varstvo v nasadih bomo izvajali v skladu s priporočili prognostično signalizacijske službe na IHPS.

2.2 Selekcije križancev na biotske dejavnike

2.2.1 Selekcija na hmeljevo pepelovko (*Podosphaera macularis*)

V prvem delu aktivnosti bomo pripravili inokulatorske rastline na katerih v času dormance ohranjamo hmeljevo pepelovko. Inokulatorske rastline bomo meseca marca predstavili v izolirano celico rastlinjaka, kjer bodo rastline odgnale in omogočile razvoj primarnih okužb hmeljeve pepelovke. Razvoj pepelovke bomo pospeševali z umetnim okuževanjem. V tem času bo v rastlinjaku že potekala setev semen hmelja. Selekcijo bomo izvedli v rastlinjaku v sredini meseca aprila z metodo umetne inokulacije sejanchkov. Inokulum bomo pripravili s spiranjem micelija in konidijev pepelaste plesni iz okuženih inokulatorskih rastlin. Dobljeno suspenzijo bomo s Thoma števno komoro umerili na koncentracijo 50.000 konidijev/ml. Okuževanja bomo izvedli z ročno razpršilko, periodično v skladu z razvojem križancev. Prva bolezenska znamenja pričakujemo predvidoma po enem tednu po okuževanju. Vse sejanchke z visokim deležem okužb bomo izločili, odpornost družin sejanchkov pa bomo zabeležili kot odstotek selekcioniranih rastlin. Selekcionirane rastline bomo presadili v večje lončke s svežim substratom. Ker ni popolnoma odpornih genotipov, bomo po selekciji vso populacijo križancev poškropili s fungicidi.

V jesenskem času bomo iz najmanj 2 lokacij izolirali izolate in z njimi umetno okužili inokulatorske rastline. Te bomo do dormance vzgajali v rastlinjaku, da se na njih dovolj dobro razvije pepelasta plesen, ki v času dormance preživi v okuženih brstih. Na ta način bomo pripravili inokulatorske rastline za izvajanje selekcije v naslednjem letu.

2.2.2 Selekcija na hmeljevo peronosporo (*Pseudoperonospora humuli*)

Selekciji sejančkov na hmeljevo pepelovko bo sledila selekcija na hmeljevo peronosporo, ki jo bomo opravili v rastlinjaku. Vir okužbe nam bodo predstavljali sistemsko okuženi primarni in sekundarni poganjki (kuštravci), ki jih bomo nabrali v testnem nasadu IHPS na nizki opori.

V skladu z metodologijo bomo sporulacijo plesnivke pospešili z inkubacijo v plastičnih vrečkah preko noči pri sobni temperaturi in v temi. Inokulum bomo pripravili s spiranjem sporangijev iz listov s sterilno destilirano vodo in umeritvijo na koncentracijo 50.000 sporangijev/ml. Okuževanja bomo izvedli z ročno razpršilko ter ob tem inokulirane rastline za najmanj 4 ure prekrili s polprepustnim pregrinjalom, da vzpostavimo ugodne pogoje za okužbo.

Z odbiro sejančkov bomo pričeli po končani inkubacijski dobi za nastanek sistemskih okužb, ki traja v povprečju 14 - 21 dni po inokulaciji. Vse sejančke z razvitimi kuštravci ali visoko okuženostjo listov bomo izločili, odpornost družin sejančkov pa bomo zabeležili kot odstotek selekcioniranih rastlin. Po končani selekciji bomo rastline presadili, zaščitili s fungicidi in jih presadili v večje lončke.

2.2.3 Testiranje odpornosti križancev na verticilijsko uvelost hmelja

Testiranja bomo izvedli na Raziskovalni postaji za varstvo rastlin IHPS v Migojnicah, ki je prostorsko ločena od hmeljišč in poskusnega posestva IHPS. Testiranja bomo izvedli na enoletnih ukoreninjenih sadikah v lončkih. Kot vir okužbe bomo v laboratorijskih pogojih pripravili inokulum sestavljen iz visoko virulentnih izolatov glive *V. nonalfalfae* (patotip PG2), ki jih bomo predhodno namnožili v tekočem gojišču. Okuževanje bomo izvedli z metodo namakanja koreninskega sistema rastlin v suspenziji spor. Predhodno bomo rastline (v dormanci) vseh križancev in sort presadili v svež substrat in jih izpostavili fungicidom proti primarni okužbi hmeljeve peronospore, da se bodo ustrezno pripravile na okuževanje.

V letu 2025, v kolikor bo glede na št. razmnoženih možno, vpeljujemo nov sistem in sicer vsak genotip bo testiran v obsegu 20 rastlin, pri čemur bo 10 rastlin izpostavljeno inokulu, 10 kontrolnih rastlin pa vodi. S tem bomo lahko opazovali stres obeh obravnavanj na okuževanje in hkrati primerjali rast inokuliranih in ne-inokuliranih rastlin. Namreč eden od bolezenskih znamenj je poleg odmiranja tudi slabša rast rastlin. Ta dejavnik bomo vključili v testiranje z izvedbo meritev (min. 1x v vegetaciji).

Zaradi novega sistema dela se bo povečal obseg rastlin, vzdrževanj, ocenjevanj in meritev pri posameznem genotipu, vendar pa bomo dobili boljše podatke o odzivu na prisotnost glive *V. nonalfalfae*. Za leto 2025 tako glede na kapacitete predvidevamo testiranje 15 genotipov in 5 referenčnih sort Aurora, Celeia, S. Gold, S. Cardinal in Wye Target.

Po okuževanju bomo rastline napeljali na oporo in vzgajali v skladu z dobro agronomsko prakso. Pojav prvih bolezenskih znamenj se pričakuje 4 tedne po okuževanju in takrat bomo pričeli z vizualnimi ocenami rastlin v tedenskih intervalih. Ob koncu vizualnega ocenjevanja bomo izvedli še oceno prevodnega tkiva in reizolacijo povzročitelja. Na osnovi rezultatov opazovanj bomo križance uvrstili v ustrezne odpornostne razrede.

2.2.4 Testiranje občutljivosti sort hmelja na viroid razpokanosti skorje agrumov (ang. Citrus Bark Cracking Viroid (CBCVd))

Cilj naloge je, da ovrednotimo odziv novih slovenskih sort in sort v preizkušanju na CBCVd in s tem podamo pridelovalcem informacijo o občutljivosti in dovzetnosti posamezne sorte na okužbe s CBCVd. Poleg omenjenega je namen naloge testiranje genotipov hmelja, ki jih uporabljamo pri križanjih oz. vzgoji novih sort. Naloga se izvaja na Raziskovalni postaji za varstvo rastlin IHPS v

Migojnicah, ki je prostorsko ločena od hmeljišč in ostalih objektov IHPS z ustreznim fitosanitarnim režimom dela omejenih na zaposlene Oddelka za varstvo rastlin. Vse rastline, ki pridejo v stik s CBCVd so dodatno prostorsko zaščitene v zaprtih mrežnikih, da se omogoči popolna izolacija rastlin. Aktivnosti testiranja vključujejo vsakoletno pripravo in vzdrževanje rastlin, proces umetnega okuževanja, diagnostično preverjanje okužbe, ocenjevanje bolezenskih znamenj ter končno uvrstitev sort ali genotipov v ustrezen razred občutljivosti. Predvidoma bo testiranje vsakega posameznega genotipa trajalo najmanj 2 leti.

V letu 2025 bomo nadaljevali s testiranjem občutljivosti 7 genotipov (2/242, 11/157, 13/228, 14/34, 22/136, 23/182 in 25/149), ki smo jih pričeli okuževati v letu 2024 ter 3 genotipov: 236/204, 94/227 in 71/199 pri katerem v dveh letih testiranja nismo opazili okužb. V okvir testiranja so vključene tudi 4 referenčne sorte (Styrian Wolf, Dana, Styrian Cardinal in Celeia). Pri tem bomo v primeru rastlin, ki jih do sedaj nismo uspeli okužiti ponovno izvedli inokulacije in preverjanje okužbe. Pri genotipu 71/199, ki ga do sedaj nismo uspeli okužiti bomo izvedli še inokulacijo s cepljenjem na donorsko rastlino. V primeru rastlin z uspešnimi okužbami, bomo nadaljevali delo s fenotipskim ocenjevanjem razvoja bolezenskih znamenj. V času testiranja bodo vse rastline oskrbovane v skladu z dobro agronomsko prakso. Po končanju testiranja se bodo vsi odpadki ustrezno uničili s parno sterilizacijo ali odvozom v javno kompostarno.

Ocenjujemo, da bomo v 2025 končali z opazovanji genotipov 236/204 in 94/227. V primeru okuženih rastlin, pri katerih ne bomo opazili simptomov v 2025, bomo opazovanja podaljšali.

2.2.5 Testiranje odpornosti novih sort hmelja na hmeljevo peronosporo in hmeljevo pepelovko v rastlinjaku z umetnimi okužbami

V postopku potrjevanja novih sort smo časovno precej omejeni, saj je za potrditev vpisa dovolj le dvoletno spremljanje odpornosti na bolezn na polju. Tovrstna spremljanja so precej odvisna od vremenskih pogojev in izvajanja škroplilnih programov, kar lahko vpliva na izvedbo napačne ocene odpornosti bodoče sorte. Zaradi omenjenega bomo poleg že vpeljanega testiranja odpornosti sort na verticiljsko uvelost izvedli tudi testiranja odpornosti na ostale bolezni. Testiranja na hmeljevo peronosporo in hmeljevo pepelovko bomo izvedli v rastlinjaku s hkratnim okuževanjem standardnih sort z znano odpornostjo. Kot standarde sorte bomo pri obeh boleznih uporabili:

- Aurora in Bobek (srednja odpornost)
- Styrian Cardinal ali Dana ali Styrian Eureka (visoka občutljivost na pepelasto plesen)
- Styrian gold ali Styrian Wolf (visoka občutljivost na hmeljevo peronosporo)

Pojav bolezni bomo ocenjevali po skali od 0-4 (0 = brez okužbe, 1 = do 1 %, 2 = 1-5 %, 3 = 5-20 %, 4 = nad 20 %). Glede na ocene pojava bolezni in primerjavo s standardnimi sortami bomo sorte v preizkušanje razdelili v tri odpornostne razrede: visoka (0-5% okužba), srednja (6-10% okužba) in nizka (nad 10% okužba).

V letu 2025 predvidevamo nadaljevanje testiranja naslednjih genotipov: 3 sort (109B27, 31B26, 90A263) ter 5 sort v preizkušanju, ki so pričele sortne poskuse v 2022 (108/157, 167/107, 284/81, 50/84, 94/227). Pred testiranjem bomo vse rastline standardnih sort in rastline genotipov v testiranju presadili v svež substrat.

2.2.6 Testiranje odpornosti genotipov hmelja v poljskih razmerah na nizki opori

Poleg testiranja z umetnimi okužbami bomo odpornost sort in genotipov hmelja redno spremljali v poljskih pogojih v nasadu, ki smo ga leta 2021 oblikovali na nizki opori (2m). Vsak genotip hmelja smo posadili v obsegu 30 sadik/sorto, varstvo rastlin pa bo temeljilo le na režimu, ki bo preprečeval le škodljivce in zapleveljenost. V poljskih pogojih bomo lahko poleg hmeljeve peronospore in

hmeljeve pepelovke opazovali tudi odziv na ostale bolezni, kot so siva plesen, cercosporna in siva pegavost hmelja. Hkrati bomo opazovali tudi pojav morebitnih fiziopatij in prerazmnožitev škodljivcev. Pojav bolezni na genotipih bomo ocenjevali vizualno s skalo od 0-4 (0 = brez okužbe, 1 = do 1 %, 2 = 1-5 %, 3 = 5-20 %, 4 = nad 20 %). Pri tem bomo po potrebi ločeno ocenili pojav na listih in na storžkih. Glede na ocene pojava bolezni in primerjavo s standardnimi sortami bomo sorte v preizkušanje razdelili v tri odpornostne razrede: visoka (0-5% okužba), srednja (6-10% okužba) in nizka (nad 10% okužba).

Kot standarde sorte s katerimi primerjamo testirane genotipe smo vključili naslednje sorte:

- Aurora (srednja občutljivost na večino bolezni)
- Celeia (visoka občutljivost na cercosporno pegavost)
- Styrian Cardinal, Styrian Eureka (visoka občutljivost na pepelasto plesen)
- Styrian gold, Styrian Wolf (visoka občutljivost na hmeljevo peronosporo)

V letu 2025 bomo nadaljevali z opazovanji 3 novih sort, ki so zaključile sortno preizkušanje (109B27, 31B26, 90A263) ter 5 sort v preizkušanju (108/157, 167/107, 284/81, 50/84, 94/227), ki so bile v 2022 vključene v sortne poskuse.

2.3 Vzgoja novih križancev hmelja

2.3.1 Vzgoja rastlinskega materiala

V mesecu marcu bomo posejali cca 30.000 semen hmelja iz nad 100 družin križanj, vzgojili bomo 3000 sejančkov hmelja (po opravljenih selekcijah na hmeljevo pepelovko in hmeljevo peronosporo). Vzgojenim rastlinam bomo po opravljenih selekcijah na hmeljevo pepelovko in hmeljevo peronosporo z namnoževanjem z molekulskimi markerji določili spol. Ocenjujemo, da bomo pri približno tretjini rastlin določili moški spol, te rastline bomo izbrali po družinah križanj in po 2 rastlini ohranili za posaditev na Plevno. Ženske rastline bomo posadili spomladi 2025 v nasad SN-6 na IHPS, moške rastline pa na Plevno. Čez rastno sezono jih bomo optimalno oskrbovali (dognojevanje, namakanje, zatiranje bolezni in škodljivcev).

Vzgojili bomo 15 rastlin 20 križancev ter 4 kontrolnih sort za izvajanje selekcije na verticilijsko uvelost hmelja v letu 2026. Vse rastline bomo v času njihove vzgoje presadili v večje lonce ter jih optimalno gnojili, namakali ter tretirali proti boleznim in škodljivcem.

Po zadnjem jesenskem tretiranju proti hmeljevi peronospori bomo rastline pripravili na prezimitev (čiščenje nadzemnih delov).

2.3.2 Določanje spola križancem na stopnji sejančka

Ker se rastline hmelja do časa cvetenja morfološko ne ločijo po spolu, ampak so šele v času cvetenja očitne jasne razlike med moškimi in ženskimi rastlinami, bomo s sajenjem le ženskih rastlin na njivo precej prihranili pri nadaljnjem delu. Že več let nazaj smo vzgajali sejančke v rastlinjaku in toplih gredah, ter jih nato ne glede na spol posadili vse skupaj na njivo. Večina rastlin je zacvetela v dvoletnem nasadu, ko smo lahko glede na tip socvetja ločili moške rastline od ženskih. Moške rastline smo porezali preden so zacvetele, da niso oprašile bližnjih komercialnih nasadov. Manjši del moških rastlin smo izkopali in presadili na Plevno, kjer je nasad z moškimi rastlinami, medtem ko smo večino moških rastlin trajno uničili.

V zadnjih letih smo optimizirali metodo za določanje hkratnega namnoževanja več markerjev v PCR reakciji za določitev moškega spola sejančkom hmelja. V letu 2023 smo metodo še nadgradili z uporabo kvantitavnega PCR, ki je je naprednejša in pohitri sam postopek določitve spola. V letu

2025 bodo v selekcijo vključeni prav tako vsi križanci po opravljenih selekcijah na hmeljevo pepelovko in hmeljevo peronosporo. Tako bomo tekom leta opravili molekulske analize približno 3000 križancem, rastline z določenim moškim spolom bomo večinoma zavrgli, del jih bomo posadili na Plevno, v nasad moških rastlin.

2.3.3 Vzgoja brezviroidnih rastlin dveh novih sort hmelja – 90A263 in 109B27

Ob vstopu novih sort v certifikacijsko shemo sadilnega materiala morajo rastline kandidatke ustrezati določenim vstopnim pogojem. Med njimi je tudi brezviroidno stanje, kar pomeni, da ne smejo biti okužene s hmeljevim latentnim viroidom HLVd. Omenjeni patogen ne ogroža hmeljarstva, vpliva pa na kakovost in količino pridelka hmelja. HLVd se prenaša mehansko, z orodjem in manipulacijo rastlin. V procesu vzgoje sort hmelja se križanci obdelujejo nad 10 let, in ker so med rastočimi rastlinami tudi s HLVd okužene rastline, se viroid prenaša in okužuje tudi ostale sosednje rastline. Posledično so dostikrat rastline novih sort okužene s HLVd in je potrebno vzgojiti nove brezviroidne rastline. Ta postopek poteka z izolacijo meristema, nediferenciranega tkiva, ki se nahaja v brstih rastlin. Postopek izolacije meristema je precej zahteven, delo poteka pod lupo v sterilnih pogojih. Iz nekaj celic se regenerirajo nove mlade rastline, ki jih ob primerni fazi razvoja testiramo na prisotnost HLVd. Pri vseh rastlinicah, kjer ne potrdimo HLVd, se jih vzgaja še naprej in testiranje večkrat ponovi, preden potrdimo, da so res brezviroidne. Vzgojene rastline po ostalih testiranjih prenesemo v shemo certificiranega sadilnega materiala.

V letu 2022 smo uspešno vzgojili brezviroidne rastline sort 31B26. V letu 2023 nam je to uspelo pri sorti 90A263, a le pri 1 regenerantu, ki smo ga tekom sezone 2024 razmnožili, zato bomo z delom nadaljevali še v 2025. Letos smo v postopek dodali sorto 109B27. Na osnovi konzultacij z vodilnim strokovnjakom na tem področju, smo se odločili za nov pristop in sicer, da smo postopke eliminacije začeli izvajati v pozno poletnem obdobju ob večji starosti rastlin. Iz matičnih rastlin sort 90A263 in 109B27 smo izolacijo meristema izvedli avgusta/septembra 2024 in dodatno uvedli tretja meristemov z izpostavitvijo nizkim temperaturam v inkubatorju. Postopek vzgoje je dolgotrajen, predvidevamo, da bomo tekom leta 2025 vzgojili dovolj velike regenerante, da bomo s testiranjem izvedli preverjanje nove metode eliminacije HLVd.

2.3.4 Ohranjanje izbranih križancev hmelja v tkivni kulturi

V letu 2020 smo izbrane tuje sorte in križance hmelja po opravljenih testih določanja CBCVd, ki so bili vsi negativni, prenesli v tkivne kulture. Trenutno imamo v naši zbirki v tkivnih kulturah 64 genotipov, saj so vse sorte bile posajene v hmeljišče in so razmnožene tudi v rastlinjaku. Trenutno imamo v rastni komori genotipe z oznakami 21426, 21436, 284/113, 63012, A8/5, 85/208, 305/27, 126/120, 55/127, 195/122, 21340, 54/203, No32/68/27, 306/104, 142/70, JAR 2/32, 92P2/4, 92F10/193, 313/116, 31B26-1, 61/171, 318/110, 31/26-15, 31B26, 54/79, 239/29, 352/128, 283/140, 295/70, 163/75, 71/199, 248/28, 50/84, 249/75, 90/201, 31/26-30, R40, No3-38, 188/105, 31/26, 219/57, 31/26-84, 81/54, 31/26-87, R26, 63012, 54/203, 306/104, 142/70, 284/81, 90A263, 310/77, A2/132, 326/159, 330/96, 167/107, 185/216, 317/69, 207/251, 314/120, 301/26, 40/39, 276/69, 249/20, 236/204, 108/157, 208/262, 286/116, 94/227, 333/79.

V vmesnem času bomo rastline s sterilno tehniko vsakih 2-3 mesece prestavljali na sveže MS gojišče z dodanimi rastlinskimi hormoni. Glede na uspešno rast križancev v hmeljišču in vzdrževanje klonov v rastlinjaku bomo kakšnega križanca iz tkivne kulture izločili, oz. po potrebi nadomestili z novim.

2.3.5 Križanja

Križanja bomo izvajali pri križancih in sortah, posajenih spomladi 2021, 2022 in 2023, ko smo posadili sortiment tujih sort hmelja ter izbrane najboljše križance iz lastnega žlahtniteljskega programa. Uporabili bomo svež pelod moških rastlin, posajenih na Plevnem, dodali bomo izbrane genotipe posajene 2024. Program križanja v letu 2025 bo tako prilagojen tudi cvetenju mladih ženskih in moških rastlin.

Križanja bomo začeli izvajati v zadnji dekadi meseca junija, ko bodo rastline zacvetele. Pri izboru moških rastlin bomo upoštevali poleg že znanih podatkov iz preteklih let še nove podatke, zbrane v lanskem letu ter nato glede na želene lastnosti (močan habitus, veliko cvetnega nastavka, odpornost na bolezni) le-te vključili v program križanj.

V času fiziološke zrelosti rastlin (konec septembra, začetek oktobra) bomo osemenjene storžke križanih rastlin nabrali ter jih posušili v grelnih omarah. Osušene storžke bomo stresali na stresalniku, z uporabo 4 sit z različnim premerom luknjic. Očistili bomo seme vseh družin križanj in jih primerno shranili.

2.4 Evalvacija križancev

2.4.1 Opazovanja ženskih in moških rastlin – odbira pozitivnih križancev

Od začetka rastne sezone in do konca obiranja bomo vsaj enkrat tedensko prehodili in izvedli opazovanja v vseh nasadih križancev na IHPS, na SN-2, SN-6, Plevna in na SN-11.

Intenzivna odbira perspektivnih rastlin v nasadu SN-6, SN-11 in na SN-2 bo potekala v avgustu in septembru, seveda pa bodo opazovanja potekala že v juniju in juliju. Vključeno bo opazovanje razraščanja, ter označevanje rastlin s primernim habitusom za pridelavo. V skladu s programom bomo več sto križancem hmelja določili vsebnost in kakovost grenčic oz. količino in kakovost eteričnega olja.

V avgustu, vsaj 2 tedna pred in v času tehnološke zrelosti, bomo pričeli z intenzivnim preučevanjem križancev na njivi. Vizualno opazovanje bo kot v preteklih letih zajemalo zlasti razrast rastline (oblika rastline, dolžina zalistnikov, ...) in količino pridelka, ki jo lahko pričakujemo pri odbranki. Opazovali in popisali bomo tudi kvaliteto storžka ter pojav bolezni (hmeljeva peronospora, hmeljeva pepelovka, botritis). Pri najbolj zanimivih križancih bomo nabrali večjo količino (4000 kom) svežih storžkov, pri katerih se bo pregledal pojav bolezni (hmeljeva peronospora, hmeljeva pepelovka, botritis, pegavosti, ...). V sezoni 2024 smo vpeljali direktno vpisovanje ocen na njivi v elektronsko obliko, kar bomo v letu 2025 nadaljevali in nadgradili.

2.4.2 Standardne analize sort v pridelavi

Z namenom spremljanja kakovosti sort v posameznih letih bomo določili vsem slovenskim sortam v pridelavi (Aurora, Celeia, Bobek, Savinjski golding, Styrian Gold, Styrian Wolf, Styrian Cardinal, Styrian Dragon, Dana, Styrian Fox, Styrian Eureka, Styrian Kolibri in Styrian Eagle) ter novim trem 90A263, 31B26 ter 109B27 vsebnost in sestavo grenčic s HPLC metodo, ter prav tako količino in sestavo eteričnega olja.

2.4.3 Spremljanje skladiščne obstojnosti sort v preizkušanju

V letu 2024 smo pričeli pridobivati prve podatke o skladiščni obstojnosti treh sort v preizkušanju, ki so pričeli sortno preizkušanje v 2023, in sicer 50/84, 94/227 in 108/157. Vrednotenje bomo zaključili v 2025. Vzorce bomo pridobili takoj po obiranju v času njihove optimalne tehnološke zrelosti. Iz pridobljenih vzorcev hmelja bomo pripravili delne vzorce, ki jih bomo hranili pri temperaturi okolja (okoli 10 °C), z dostopom zraka. To predstavlja neugodne skladiščne razmere, vendar je najbližje skladiščenju večine v Sloveniji pridelanega hmelja. V naslednjega pol leta bomo v vzorcih določili vsebnost vode, alfa-kislin (KVH-TE), z metodo po Analytica-EBC 7.4 in vrednost indeksa staranja hmelja (HSI) po metodi Analytica-EBC 7.13.

Daljšega časovnega spremljanja in podrobnejše kemijske karakterizacije ne bomo izvajali, ker nas v tej fazi ne zanima dinamika izgube eteričnega olja in propada njegovih komponent. Po pol leta bomo v skladu s standardom določili skladiščno obstojnost posamezne sorte v preizkušanju.

2.4.4 Določanje pivovarske vrednosti kandidatnih sort v pivovarnah izven IHPS

Pred širjenjem novih sort hmelja 90A263, 31B26 in 109B27 v slovenska hmeljišča smo se na IHPS odločili za predhodno sodelovanje s slovenskimi trgovci s hmeljem. Dogovorili smo se, da vzorce več 10 kg posamezne sorte razdelimo na manjše količine, in sicer po 1 kg, kar so naredili v Hmezad Eximu d.d, kjer v hladilnici poskusni hmelj tudi skladiščijo. Ustrezno etiketiran hmelj je že na voljo zainteresiranim trgovcem s hmeljem in pivovarjem, da jih posredujejo svojim partnerjem, trgovcem ali pivovarnam. Hkrati je bil na IHPS pripravljen e-vprašalnik, ki ga bo vsak uporabnik poskusnega hmelja izpolnil, le-ta pa bo strokovnjakom na IHPS podal informacije in mnenja zainteresiranih pivovarjev. Na ta način se bomo lahko deležniki panoge odločili, katero sorto je primerno širiti in tržiti v slovenskih hmeljiščih. Skupaj s trgovci s hmeljem smo se odločili za širjenje sorte 31B26 na nekaj hektarjev, kar je del tržne pridelave sadilnega materiala hmelja. V okviru strokovne naloge bomo spremljali rast in razvoj prvoletnih nasadov pri hmeljarjih.

2.4.5 Določanje senzoričnih lastnosti kandidatnih sort na IHPS

Za nove sorte hmelja imamo dobro opisane njihove kemijske značilnosti, nimamo pa dobrega opisa njihove pivovarske vrednosti, ki je praktično uporabna v pivovarstvu. Za zanimive genotipe iz žlahtniteljskega programa je tako nujno pridobiti podatke o pričakovanih senzoričnih lastnostih v različnih tipih piv (lager, ale in njihove izpeljanke).

Senzorične lastnosti v pivu so odvisne tudi od drugih uporabljenih pivovarskih surovin (različni tipi sladov), časa in načina hmeljenja in od izbranega režima fermentacije. V tem delu naloge želimo preučiti vpliv različnih tehnoloških parametrov na končno izražanje arome in grenčice v pivu.

V izhodišču bomo v izbranih genotipih hmelja določili vsebnost in sestavo eteričnih olj in grenčičnih snovi s plinsko in tekočinsko kromatografijo.

Na osnovi tako pridobljenih podatkov bomo izvedli poskusna varjenja piva z različnimi načini. Vsa varjenja bomo izvedli v laboratorijskem merilu. Sladico bomo pripravili iz ekstrakta slada, da bo ta vedno uniformna in njena sestava ne bo odvisna od procesa drozganja. Za posamezne komponente eteričnega olja je znano, da glede na njihovo topnost težje ali lažje prehajajo v vodne sisteme kot je pivina ali pivo. Prehodnost je odvisna tudi od temperature hmeljenja. Istočasno pa čas hmeljenja vpliva tudi na njihove izgube zaradi izhlapevanja in termičnega razpadanja. Za izbrane genotipe bomo izvedli poskusna varjenja, kjer bo edina spremenljivka kontaktni čas med hmeljenjem in faza pivovarskega procesa, kjer se hmeljenje izvaja. Tako bomo preskusili klasično toplo hmeljenje, ki se izvaja med kuhanjem sladice pri času 60 in 10 min ter hmeljenje v obliki hladnega hmeljenja, ki ga bomo izvedli med zorenjem. Pri slednjem na dinamiko prestopa, poleg

temperature, vpliva tudi prisotnost nastalega etanola, ki spremeni polarnost medija in s tem drugačno topnost posameznih spojin.

Za fermentacijo bomo uporabili dve različni kvasovki (kvas zgornjega in spodnjega vrenja). Po končani fermentaciji in zorenju bomo v vzorcih piv izvedli potrebno analitiko za karakterizacijo piva. S plinsko kromatografijo, sklopljeno z masno spektrometrijo (GC/MS) bomo posneli kromatograme hlapnega dela arome, ki vpliva predvsem na vonj, s tekočinsko kromatografijo (HPLC) pa sestavo grenčičnih spojin v pivu, ki vpliva na okus. Na ta način bomo pričeli s konstrukcijo banke podatkov, ki bo vsebovala aromatični in grenčični del in nam bo v prihodnje, z uporabo ustreznih statističnih metod, omogočala tudi napovedovanje lastnosti hmeljnih genotipov že pred samo izvedbo poskusnih varjenj.

Izvedli bomo tudi osnovne pivovarske analize določanja alkohola, ekstrakta in prevrelosti.

Istovrstno bomo z usposobljenimi panelom vse vzorce senzorično ocenili.

V letošnjem letu bomo preskusili 5 različnih genotipov (predvidoma sorte Aurora (kontrola), Styrian Dragon, Styrian Fox, Styrian Eagle, Styrian Kolibri) in z vsakim pripravili 6 različnih piv:

- toplo hmeljenje 60 min, kvas spodnjega vrenja,
- toplo hmeljenje 10 min, kvas spodnjega vrenja,
- toplo hmeljenje 60 min, kvas zgornjega vrenja,
- toplo hmeljenje 10 min, kvas zgornjega vrenja,
- hladno hmeljenje, kvas spodnjega vrenja,
- hladno hmeljenje, kvas zgornjega vrenja.

2.4.6 Sofinanciranje določanja vrednosti za pridelavo in uporabo v postopku vpisa sort hmelja v slovensko sortno listo

IHPS je kot prijavitelj sort hmelja v preizkušanju dolžan sofinancirati izvajanje poskusov določanja vrednosti za pridelavo in uporabo, ki se izvaja po Metodi preizkušanja vrednosti sorte za pridelavo in uporabo (VPU) – Hmelj (*Humulus lupulus* L.), (UVHVVR-VPU/1/3 z dne 1. 2. 2022). Delež sofinanciranja znaša stroške analiz in dela v sorazmernem deležu števila sort v preizkušanju glede na število standardnih sort. Poskusni nasadi na treh lokacijah 5 sort v preizkušanju in sicer 50/84, 94/227, 108/157, 167/107 in 284/81 ter standardnih sort Aurora, Savinjski golding in Dana bodo v 2024 tretjeletni. Izvajali bomo kvalitativno in kvantitativno vrednotenje pridelka ter spremljali ostale pomembne lastnosti sort v preizkušanju. Ob začetku registracije sort so bile znane sledeče lastnosti izbranih sort v preizkušanju:

- 50/84: povprečna vsebnost alfa-kislin 10 - 15 % SS, srednja/visoka odpornost na verticilijsko uvelost hmelja, nizka odpornost na hmeljevo peronosporo in srednja na hmeljevo pepelovko;
- 94/227: povprečna vsebnost alfa-kislin 12 - 16 % SS, nizka odpornost na verticilijsko uvelost hmelja, nizka odpornost na hmeljevo peronosporo in visoka na hmeljevo pepelovko;
- 108/157: povprečna vsebnost alfa-kislin 10 – 14 % SS, visoka občutljivost na verticilijsko uvelost hmelja, srednja odpornost na hmeljevo peronosporo in visoka na hmeljevo pepelovko;
- 167/107: povprečna vsebnost alfa-kislin 14 – 16 % SS, visoka občutljivost na verticilijsko uvelost hmelja, nizka odpornost na hmeljevo peronosporo in srednja na hmeljevo pepelovko;
- 284/81: povprečna vsebnost 8 - 12 % alfa-kislin SS, srednja odpornost na verticilijsko uvelost hmelja, nizka odpornost na hmeljevo peronosporo in srednja na hmeljevo pepelovko.

V skladu s tem programom bomo kot prijavitelji sort v preizkušanju krili sledeče analize: 91 določitev vsebnosti vlage, 91 določitev vsebnosti alfa-kislin s KVH-TE, 15 HPLC določitev grenčic ter 15 določitev količine in kvalitete eteričnega olja.

2.4.7 Izobraževanje in izpopolnjevanje

V letu 2025 se bo vodja strokovne naloge udeležila konference IHGC v tujini, kjer bo predstavila slovensko žlahtnjenje in raziskave hmelja, ter simpozija, ki ga organizira Slovensko agronomsko društvo. Februarja bo na Seminarju o hmeljarstvu predstavila izzive in rešitve na področju vzgoje novih sort hmelja. V kolikor se bodo pojavile še druge možnosti izobraževanja, se jih bodo udeleženci strokovne naloge udeležili.

Skozi leto bodo opravljene naloge in rezultati v okviru Žlahtnjenja hmelja predstavljeni hmeljarjem na tehnoloških sestankih in predstavnikom hmeljarjev ter trgovcev s hmeljem na sestankih Odbora za hmeljarstvo pri IHPS. Prav tako bomo aktivno sodelovali s predstavniki Ministrstva za kmetijstvo, prehrano in gozdarstvo RS.

3 DOLGOROČNI CILJI IN KAZALNIKI STROKOVNE NALOGE ŽLAHTNJENJE HMELJA

3.1 Dolgoročni cilji strokovne naloge

- Visok in kakovosten pridelek pri grenčičnih in aromatičnih sortah hmelja.
- Odpornost na pomembnejše bolezni in manjša preferenca na škodljivce.
- Zelo dobra skladiščna obstojnost.
- Zelo dobra pivovarska vrednost.
- Dobre pridelovalne lastnosti sorte s ciljem znižanja stroškov pridelave.

3.2 Dolgoročni kazalniki strokovne naloge

- Število vpisanih grenčičnih sort v sortno listo.
- Število vpisanih aromatičnih sort v sortno listo.
- Število vpisanih sort z izkazano odpornostjo na biotske dejavnike.
- Število izbranih novih križancev za vključitev v postopek vpisa v sortno listo.
- Razvoj selekcijskih metod.

4 LETNI CILJI IN KAZALNIKI STROKOVNE NALOGE ŽLAHTNJENJE HMELJA

4.1 Letni cilji strokovne naloge

- Oskrbovani nasadi križancev v skladu z dobro kmetijsko prakso.
- Sajenje celotnega sortimenta tujih sort hmelja, vseh kolekcijskih nasadov in sejančkov v hmeljišče ob IHPS.
- Zagotavljanje zdravih in dobro oskrbovanih rastlin križancev hmelja pred sajenjem na njivo, na nivoju sejančkov.
- Kvalitetno izvedene selekcije sejančkov na bolezni v rastlinjaku.
- Testiranje odpornosti na verticilijsko uvelost pri izbranih križancih.
- Testiranje občutljivosti na CBCVd pri izbranih križancih hmelja.
- Vzgoja rastlin novih sort hmelja brez hmeljevega latentnega viroida (HLVd).
- Obveščanje uporabnikov - hmeljarjev z rezultati dela ter pridobivanje povratnih informacij.
- Določanje moškega spola sejančkov hmelja z uporabo molekulskih markerjev.
- Določanje vpliva sorte hmelja na senzorične lastnosti piva.
- Diseminacija rezultatov na konferencah, sestankih in v obliki člankov.

4.2 Letni kazalniki strokovne naloge

- Št. oskrbovanih hektarjev hmeljišč.
- Št. vzgojenih in oskrbovanih križancev hmelja.
- Št. pozitivno odbranih križancev (št. izvedenih popisov, določitve pridelka, ovrednotenje moških rastlin).
- Št. opravljenih kemijskih analiz (določanje grenčic in eteričnega olja).
- Št. opravljenih analiz določanja viroidov.
- Št. križancev, vključenih v razmnoževanje za selekcije v letu 2025.
- Št. genotipov, ki se bodo ohranjali v razmerah tkivnih kultur.
- Št. križancev, ki bodo vključeni v testiranje odpornosti na verticilijsko uvelost hmelja.
- Št. križancev, ki bodo vključeni v testiranje odpornosti na hudo viroidno zakrnelost hmelja.
- Št. križancev, vključenih v določanje spola z uporabo molekulskih markerjev.
- Št. regeneriranih rastlin kandidatnih sort iz meristema, brez navzočnosti HLVd (hmeljevega latentnega viroida).
- Št. mednarodnih in domačih poročil o izvedbi programa.
- Št. izvedenih predavanj, posvetov, obvestil in nasvetov.
- Št. strokovnih člankov v raznih publikacijah.
- Št. opravljenih kemijskih in senzoričnih analiz za določitev pivovarske vrednosti genotipov hmelja.