



# ŽLAHTNJENJE HMEĽJA

## Program dela za leto 2021

Program javne službe v hmeljarstvu

Strokovne naloge v proizvodnji kmetijskih rastlin za področje hmeljarstva

Naročnik: Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS

Program so pripravili:

Dr. Andreja Čerenak  
Dr. Sebastjan Radišek  
Dr. Iztok Jože Košir  
Monika Oset Luskar  
Andreja Rojnik

Odgovorna nosilka:

Dr. Andreja Čerenak

Direktor:

Bojan Cizej

Žalec, november 2020

## 1 NAMEN STROKOVNE NALOGE ŽLAHTNJENJE HMELJA

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

1. **Zakon o kmetijstvu** (UL RS, št. 45/08, 57/12, 90/12 – ZdZPVHVVR in 26/14 32/15, 27/17 in 22/18)
2. **Uredba o ureditvi trga s hmeljem** (UL RS, št. 20/09, 60/10, 88/11 in 50/15)
3. **Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o ureditvi trga s hmeljem** (UL RS, št. 60/2010; 88/11 in 50/15)

Hmeljarstvo je v Sloveniji intenzivna kmetijska dejavnost, prvi nasadi so bili posajeni v Savinjski dolini v 2. polovici 19. stoletja, medtem ko prvi zapisi o hmelju v Sloveniji segajo že v 12. stoletje. V Sloveniji je kar 98 % nasadov posajenih s slovenskimi sortami, ki so bile požlahtnjene na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. Razlog za tako velik delež lastnih sort je v večinoma manj uspešnem uvajanju tujih sort in v uspešnih slovenskih sortah. Podobno je ugotovljeno tudi drugod po svetu, saj ima vsaka žlahtniteljska dežela po svetu svoj lastni program razvoja sort, kar je prav tako nujno v Sloveniji za ohranitev dosedanjega 2-3 % tržnega deleža slovenskega hmelja na svetovnem trgu. Zelo pomembno pa je v prihodnje tudi še tesneje povezano sodelovanje s trgovci s hmeljem, in se dogovoriti za celosten nastop na trgu, tako s poznavanjem sort in njihovih prednosti.

Na letošnji program žlahtnjenja hmelja bo še v manjši meri vplivala lanska izkrčitev vseh nasadov IHPS s ciljem izkoreninjenja hude viroidne zakrnelosti hmelja, ki jo povzroča viroid razpokanosti skorje agrumov - CBCVd. V tem letu smo stestirali vse pomembne sorte in križance in jih bomo po potrditvi njihove neokuženosti z viroidoma CBCVd in HSVd posadili nazaj v naše kolekcijske nasade. Večji poudarek namenjamo programu večje odpornosti na bolezni, poleg selekcij na hmeljevo pepelovko, hmeljevo peronosporo in verticilijsko uvelost hmelja tudi na testiranje občutljivosti na CBCVd. Na novo bomo postavili nizko žičnico kjer bodo posajene poleg standardnih sort tudi sorte v preizkušanju. Celoten nasad ne bo tretiran s FFS proti boleznim, za lažje vrednotenje tolerantnosti oz. občutljivosti sort na bolezni. V program bomo vključili razvoj tetraploidnih sort hmelja ter pripravo protokola, ki ga bomo v prihodnje uporabili za uvoz tujih sort hmelja ter preprečitev eventualne okužbe z njihovim sajenjem v naše hmeljišče. V letu 2021 bo potrebno prilagoditi tudi pravilnik o izvajanju javne službe v hmeljarstvu, kjer bomo aktivno sodelovali s pristojnim ministrstvom. Zaključili bomo z določanjem skladiščne obstojnosti sort v preizkušanju ter jih ponovno pivovarsko ovrednotili z eno izmed variant varjenja piva. Čez celo sezono bomo zagotovili kakovostno vzgojo novih križancev hmelja tako z vzgojo sejančkov, izvajanjem selekcij na bolezni na nivoju sejančkov kot z novimi križanji in spraviom vzgojenega semena.

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.

## 2 PROGRAM DELA ZA LETO 2021

### 2.1 Oskrba nasadov hmelja, posajenih s križanci hmelja

Zaradi krčitve nasadov IHPS ob pojavu CBCVd je bil program dela v okviru strokovne naloge za leto 2020 temu prilagojen, kar vpliva na izvedbo dela tudi v letu 2021 v smislu ponovnega sajenja vseh kolekcijskih nasadov. V okviru strokovne naloge žlahtnjenje hmelja bomo oskrbovali 1,5 ha dvoletnih rastlin v hmeljišču na zunanji lokaciji, izolirani od ostalih nasadov (GERK 2523103), v Celju. Na zunanji lokaciji se bo hmeljišče obdelovalo z ločenimi stroji kot na IHPS v skladu z izdelanimi protokoli.

Po opravljeni štiri-letni premeni v hmeljišču z oznako SN-2 bomo spomladi 2021 posadili na 2,64 ha križance, vzgojene v 2020, in sicer približno 3.500 križancev, vzgojenih v letu 2020 iz semen. Prav tako bomo posadili na isto lokacijo kolekcijske nasade, in sicer:

- 256 križancev v kolekcijski nasad s posajenimi 5 rastlinami posameznega genotipa (+ kontrolne sorte), skupno 1350 rastlin;
- 7 križancev v kolekcijski nasad s posajenimi 30 rastlinami posameznega genotipa (3 ponovitve po 10 rastlin; plus kontrolne sorte), skupno 300 rastlin;
- Sortiment tujih sort, in sicer 101 sort na 10 sadilnih mest, skupno 1010 rastlin.

Opravljeni bodo vsi standardni agrotehnični ukrepi, ki se izvajajo v tehnologiji pridelave prvoletnega 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.

Skupno bomo v okviru strokovne naloge tako oskrbovali 4,14 hektarjev hmeljišč. V prihodnjem letu bo postavljena nova žičnica za moške rastline na Plevni, ter za ženske rastline ob IHPS. V kolikor bo izvedljivo bomo moške rastline posadili na Plevno jeseni 2021.

### 2.2 Selekcije križancev na biotske dejavnike

- **Selekcija na hmeljevo pepelovko (*Podosphaera macularis*)**

Prva faza aktivnosti bo zajela pripravo inokulatorskih rastlin na katerih v času dormance ohranjamo hmeljevo pepelovko. Inokulatorske rastline bomo v mesecu februarju prestavili 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 sejančkov. 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 sejančke z visokim deležem okužb bomo izločili, odpornost družin sejančkov 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 plasen, ki v času dormance preživi v okuženih brstih. Na ta način bomo pripravili inokulatorske rastline za izvajanje selekcije v naslednjem letu.

- **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 vsako leto naberemo v spomladanskih mesecih v neškropljenih hmeljiščih na območju Žalca. Sporulacijo plesnivke na kuštravcih pospešujemo z inkubacijo v plastičnih vrečkah preko noči pri sobni temperaturi in v temi. Inokulum pripravimo s spiranjem sporangijev iz listov s sterilno destilirano vodo in umeritvijo na koncentracijo 50.000 sporangijev/ml. Z odbiro sejančkov pričnemo 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.

- **Testiranje odpornosti križancev na verticilijsko uvelost hmelja**

Testiranja izvajamo na lokaciji Raziskovalne postaje IHPS v Migojnicah, ki je prostorsko ločena od hmeljišč in poskusnega posestva IHPS. Prav tako dela na postaji izvajajo le zaposleni Oddelka za varstvo rastlin v skladu z ustreznim fitosanitarnem režimom dela.

Testiranja bomo izvedli na enoletnih ukoreninjenih sadikah. 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 12 dormantnih rastlin vseh križancev in sort presadili v svež substrat. V letu 2021 predvidevamo okuževanje 20 genotipov hmelja. Po okuževanju bomo rastline napeljali na oporo in vzgajali v skladu z dobro agronomsko prakso. Pojav prvih bolezenskih znamenj se pričakuje 3-4 tedne po okuževanju in takrat bomo pričeli z vizualnimi ocenami rastlin v tedenskih intervalih. Testne križance bomo pri tem primerjali z referenčnimi sortami, ki vključujejo zelo občutljivo sorto Celeia, občutljiv Fuggle, srednje odporno sorto Wye Challenger in odporno sorto Wye Target. Ob koncu vizualnega ocenjevanja bomo izvedli še oceno prevodnega tkiva in reizolacijo povzročitelja. Na osnovi rezultatov opazovanj bomo križance uvrstili v ustrezne odpornostne razrede.

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

Z letom 2021 pričnemo z vzpostavitvijo testiranja občutljivosti novih sort in genotipov hmelja na CBCVd. Naloga se bo prav tako kot v primeru verticiljske uvelosti izvajala na lokaciji Raziskovalne postaje IHPS v Migojnicah, ki je prostorsko ločena od hmeljišč in poskusnega posestva IHPS z ustreznim fitosanitarnim režimom dela omejenih na zaposlene Oddelka za varstvo rastlin. Vse rastline bodo dodatno prostorsko zaščitene v zaprtih mrežnikih, da se omogoči popolna izolacija rastlin.

Cilj naloge je, da z umetnim okuževanjem 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. Z določitvijo tolerantnih/odpornih sort bomo lahko preko testiranj spremljali tudi dedovanje te lastnosti pri potomcih, kar je izrednega pomena pri načrtovanju programa križanj. 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. Na letni ravni predlagamo testiranje 18 genotipov hmelja (vključno s 4 referenčnimi sortami; Styrian Wolf, Dana, Styrian Cardinal in Celeia), vsak genotip pa se testira v obsegu 5 rastlin. Predvidoma bo testiranje vsakega posameznega genotipa trajalo najmanj 2 leti. Za leto 2021 smo v testiranje občutljivosti na CBCVd izbrali 3 sorte v preizkušanju, ki zaključujejo sortno preizkušanje (109/27, 31/26, 90/263); 5 sort, ki pričenjajo sortne poskuse v 2022 (108/157, 167/107, 284/81, 5084, 94/227) ter izbrane rastline, vključene v poskus P30.

Po končanju testiranj se bodo vsi odpadki ustrezno uničili s parno sterilizacijo ali odvozom v javno kompostarno. Testiranja občutljivosti sort hmelja na CBCVd se bodo na Raziskovalni postaji IHPS izvedla le v kolikor bo lokacija pridobila dovoljenje UVHVVR kot karantenski objekt za delo s karantenskimi škodljivimi organizmi.

- **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 boleznih na polju. Tovrstna spremljanja so precej odvisna od vremenskih pogojev in izvajanja škropilnih 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 2021 predvidevamo testiranje naslednjih genotipov: 3 sort v preizkušanju, ki zaključujejo sortno preizkušanje (109/27, 31/26, 90/263) ter 5 sort, ki bodo pričele sortne poskuse v 2022 (108/157, 167/107, 284/81, 5084, 94/227). Pred testiranji bomo rastline standardnih sort in rastline genotipov v testiranju presadili v svež substrat.

- **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 ga bomo v letu 2021 oblikovali na nizki opori (2m). Vsak genotip hmelja bomo posadili v obsegu 30 sadik/sorto in ga nato vsaj 2 leti spremljali pod režimom varstva, ki bo preprečeval le škodljivce in zapleveljenost. V poljskih pogojih bomo lahko poleg hmeljeve peronosporo 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 bomo uporabili naslednje genotipe:

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

V letu 2021 bomo v poskus vključili nove 3 sorte v preizkušanju, ki zaključujejo sortno preizkušanje (109/27, 31/26, 90/263) ter 5 sort, ki bodo pričele sortne poskuse v 2022 (108/157, 167/107, 284/81, 5084, 94/227).

### **2.3 Vzgoja novih križancev hmelja**

- **Vzgoja rastlinskega materiala**

V mesecu marcu bomo posejali cca 30.000 semen hmelja iz 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 2021 že ponovno v nasad na IHPS, moške rastline pa jeseni istega leta, po

postavitvi žičnice. Čez rastno sezono jih bomo optimalno oskrbovali (dognojevanje, namakanje, zatiranje bolezni in škodljivcev).

Vzgojili bomo rastline za izvajanje selekcije na verticilijsko uvelost hmelja v letu 2021. 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, pokrivanje z vrteksom).

- **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. V preteklih letih 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 izkopal 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 2021 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.

V času cvetenja prvoletnega nasada bomo spremljali molekulske določitev, opravljeno v zadnjih letih, ter jo preverili s fenotipskimi ocenami. V preteklih letih smo se približali 100 % pravilni določitvi spola križancem hmelja.

- **Križanja**

Na izvedbo programa križanj bo vplivalo sajenje rastlin spomladi 2021, kar pomeni, da bodo rastline v času cvetenja šele prvoletne, določene verjetno še ne bodo zacvetele. Ne glede na to pričakujemo, da bodo posamezne rastline že zacvetele, in te bomo uporabili za križanja. Zaradi planirane krčitve IHPS nasadov smo v preteklem letu shranili večjo količino cvetnega prahu zanimivih moških rastlin, prav tako pa imamo shranjeno večjo količino semen za vzgojo križancev v naslednjih letih. Program križanja v letu 2021 bo torej prilagojen možnosti izvedbe križanj. Iz preteklega leta nam je ostalo več tisoč semen, ki jih bomo posejali v prihodnjih letih, ker bo zaradi lanskoletne izkrčitve hmeljišč na IHPS križanja možno izvesti mogoče v omejenem obsegu.

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.

- **Ohranjanje izbranih križancev hmelja v tkivni kulturi**

V preteklem letu 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 kar 107 genotipov, in sicer: 21426, 21436, Wurtemberger, Nordgard 978, Nordgard 1478, oljski klon 12, Poljski klon 34, 284/113, 63012, Early Bird Golding, Tettninger, EWG, Mathon, 19058, 2/137 2x=40, El lupulo, Outeniqua, Pride of Kent, Cogneau, Kruglak Siriak, Southern Promise, Coobs, Diva Kostromsky, First Choice, Gingdaodohua, Bohemie, Kazbek, Splater, Yeomen, Chinook, A8/5, Herkules, Urožajni, Styrian Gold, Sterling, Columbus, Splater Select, First Gold, Aroma, Cluster, Hallertauer Gold, Cascade 2x=40, 85/208, 194/17, Kitamidori, 305/27, Crystal, Kirin, Strisselspalt, Wye Northdown, Golden Star, Braustern, 126/120, Wye Viking, Pheonix, Bullion, Saaz Late, Wye Saxon, Cascade, 55/127, Zlatan, Premiant, Rubin, Huller Bitterer, Vojvodina, 195/122, Orion, 21340, Huller Aroma, Hersbrucker Spat, Nugget, Osvaldov klon 72, Nadwišlansky, Northern Brewer, Galena, 54/203, Emerald, Harmony, Liberty, Hallertauer Merkur, Tardif de Bourgogne, Late Cluster, Vital, Smaragd, Glacier, Ringwood Special, No32/68/27, Saphir, Southern Brewer, Precoce de Bourgogne, Estera, Herald, Pilgrim, Sladek, 306/104, Hallertauer Tradition, 142/70, JAR 2/32, 92P2/4, 94N1/96, 92J13/5, 92F10/193.

V letu 2021 bomo vse navedene genotipe posadili v kolekcijski nasad, in sicer iz vzgojenih sadik v rastlinjaku. V kolikor bi katera izmed njih bila ogrožena, bomo aklimatizirali rastline iz *in vitro* razmer. Po tem, ko bomo prepričani, da smo jih obdržali na nivoju nasada oz. rastlinjaka, bomo večino rastlin v tkivnih kulturah zavrgli. V vmesnem času jih bomo vsakih 2-3 mesece predstavljali na sveže MS gojišče z dodanimi rastlinskimi s sterilno tehniko.

- **Vzgoja poliploidnih rastlin v tkivni kulturi**

Za hmeljno rastlino je značilno, da imajo običajno najmočnejši habitus triploidne rastline, torej tiste, ki imajo tri garniture kromosomov. Med slovenskimi sortami so to sorte Celeia, Cerera, Cicero, Cekin in Blisk, po svetu pa so najbolj poznane triploidne novozelandske sorte. Navadni hmelj je običajno diploidna rastlina, kar označuje dve garnituri kromosomov. Za vzgojo triploidnih rastlin je potrebno najprej vzgojiti tetraploidne rastline ter te križati z diploidnimi, potomci takega križanja bodo tudi triploidni. Tetraploide se lahko vzgoji s tretiranjem rastnega vršička z mitotičnimi sredstvi, lahko pa se podvajanje kromosomskih garnitur vzpodbudi tudi z dodajanjem hormonov v rastno gojišče za tkivne kulture. Iz literature in raziskav je znano, da se različne sorte zelo različno odzivajo na podvojevanje kromosomov, zlasti problematična je nadaljnja regeneracija adventivnih poganjkov. V



protokol bomo vključili  $N^6$ -(2-isopentenyl) adenine (2iP), ki se je v predhodnih raziskavah kolegov iz Ljubljane pokazal za učinkovitega pri podvajanju genomov sorte Aurora in Savinjski golding.

## 2.4 Evalvacija križancev

- **Opazovanja ženskih in moških rastlin – odbira pozitivnih križancev**

Od začetka rastle sezone in do konca obiranja bomo vsaj enkrat tedensko prehodili vse nasade križancev na IHPS, prav tako pa tudi na lokaciji v Celju.

Intenzivna odbira perspektivnih rastlin v nasadu v Celju bo potekala v avgustu in septembru, seveda pa bodo opazovanja potekala že v juniju in juliju v nasadu drugoletnih rastlin. Vključeno bo opazovanje razraščanja, ter označevanje rastlin s primernim habitusom za pridelavo. V skladu s programom bomo nad 400 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).

- **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) vsebnost in sestavo grenčic s HPLC metodo, ter prav tako količino in sestavo eteričnega olja.

- **Priprava protokola za uvoz sort hmelja iz drugih držav**

Osnova vsakega žlahtniteljskega materiala je čim obsežnejša baza različnih genskih virov, saj so ti vir različnih lastnosti, med njimi tudi različnih arom ali različnih genov odpornosti na različne bolezni in škodljivce. V prihodnjem letu nameravamo kontaktirati več žlahtniteljskih hiš z namenom vzpostavitve dogovorov glede uvoza njihovih aktualnih sort za namene slovenskega žlahtnjenja.

Uvoz sadik in zbiranje genotipov hmelja iz različnih območij sveta lahko predstavlja tveganje za prenos škodljivih organizmov, zato je pomembno, da pred vključitvijo tega materiala med genske vire slovenskega žlahtniteljskega programa izvedemo preventivni postopek preverjanja zdravstvenega stanja uvoženih rastlin.

Pred uvozom sadik hmelja iz različnih držav bomo pripravili poseben prostor v rastlinjaku, ki je fizično odmaknjen od zavarovanega prostora namenjenega vzgoji sadilnega materiala

hmelja in od žlahtniteljskega rastlinjaka. Protokol bo pripravljen po vzorcu delovanja in evidentiranja dela v objektu za izolacijo, kjer smo v letu 2020 vzgojili in stestirali vse zanimive genske vire hmelja na CBCVd in HSVd. Protokol bo torej pripravljen za namen vzgoje uvoženih rastlin hmelja, določanja morebitnih škodljivih organizmov v oz. na njih in njihovem sproščanju v žlahtniteljski rastlinjak po opravljenih vseh potrebnih analizah. Pri uvozu rastlin bomo po potrebi sodelovali s pristojnimi službami Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin.

- **Spremljanje skladiščne obstojnosti križancev**

V letu 2021 bomo končali preskus skladiščne obstojnosti 3 križancev, ki zaključujejo sortno preizkušanje v letu 2020, in sicer 109/27, 31/26 in 90/263. Za te križance opravljamo preskus v obliki meritev vsebnosti alfa-kislin ter indeksa staranja hmelja na začetku po obiranju jeseni 2020 in ga bomo zaključili po pol leta hranjenja na temperaturi 4°C, v zračno dostopni embalaži. Učinke staranja bomo preverili po 6 mesecih, po izteku polletnega hranjenja aprila 2021.

- **Poskusno mikrovarjenje križancev v preizkušanju**

V letu 2021 bomo v poskusni pivovarni na IHPS izvedli poskusno varjenje piva na osnovi 3 križancev hmelja, ki zaključujejo sortno preskušanje 109/27, 31/26 in 90/263, ki smo jih sicer preizkušali že v lanskem letu, v primerjavi s standardno sorto Aurora. V letošnjem letu jih bomo še enkrat preskusili, ker želimo dobiti podatek o njihovem vplivu na kemijsko in fizikalno stabilnost. V ta namen bomo že v samih vzorcih hmelja določili vsebnost alfa-kislin, eteričnega olja in polifenolov, v končnem pivu pa bomo še enkrat preverili vsebnost izo-alfa-kislin s čemer bomo ugotovili izkoristek izomerizacije in količino polifenolov, ki vplivajo na stabilnost pene in motnost piva. Vsa piva bodo hmeljena samo s preskušanimi križanci v solo varianti in brez kombinacij z drugimi sortami. Vsa piva bodo imela osnovo v enaki sladici, ki jo bomo pripravili na varilnici kapacitete 120 L. Pri vseh bomo izvedli toplo hmeljenje po enakem postopku in z enakim odmerkom hmelja glede na vsebnost alfa-kislin. Tako pridobljene pivine bomo prevreli s kvasom spodnjega vrenja in mlado pivo po pretoku zoreli pri 1-3 °C še naslednje tri tedne. Tako bomo dobili klasično pivo spodnjega vrenja. V pivu bomo poleg prej naštetih parametrov določili še osnovne kakovostne parametre kot so vsebnost alkohola, prevrelost in grenčica. Vsa piva bomo v nadaljevanju tudi senzorično ocenili. Organoleptični del ocenjevanja bomo izvedli na manjšem vzorcu izkušenih ocenjevalcev, ki so pri takšnih ocenah sodelovali tudi že v preteklosti. Na ta način bomo pridobili podatke o pivovarski vrednosti omenjenih križancev v varianti spodnjega vrenja.

- **Izobraževanje in izpopolnjevanje**

V letošnjem letu se bo vodja strokovne naloge udeležila dveh dogodkov, in sicer z aktivno predstavitvijo na znanstveni konferenci ISHS (International Society for Horticultural Science), v okviru katere bo marca 2021 potekal V. Humulus simpozij v Stuttgartu. Dogodek je bil zaradi Covid-19 razmer prestavljen iz leta 2020 v naslednje leto.

Raziskovalno delo na področju žlahtnjenja hmelja bo predstavila tudi na kongresu Evropskega združenja žlahtniteljev (EUCARPIA), ki je predviden v zadnjem tednu avgusta v Rotterdamu. Tudi ta dogodek je zaradi Covid-19 razmer v 2020 prestavljen v leto 2021.

### **3. Dolgoročni cilji in kazalniki strokovne naloge Žlahtnjenje hmelja**

#### **Dolgoročni cilji strokovne naloge so:**

- 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

#### **Dolgoročni kazalniki strokovne naloge so:**

- 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**

### **Letni cilji strokovne naloge so:**

- 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.
- Priprava protokola za uvoz tujih sort hmelja.
- Ohranitev številnih sort in križancev hmelja v razmerah tkivnih kultur ter pričetek vzgoje tetraploidnih rastlin v razmerah *in vitro*.
- Obveščanje uporabnikov - hmeljarjev z rezultati dela ter pridobivanje povratnih informacij.
- Določanje moškega spola sejančkov hmelja z uporabo molekulskih markerjev.
- Določanje skladiščne obstojnosti in pivovarske vrednosti sort v preizkušanju.

### **Letni kazalniki strokovne naloge so:**

- 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. križancev, vključenih v razmnoževanje za selekcije v letu 2022
- Št. genotipov, ki se bodo ohranjali v razmerah tkivnih kultur
- Št. križancev, ki bodo vključeni v testiranje odpornosti na verticilijsko uvelost hmelja
- Št. križancev, vključenih v določanje spola z uporabo molekulskih markerjev
- Št. mednarodnih in domačih poročil o izvedbi programa
- Št. izvedenih predavanj, posvetov, obvestil in nasvetov
- Št. strokovnih člankov v raznih publikacijah
- Št. opravljenih kemijskih analiz za določitev skladiščne obstojnosti in pivovarske vrednosti sort v preizkušanju.