

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2017/15



## ZAKLJUČNO POROČILO CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	V4-1412
<b>Naslov projekta</b>	Zagotavljanje konkurenčnosti slovenskega hmeljarstva z izborom dišavnih sort hmelja Providing competitiveness of Slovenian hop growing with flavour hop varieties selection
<b>Vodja projekta</b>	18828 Andreja Čerenak
<b>Naziv težišča v okviru CRP</b>	2.01.06 Zagotavljanje konkurenčnosti slovenskega hmeljarstva z usmerjenim izborom trendovskih sort
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	534
<b>Cenovni razred</b>	E
<b>Trajanje projekta</b>	07.2014 - 06.2016
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	416 Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.01 Kmetijske rastline
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	08. Kmetijstvo
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	4 Kmetijske vede 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

#### 2. Sofinancerji

	Sofinancerji	
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS
	Naslov	Dunajska cesta 22, 1000 Ljubljana

## B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### 3. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>1</sup>

SLO

Med cilji kmetijske politike v Sloveniji in EU je med drugim tudi pridelava konkurenčne hrane, zagotavljanje prehranske vrednosti in čim višje stopnje samooskrbe. Hmelj se že stoletja uporablja kot sredstvo pri varjenju piva, ki mu daje poleg grenčice tipično aromo. S povečevanjem interesa in potreb po drugačnih tipih piva in posledično tudi drugačnimi aromami hmelja predvsem na globalnem trgu smo v predlaganem projektu proučili prve slovenske dišavne križance hmelja v preizkušanju. Ker se nad 99 % slovenskega hmelja izvozi je širjenje novih dišavnih sort na tuje trge bistvenega pomena za ohranjanje konkurenčnosti slovenskega hmeljarstva.

Zaradi potrebe po zagotavljanju konkurenčnosti slovenskega kmetijstva in ohranitve slovenskega hmeljarstva kot izvozno najpomembnejše slovenske panoge kmetijstva smo v okviru predlaganega projekta (glej Priloga 1):

- (1) dopolnili izbor novih dišavnih sort hmelja, kar smo podkrepili z opravljenimi kemijskimi in senzoričnimi analizami opravljenimi v Sloveniji (IHPS) in v tujini;
- (2) s spremljanjem sprememb v sestavi eteričnega olja posameznega križanca v preizkušanju smo določili najprimernejši čas obiranja, ki je eden izmed ključnih podatkov za hmeljarje. Pristop spremljanja sestave eteričnega olja v času dozorevanja hmelja je inovativen tudi v širšem smislu, saj še v svetu ni znane podobne raziskave
- (3) določeni so bili optimalni pogoji sušenja in skladiščenja storžkov hmelja dišavnih križancev v preizkušanju, zlasti z vidika ohranjanja zelene sestave eteričnega olja;
- (4) kandidatnim dišavnim križancem za nove sorte smo določili pivovarsko vrednost v tujem referenčnem laboratoriju z ustrezno mikropivovarno (češki inštitut Research Institute of Brewing and Malting v Pragi);
- (5) na podlagi opravljenih analiz smo pripravili in strokovno podprli pentagrame dišavnih sort in križancev v preizkušanju, ki se oz. se bodo pridelovali v Sloveniji;
- (6) vpisali smo 2 novi dišavni sorti hmelja Styrian Cardinal in Styrian Wolf (vzgojeni v okviru programa žlahtnjenja hmelja in vsebinsko nadgrajeni v iztekajočem CRP), zaradi trajanja uradnega preizkušanja sort hmelja, ki traja 3 leta, jih bo več zaključilo preizkušanje v letu po izteku projekta;
- (7) informacije o dišavnih sortah hmelja smo oblikovali v novem katalogu sort (<http://www.ihps.si/raziskave-in-razvoj/publikacije/katalogi-sort-hmelja/>);
- (8) rezultate raziskave (lastna spoznanja kot tudi mnenja tujih ekspertov iz pivovarn) smo posredovali zainteresirani javnosti (hmeljarjem na rednih tehnoloških sestankih (6/leto), na Seminarju o hmeljarstvu v letih 2015 in 2016, v poljudni reviji Hmeljar), v postopku recenzije je znanstveni članek v reviji z mednarodno citiranostjo

Z raziskovalnim projektom smo pridobili ključne informacije in prenesli novo tržno nišo v slovensko hmeljarstvo. S cilji projektne naloge prispevamo k ciljem razpisa – »'Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2014.

ANG

Among the objectives of agricultural policy in Slovenia and the EU is the production of competitive foods, ensuring nutritional value and the highest possible degree of self-sufficiency. Hops have been used for centuries for brewing, giving bitterness and a typical flavor. With the increasing interest and demand for different beer types and, consequently, different hop flavors on the global market, we proposed project study with testing the first Slovenian flavour hop hybrids. Since over 99 % of Slovenian hops is exported, the spreading of new flavour varieties on foreign markets is of essential importance for maintaining the competitiveness of Slovenian hop industry.

Due to the need to ensure the competitiveness of the Slovenian agriculture and the preservation of Slovenian hop industry as the most important export Slovenian agriculture branch, within the framework of the proposed project (see Priloga 1), we:

- (1) completed the selection of new flavour hop varieties, which was supported by chemical and sensory beer analysis carried out in Slovenia (IHPS) and abroad;
- (2) by monitoring changes in the composition of the essential oil of each testing hybrid we determined the appropriate harvest time, which is one of the key data for hop growers. Approach for monitoring the composition of the essential oil during the technological ripeness is innovative also in a broader sense, since there is not known similar survey worldwide;
- (3) the optimum conditions of drying and storage of hop cones have been established for flavour testing hybrids, especially in terms of maintaining the desired composition of essential oils;
- (4) determined brewing value for the new flavour hybrids in a foreign reference laboratory with appropriate microbrewery (Research Institute of Brewing and Malting, Prague, Czech Republic);
- (5) on the basis of analyzes we prepared and professionally supported pentagrams of flavour varieties and hybrids in the test, which are / will be produced in Slovenia;
- (6) registered 2 new flavor hop varieties Styrian Cardinal and Styrian Wolf(developed in the hop breeding program and substantially upgraded in this project); because of the duration of the official registration procedure, which lasts 3 years, more varieties will be registered in the year following the end of the project;
- (7) information about flavour varieties were released in the new variety catalogue (please see website <http://www.ihps.si/raziskave-in-razvoj/publikacije/katalogi-sort-hmelja/>);
- (8) results of research were provided to the stakeholders (hop farmers on regular technological meetings (6 / year), on a hop symposium in the years 2015 and 2016 and in the journal Hmeljar), in the review is the scientific paper in the Journal of the Institute of Brewing.

With the research project, we obtained key information and implemented a new market niche in the Slovenian hop industry. The project objective contributed to the call - " Zagotovimo.si hrano za jutri " in 2014.

#### **4.Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev na raziskovalnem projektu<sup>2</sup>**

Glede na navedena izhodišča v izvlečku poročila smo v raziskovalnem projektu:  
- določili izbranim dišavnim križancem, ki so bili v postopku preizkušanja za vpis v sortno

listo, pivovarsko vrednost v Sloveniji (IHPS) in v tujini (inštituti - (češki inštitut Research Institute of Brewing and Malting v Pragi oz. pivovarne). Uporabljene so bile sodobne tehnologije varjenja piva (hladno in zeleno hmeljenje) in njihova primerjava za uporabo posameznega križanca v preizkušanju;

- s spremljanjem sprememb v sestavi eteričnega olja posameznega križanca v preizkušanju smo določili najprimernejši čas obiranja, ki je eden izmed ključnih podatkov za hmeljarje. Pristop spremljanja sestave eteričnega olja v času dozorevanja hmelja je inovativen tudi v širšem smislu, saj še v svetu ni znane podobne raziskave;
- na osnovi karakterizacije eteričnega olja smo izdelali pentagrami za posamezne križance v preizkušanju in jih na ta način opisali v jeziku, razumljivem tudi trgovcem s hmeljem in glavnim uporabnikom hmelja v praksi – pivovarjem;
- določeni so bili optimalni pogoji sušenja in skladiščenja storžkov hmelja dišavnih križancev v preizkušanju, zlasti z vidika ohranjanja zelene sestave eteričnega olja;
- kot smo predvideli, sta bili v času zaključevanja predlaganega projekta vpisani 2 dišavni sorti, predvidoma nadaljnje 3 bodo z vpisom zaključile leto dni kasneje;
- kot eden izmed končnih izdelkov je bil na podlagi dobljenih rezultatov izdelan katalog dišavnih sort hmelja (v obliki mapice z vložnimi listi) – dokončen tudi za novi 2 vpisani sorti Styrian Cardinal in Styrian Wolf (za naslednje 3 sorte v preizkušanju je razen imena pripravljen končni izdelek oz. vložni list za v katalog, ki bo dodan v katalog (mapico) kot vložni list po vpisu v sortno listo (leto dni po zaključenem projektu).

Zaključimo lahko, da smo raziskovalni projekt zelo uspešno realizirali. Natančnejši rezultati so razvidni iz priloge poročila.

#### 5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

Raziskovalni projekt smo zelo uspešno opravili, realizirani so bili vsi zastavljeni cilji, prav tako ni prihajalo do sprememb projektne skupine.

#### 6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>4</sup>

/

#### 7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	07032017	Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO	Analitični in senzorični profili slovenskih in čeških hmeljnih genotipov v pivih, varjenih s posamezno sorto hmelja
		ANG	Analytical and sensory profiles of Slovenian and Czech hop genotypes in single-hopped beers
	Opis	SLO	Na senzorično oceno piva vpliva sorta hmelja. V naši raziskavi smo določili senzorični profil v toplem in toplem+zeleno hmeljenem pivu, varjenem iz različnih hmeljnih genotipov in vpliv zelenega hmeljenja na sensoriko piva in hlapnih snovi. Pilotne varke (50l) 12% svetlega ležak piva so bile pripravljene z uporabo 7 novih slovenskih, 4 čeških in z ameriško sorto Citro kot kontrolo. Z uporabo GC / MS metode je bila določena osnovna sestava eteričnega olja v hmelju in pivu, za razjasnitev povezave med obravnavanji. Za določitev senzorične kakovosti piva je bila določena deskriptivna ocena pookusa grenčice. Rezultati so pokazali razlike v profilu eteričnega olja piva glede na genotip. V odvisnosti od odmerka hmelja se je povečala vsebina monoterpenskih alkoholov (= r 0,74) in monoterpenskih ogljikovodikov (r = 0,60) v zeleno hmeljenem pivu. Hmeljni okus je bil povezan z monoterpenskimi alkoholi in ogljikovodiki v pivu. Zeleno hmeljeno pivo je večinoma imelo višji grenkobni priokus v primerjavi s toplo varjenim pivom. Oba tipa piv vseh genotipov so

		<p>pokazala dobro senzorično sprejemljivost (3 - 4,5; 9 točk lestvice). Po 3 mesecih skladiščenja se je vsebina večine hlapnih snovi piva zmanjšala za več deset odstotkov, kar se je odrazilo v znatnem zmanjšanju hmeljnega okusa. Senzorično staranje obeh tipov tipa piva je bilo primerljivo.</p>
	ANG	<p>Sensorial behavior of beer is influenced by the hop variety. In our study, the sensory profile of kettle and kettle+dry single hopped beers from different hop genotypes and an impact of dry hopping on the beer sensory and volatiles profile was investigated. Pilot brews (50L) of 12 % pale lager were prepared in kettle and kettle+dry variants using 7 new Slovenian, 4 Czech varieties and American variety Citra as control. Using GC/MS method, essential oil composition in hops and beers was accessed in order to clarify links to the beer sensory profile both in kettle and dry hopping mode. To determine the sensory quality of beer, descriptive and bitterness lingering assessment methods were employed. Changes in the essential oils and aroma profile after three months of storage were evaluated. Results showed differences in the hop oils profile in kettle hopped beers among genotypes. In the case of dry hopping, the monoterpene alcohols (<math>r=0.60</math>) and monoterpene hydrocarbons (<math>r=0.74</math>) content in beer increased, in dependence on the dose in hops. Hoppy flavor correlated with monoterpene alcohols and hydrocarbons in beer. Dry hopped beers tended to higher bitterness aftertaste compared with kettle hopped beers. Both, kettle and dry hopped beers of all genotypes showed good sensory acceptance (3 - 4.5; 9 points scale). After 3 months of storage, the content of most beer volatiles decreased by several tens of percent, it was reflected by significant decrease of the hoppy flavor. Sensory aging of kettle and dry hopped beers was comparable.</p>
	Objavljeno v	Journal of the Institute of Brewing - in review
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	3961132 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Določanje linaloola pri različnih sortah hmelja z uporabo nove metode, temelječe na ekstrakciji na tekoči podlagi, v kombinaciji s sklopitvijo plinske kromatografije in masne spektrometrije</p> <p><i>ANG</i> Determination of linalool in different hop varieties using a new method based on fluidized-bed extraction with gas chromatographic-mass spectrometric detection</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Linalool, pomembna snov v hmeljenem, aromatičnem pivu, je ena izmed najbolj aromatičnih sestavin eteričnega olja v hmelju. Koncentracija linaloola se prav tako lahko uporablja za razlikovanje med sortami hmelja. Kot taka, je zahtevana učinkovita, ponovljiva in zmožljiva metoda. V tej študiji je predstavljena razvita nova metoda, temelječa na ekstrakciji na tekoči podlagi, v kombinaciji s sklopitvijo plinske kromatografije in masne spektrometrije. Ta metoda je hitrejša kot referenčna metoda, ki uporablja parno destilacijo; prav tako zmanjšuje možnost toplotnih sprememb. Ker ta metoda prihrani organska topila, energijo in količino vzorca, se lahko šteje za t.i. zeleno metodo. Dobra ponovljivost metode (8,0 mg / kg) je bila dosežena s 3-hepten-1-olom kot internim standardom. Meja zaznavnosti za linalool je 1,0 mg / kg, in meja določljivosti je 3,5 mg / kg. Dosežen je bil dober kompromis med rezultati nove in metodo parne destilacije. Analiziranih je bilo 59 vzorcev hmelja štirih pomembnih čeških sort (Agnus, Premiant, Saaz in Sladek) iz sezone 2013, in izvedena je bila korelacija vsebnosti linaloola z vsebnostjo grenčic v xyz 3-D projekciji. Dobljene so bile štiri jasno ločene skupine vzorcev glede na vzorce štirih testiranih sort hmelja.</p> <p>Linalool, an important substance in hoppy, aromatic beer, is one of the most aromatic components of essential oils in hops. Linalool concentration, among those of other substances, could be used to distinguish among</p>

		ANG	hops varieties. As such, an effective, repeatable, and high-through put method is required; a new method based on fluidized-bed extraction combined with detection by gas chromatography-mass spectrometry was developed and is presented in this study. This method is faster than the reference method, which uses steam distillation; it also reduces the possibility of thermal changes. Because this method saves organic solvent, energy, and sample amount, it can be considered a green method. Good repeatability of the method (8.0 mg/kg) was achieved with 3-hepten-1-ol as an internal standard. The detection limit of linalool is 1.0 mg/kg, and the limit of quantification is 3.5 mg/kg. Good agreement was achieved between the results of the new and steam-distillation methods. In addition, 59 samples of hops from four important Czech varieties (Agnus, Premiant, Saaz, and Sládek) from the 2013 harvest were analyzed, and the content of linalool was correlated with the content of bitter acids in xyz 3-D projection; four separate and clearly limited clusters that corresponded to the four tested varieties were obtained.
	Objavljeno v		American Society of Brewing Chemists.; Journal of the American Society of Brewing Chemists; 2015; Vol.73, No. 2; str. 151-158; Impact Factor: 0.492;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.665; WoS: DB, JY; Avtorji / Authors: Štěrba Karel, Čejka Pavel, Čulík Jiří, Jurková Marie, Krofta Karel, Pavlovič Martin, Mikyška Alexander, Olšovská Jana
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	650380	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv serijske uporabe Saccharomyces pastorianus na njen kariotip in proteinski profil med fermentacijo brezglutenskih pivin ajde in kvinoje
		ANG	The influence of serial repitching of Saccharomyces pastorianus on its karyotype and protein profile during the fermentation of gluten-free buckwheat and quinoa wort
	Opis	SLO	Eden izmed pogostih in učinkovitih ukrepov za zmanjševanje stroškov v industrijskem merilu je serijska uporaba kvasne biomase, ki v preteklosti še ni bila raziskana za ajdovo in kvinojino pivino. Spremljali smo morebitne spremembe proteinov kvasa in kromosomsko DNK v enajstih zaporednih uporabah kvasovk Saccharomyces pastorianus seva TUM 34/70 za fermentacijo ječmenove, ajdine in kvinojine pivine. Kariotipizacija je pokazala spremembe v zvezi s surovinami in predlagali smo mnoge odgovorne kandidatne proteini, ki bi lahko povzročili te razlike. Različni relativni izraz nekaterih proteinskih črt je bil povezan tudi s proteini, ki sodelujejo pri kvasnem odzivu na stres in z beljakovinami, ki sodelujejo pri fermentaciji. Rezultati kažejo, da se serijska uporaba seva TUM 34/70 zdi primerna za pridelavo brezglutenskih pijač, kot so pijače iz ajde in kvinoje.
		ANG	One of the common and efficient cost reduction measures in the industrial scale is serial repitching of the yeast biomass, which has not been studied for the buckwheat and quinoa beer fermentation before. In that manner we have monitored possible changes in yeast's proteins and chromosomal DNA during eleven serial repitchings of the yeast Saccharomyces pastorianus strain TUM 34/70 for fermentation of the barley, buckwheat and quinoa wort. Karyotypes showed changes in regard to the raw materials used and many responsible candidate proteins are suggested which could cause these differences. Different relative expression of some protein bands was also linked to the proteins involved in yeast stress response and proteins involved in fermentation performance. Results suggest that serial repitching of the strain TUM 34/70 seems suitable for the production of gluten-free beer-like beverages from buckwheat and quinoa.
			Elsevier; International journal of food microbiology; 2014; Vol. 185; str.

	Objavljeno v	93-102; Impact Factor: 3.082; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.519; A': 1; WoS: JY, QU; Avtorji / Authors: Deželak Matjaž, Gebremariam Mekonnen M., Čadež Neža, Zupan Jure, Raspor Peter, Zarnkow Martin, Becker Thomas, Košir Iztok Jože	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	652172	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Izdelava brezglutenskih pivu podobnih pijač spodnjega vrenja iz ajdovega in kvinojinega slada s kemijsko in senzorično karakterizacijo
		ANG	Processing of bottom-fermented gluten-free beer-like beverages based on buckwheat and quinoa malt with chemical and sensory characterization
	Opis	SLO	Namen raziskave je bil priprava fermentiranih pijač spodnjega vrenja iz ajde in kvinoje in raziskati njihove fizične, kemične in senzorične lastnosti. Analiza pivovarskih lastnosti ajde in kvinoje je, v primerjavi z ječmenom, pokazala nižji ekstrakt, daljši čas saharizacije, več beljakovin in fermentabilnega amino dušika ter višje jodne vrednosti in barve ajde in kvinoje. Fermentacijske vrednosti pH sladice in vsebnost topnih beljakovin so podobna za ječmen in ajdo, vendar drugačne pri kvinoji. Obe pijači, zlasti kvinojina, vsebuje izjemno visok nivo kovinskih kationov. Profil hlapnih spojin, pogosto povezanih z aromo piva, je bil primerljiv med ječmenovim pivom in ajdino pijačo, vendar bistveno različen kot pri kvinoji. Slednji je vseboval nekatere posebne hlapne snovi, ki jih ni mogoče najti v drugih pijačah. Organoleptično dožemanje ajdine pijače je bilo boljše kot pri kvinoji, čeprav sta obe pokazali dobro splošno sprejemljivost. V splošnem je ajda podobna tipičnemu ječmenu, medtem ko kvinoja izkazuje številne edinstvene lastnosti.
		ANG	This research was aimed to prepare bottom-fermented beverages from the buckwheat and quinoa grain and explore their physical, chemical, and sensory properties. Compared to barley, the analysis of brewing attributes of buckwheat and quinoa showed lower malt extract, longer saccharification time, higher total protein and fermentable amino nitrogen content, and higher values of iodine test and color of buckwheat and quinoa. The fermentability values, the wort pH and the soluble protein content is similar for barley and buckwheat but different for quinoa. Both beverages, especially the quinoa beverage, contained a superior level of metal cations. The profile of volatile compounds commonly associated with beer aroma was comparable between the barley and buckwheat beverage but significantly lower in quinoa. The latter contained some distinctive volatile substances not found in other beverages. The organoleptic perception of the buckwheat beverage was better than that of the quinoa, although both showed a good general acceptance. In general buckwheat is similar to typical barley whereas the quinoa shows many unique properties.
	Objavljeno v	Wiley-Blackwell; Journal of the Institute of Brewing; 2014; Vol. 120, iss. 4; str. 360-370; Impact Factor: 1.240; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.519; Avtorji / Authors: Deželak Matjaž, Zarnkow Martin, Becker Thomas, Košir Iztok Jože	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

### 8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	726668	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	V sortno listo Republike Slovenije se vpiše sorta navadnega hmelja ( <i>Humulus lupulus</i> L.), z odobrenim imenom Styrian Cardinal, registrska

		številka sorte HUL034
	ANG	New hop ( <i>Humulus lupulus</i> L.) variety denominated Styrian Cardinal, reg, no. HUL034, is registered on Slovenian variety list
Opis	SLO	Styrian Cardinal je sorta, požlahtnjena na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu iz evropske in ameriške dednine. Sorto odlikujejo zelo dobre agronomske lastnosti za pridelavo in spravilo hmelja. Je dišavna sorta z višjo vsebnostjo alfa-kislin in daje pivu izjemno, harmonično in tipično aromo. Styrian Cardinal je veličastna sorta, kar označuje tudi njeno ime. Sorta je v postopku zaščite na EU območju.
	ANG	Styrian Cardinal was bred at the Slovenian Institute of Hop Research and Brewing in Žalec from European and American germplasm. The variety is known for its very fine agronomic traits in hop production and processing. It is a flavour variety with high alpha-acid content, giving the beer an excellent, harmonious and typical aroma. Styrian Cardinal is a magnificent variety, as the name denotes. The variety is in EU patent procedure.
Šifra	F.32	Mednarodni patent
Objavljeno v	RS Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano; 2016; 2 str.; A'': 1; A': 1; Avtorji / Authors: Čerenak Andreja, Oset Luskar Monika, Radišek Sebastjan, Košir Iztok Jože	
Tipologija	2.22 Nova sorta	
2.	COBISS ID	726412 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	V sortno listo Republike Slovenije se vpiše sorta navadnega hmelja ( <i>Humulus lupulus</i> L.), z odobrenim imenom Styrian Wolf, registrska številka sorte HUL035
	ANG	New hop ( <i>Humulus lupulus</i> L.) variety denominated Styrian Wolf, reg, no. HUL035, is registered on Slovenian variety list
Opis	SLO	Styrian Wolf je potomec križanja med evropsko in ameriško dednino, požlahtnjen na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu. Sorta je znana po dobrih agronomskih lastnostih za pridelavo in spravilo hmelja. Že zven imena nam pove, da Styrian Wolf odlikuje zelo intenzivna dišavna aroma, ki se iz hmeljnih storžkov prenaša v pivo. Skupaj z visoko vsebnostjo alfa-kislin ima zelo dobro pivovarsko vrednost v različnih tipih piva. Sorta je v postopku zaščite na EU in ZDA območju.
	ANG	Styrian Wolf is a progeny from crossing European and American germplasm, bred at the Slovenian Institute of Hop Research and Brewing in Žalec. The variety is known for its good agronomic traits in hop production and processing. As the strong name of the variety suggests, Styrian Wolf is distinguished by its very intense aroma, which has excellent transfer from hop cones into the beer. Together with high alpha-acid content, it has very good brewing value for various kinds of beer. The variety is in EU and ZDA plant patent procedure.
Šifra	F.32	Mednarodni patent
Objavljeno v	RS Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano; 2016; 2 str.; A'': 1; A': 1; Avtorji / Authors: Čerenak Andreja, Oset Luskar Monika, Radišek Sebastjan, Košir Iztok Jože	
Tipologija	2.22 Nova sorta	
3.	COBISS ID	694924 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	V sortno listo Republike Slovenije se vpiše sorta navadnega hmelja ( <i>Humulus lupulus</i> L.), z odobrenim imenom Styrian Eagle, registrska številka sorte HUL030
	ANG	New hop ( <i>Humulus lupulus</i> L.) variety denominated Styrian Eagle, reg, no. HUL030, is registered on Slovenian variety list



	Opis	SLO	Styrian Eagle je križanec med evropsko in ameriško dednino, požlahtnjen na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu. Sorta je poznana po odpornosti na pomembnejše bolezni hmelja ter dobrih agronomskih lastnostih za pridelavo in spravilo hmelja. Styrian Eagle je dišavna sorta z visoko vsebnostjo alfa-kislin, kar daje pivu harmoničen okus in grenčico. Sorta je v postopku zaščite na EU območju.
		ANG	Styrian Eagle is a cross between European and American germplasm, bred at the Slovenian Institute of Hop Research and Brewing in Žalec. The variety is known for its resistance to important hop diseases and good agronomic traits in hop production and processing. It is a flavour variety with a high alpha-acid content, giving beer a harmonious taste and bitterness. The variety is in EU patent procedure.
	Šifra	F.32	Mednarodni patent
	Objavljeno v	RS Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano; 2015; 2 str.; A": 1; A': 1; Avtorji / Authors: Čerenak Andreja, Oset Luskar Monika, Radišek Sebastjan, Košir Iztok Jože	
	Tipologija	2.22	Nova sorta
4.	COBISS ID	717708	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Ciljni raziskovalni projekt Zagotavljanje konkurenčnosti hmeljarstva z izborom dišavnih sort hmelja	
	ANG	Research project Ensuring the competitiveness of hop industry with a selection of flavour hop varieties	
Opis	SLO	Strokovni članek povzema vse glavne naloge raziskovalnega projekta z rezultati dobljenimi v lanskem letu.	
	ANG	The professional article represents all main tasks of resech project with clear results obtained in last year.	
Šifra	F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
Objavljeno v	Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo; Hmeljar; 2015; Letn. 77, Št. 1-12; str. 34; Avtorji / Authors: Čerenak Andreja, Košir Iztok Jože		
Tipologija	1.04	Strokovni članek	
5.	COBISS ID	287053056	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Val dišavnega hmelja s Štajerske	
	ANG	The Styrian wave of flavour hops	
Opis	SLO	V katalogu so predstavljene nove dišavne sorte hmelja z genetskega, agronomskega, kemijskega in pivovarskega vidika, in je namenjen za promocijo in predstavitev slovenskih sort na mednarodnem trgu. Elektronska verzija je razvidna na spletni strani <a href="http://www.ihps.si/raziskave-in-razvoj/publikacije/katalogi-sort-hmelja/">http://www.ihps.si/raziskave-in-razvoj/publikacije/katalogi-sort-hmelja/</a>	
	ANG	The catalogue presents new flavour hop varieties with all data - genetic, agronomical, chemical, brewing - for promotion and presentation of Slovene varieties on worldwide market. The e-version is available on <a href="http://www.ihps.si/raziskave-in-razvoj/publikacije/katalogi-sort-hmelja/">http://www.ihps.si/raziskave-in-razvoj/publikacije/katalogi-sort-hmelja/</a>	
Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka	
Objavljeno v	Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije = Slovenian Institute of Hop Research and Brewing; 2016; 1 mapa ([24] str.); Avtorji / Authors: Čerenak Andreja, Košir Iztok Jože, Radišek Sebastjan, Oset Luskar Monika		
Tipologija	2.05	Drugo učno gradivo	

## 9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>2</sup>

Projektna skupina je svoje rezultate predstavila zainteresirani javnosti, hmeljarjem, trgovcem s hmeljem in pivovarjem na letnih Seminarjih o hmeljarstvu (februar 2015 in 2016 v Laškem) ter na rednih tehnoloških sestankih v času sezone hmelja. Rastline novih sort so bile predstavljene na avgustovskih sestankih s hmeljarji, ko so bile razvidne v nasadih. Katalog sort je objavljen na spletni strani IHPS, tiskane verzije pa so na razpolago zainteresiranim na IHPS. Sorte, vpisane v času trajanja projekta so v postopkih zaščite, in sicer na Uradu skupnosti za varstvo sort (CPVO) v EU, Styrian Wolf pa je v postopku zaščite kot rastlinski patent za ZDA. Imamo registrirano blagovno znamko Styrian Wolf za EU območje, mednarodna je v postopku registracije, enako tudi za Styrian Cardinal. Zaščita intelektualne lastnine je bistvenega pomena zaradi možnosti enostavnega razmnoževanja hmeljne lastnine ter bi v primeru širitve sort izven Slovenije zmanjšalo konkurenčnost Slovenije na mednarodnem trgu s hmeljem.

## 10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 10.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Projektna skupina je bila aktivna na področju znanstvenih objav - v času trajanja projekta je bil objavljen 1 članek, 2. članek v ugledni znanstveni reviji je v recenziji, 3. članek je v pripravi. Izsledki projekta so bili objavljeni na 4 znanstvenih konferencah doma in v tujini. Raziskava je bila prva tovrstna pri nas in lahko trdimo, da smo z njo postavili temelje in dobra izhodišča za nadaljnje raziskave. Registrirane sorte so zelo zanimive iz genetskega vidika, saj so križanci tuje in avtohtone dednine, ter so dober vir za nadaljnje raziskave. Določena pivovarska vrednost dišavnih sort bo nadgrajena z dodatnimi analizami. Zaradi izredno interdisciplinarno usmerjene raziskave so bile podane številne iztočnice za nadaljnje znanstveno delo.

ANG

The project team was active in the field of scientific publications – in the time of project duration 1 SCI article was published, the 2. article is under revision in relevant scientific journal. The conclusions of the project were published on 7 scientific commissions in Slovenia and on international level as well. The research was innovative and we can assume that the basis and good starting points were revealed. Registered varieties are genetically very interested since they are composed from foreign and autochthonous germplasm and are good base for future research. Obtained brewing value of flavour varieties will be upgraded with additional analysis as well. The project was very interdisciplinary oriented so many different starting points for further scientific research were revealed.

### 10.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Rezultati projekta imajo zaradi zelo aplikativne uporabe dolgoročne učinke, saj omogočajo razširitev ponudbe hmelja na novem trgu. S širitvijo trga bo hmeljarstvo kot najpomembnejša kmetijska izvozna panoga v Sloveniji dosegala večjo konkurenčnost. Rezultati projekta so neposredno uporabni v slovenskem hmeljarstvu in nove sorte hmelja so že posajene na cca 30 ha slovenskih žičnic. Ves pridelek je prodan in skupaj z rezultati diseminacije našega projekta – izdajo kataloga sort hmelja – je hmelj pogodbeno prodan tudi v naslednjih letih. Projekt kot tak je podprl konkurenčnost slovenskega kmetijstva na globalnem trgu, kar je zelo pomembno, saj se kar 99 % hmelja izvozi.

ANG

Because of very applicative goals the project results have long-terming effects - they are enabling the use of hop varieties on the market. Hop growing as the main Slovenian exporting agricultural branch will achieve better results. The results of the project are directly useful in Slovenian hop growing and the new varieties are already grown on app. 30 ha of Slovenian hop farms. All yield is sold and together with results of our project dissemination – variety catalogue – the hops are contracted for next few years as well. The project itself supports competitiveness of Slovenian agriculture on global market, since 99 % of Slovenian hops are exported.

## 11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

### 11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v domačih znanstvenih krogih  
 pri domačih uporabnikih

**Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?**<sup>11</sup>

Velik interes po naših rezultatih se kaže med slovenskimi hmeljarji, pivovarji doma in po svetu ter trgovci s hmeljem. Površine z novimi sortami se vztrajno večaj, piva varjena z omenjenimi sortami se oglašujejo tako doma kot v tujini. Ker pa je pivovarstvo zmeraj bolj zanimivo področje v družbenih krogih, se zanimanje za znanstveno sodelovanje na tem področju prav tako povečuje.

### 11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v mednarodnih znanstvenih krogih  
 pri mednarodnih uporabnikih

**Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:**<sup>12</sup>

Z Research Institute of Brewing and Malting iz Prage smo se spoznali v tem projektu, sodelujemo pa tudi pri nadaljnjih projektnih prijavih na EU območju. Skupaj smo postavili tudi NPK pivovar/pivovarka, ki ga na IHPS redno izvajamo. V teku so nadaljnje znanstvene raziskave. Za rezultate se zanima tudi Mednarodna hmeljarska organizacija ter pivovarne - Heineken, SabMiller, Sapor, Samuel Adams in ostale 'craft' pivovarne iz ZDA, ki so pognale nov val varjenja piva in posledično razvoj hmelja.

**Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:**<sup>13</sup>

Rezultati tovrstnega sodelovanja so znanstveni članki, nove projektne vloge in izmenjave študentov. Povezava s pivovarnami se kaže s promocijo njihovega piva in naših novih sort - primer za to je irska pivovarna Carlow Brewing (O'Hara), ki že oglašuje našo sorto Styrian Wolf v svojem pivu, razvidno na <http://www.carlowbrewing.com/hop-adventure-styrian-wolf/>

## 12. Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj	
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen bo v naslednjih 3 letih"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Delno"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>

	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>

<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**

**13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: nacionalna poklicna kvalifikacija pivovar/pivovarka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>					
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>					

**Komentar**

**14.Izjemni dosežek v letu 2016<sup>14</sup>****14.1. Izjemni znanstveni dosežek**



## 14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Vpis treh novih sort hmelja, navedenih pod točko 8, medtem ko je ena izmed njih opisana v priloženi ppt. prilogi.

## C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenci (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

### Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo  
Slovenije

Andreja Čerenak

### ŽIG

Datum:

7.3.2017

### Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2017/15

<sup>1</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite cilje iz prijave projekta in napišite, ali so bili cilji projekta doseženi. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> V primeru odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta.

Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta.

Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>14</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2016 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/> [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2017 v1.00  
72-EC-A4-D4-3F-70-EF-E9-DB-0E-7D-E2-E3-2F-EA-B6-96-8D-BC-D0

## Priloga 1

### A. POSKUSNO MIKROVARJENJE DIŠAVNIH KRIŽANCEV HMELJA NA IHPS

Posebna pomena v procesu žlahtnjenja in registracije nove sorte je določitev pivovarske vrednosti, ki nam pove kakšne osnovne pivovarske lastnosti v smislu kakovosti grenčice in arome lahko pričakujemo od sorte pri praktični uporabi v pivovarstvu.

V primeru dišavnih križancev hmelja je pomemben predvsem podatek kako se v pivu odražajo karakteristike arome, ki izvirajo predvsem iz eteričnega olja. Dodatno vprašanje je ali nosilci arome, ki jih zaznavamo v samem hmelju preidejo v pivo oziroma ali se v njem izrazijo na način, da jih lahko tudi organoleptično zaznamo.

V ta namen smo v času trajanja projekta na IHPS izvedli 16 poskusnih mikrovarjenj novih dišavnih križancev hmelja (8 križancev, ki so bili v postopku preizkušanja za vpis v sortno listo ob začetku projekta; od aprila 2016 sta 30/96 in 74/134, Styrian Cardinal in Styrian Wolf že novi sorti hmelja).

Za namen varjenj piva smo pripravili tehnološko zrele storžke hmelja, ter sveže zamrznili ali ustrezno posušili nabrane vzorce hmelja. V jesensko-zimskem času 2014/2015 smo pripravili piva iz križancev 30/96, 74/143, 102/44, 105/220, 273/128, 109/108, 81/54 in 214/61.

Križanec 74/134 smo uporabili dvakrat v odvisnosti od časa obiranja, saj smo želeli videti ali čas obiranja vpliva na organoleptične lastnosti piva.

Vsa mikrovarjenja so bila izvedena v obliki hmeljenja z enim samim križancem (single brew), pri čemer smo poleg klasičnega vročega hmeljenja tekom kuhanja pivine, v nadaljevanju med zorenjem uporabili tudi hladno hmeljenje. S tem načinom hmeljenja smo zvišali prenos hlapnih komponent eteričnega olja hmelja v pivo, brez izgub zaradi izhlapevanja tekom vretja.

Na izbranih sortah v preizkušanju smo preskusili način hmeljenja s svežim hmeljem (green oz. wet hopping), kjer smo v fazi hladnega hmeljenja uporabili svež hmelj in ne posušenega kot je običajno. Na ta način smo preizkusili celotni potencial posameznega križanca, saj hmelj ni bil podvržen običajni fazi sušenja in s tem posledično izgubam eteričnega olja.

Poskusnemu varjenju je sledilo organoleptično ocenjevanje vzorcev piva s katerim smo pri večji skupini degustatorjev poskušali ugotoviti zaznavanje posameznih tipov arome v pivu kot končnem produktu. Z ocenjevanjem smo različne arome posameznih dišavnih križancev umestili v eno izmed osnovnih aromatičnih skupin (citrusna, cvetlična, hmeljna, zeliščna in sadna). Iz opisov zaznav posameznikov smo tudi natančneje opredelili specifično aromo posameznega preskušane križanca, kar smo upoštevali pri pripravi pentagramov (podprojekt C).

Določanje vlage v storžkih smo izvedli z metodo po Analytica-EBC 7.2, prav tako smo določili pridelok več rastlin istega križanca; hkrati smo določili pridelok več rastlin standardnih sort

(Aurora, Savinjski golding, Celeia). Določanje vsebnosti alfa- in beta-kislin v hmelju je potekalo z uporabo HPLC metode Analytica-EBC 7.7.

Vsakemu vzorcu hmelja posameznega križanca smo v času tehnološke zrelosti določili količino (destilacija s vodno paro) in sestavo eteričnega olja (plinska kromatografija) z metodama Analytica-EBC 7.10 in Analytica-EBC 7.12.

Vsa piva v poskusu smo pripravili iz enake izhodiščne sladice, ki je imela 12 % ekstrakta. Vsebnost alkohola po fermentaciji in zorenju je bila ciljano 5,0 – 5,2 vol.%. Prevrelost pivine v vseh primerih je bila med 75 in 80 %. Uporabljene kvasovke v vseh primerih so bile kvasovke spodnjega vrenja (ležak). Vsa piva so bila hmeljena izključno z izbranimi križanci v dveh obravnavanjih. V prvem obravnavanju smo izvedli klasično vroče hmeljenje sestavljeno iz treh dodatkov v odvisnosti od časa kuhanja, medtem ko smo ga hladno hmeljili s posušenimi storžki. Pri drugem obravnavanju pa smo klasično hmeljenemu pivu dodali hmelj v obliki zelenih, neposušenih in zamrznjenih storžkov (zeleno hmeljenje).

Dodatek hmelja v fazi vročega hmeljenja je bil naravnano tako, da je ustrezal 15 g/hl alfa-kislin. Dodatek med hladnim hmeljenjem pa je bil odvisen od količine eteričnega olja v hmelju in je bil izračunan tako, da je ustrezal dodatku 2,5 ml na hl.

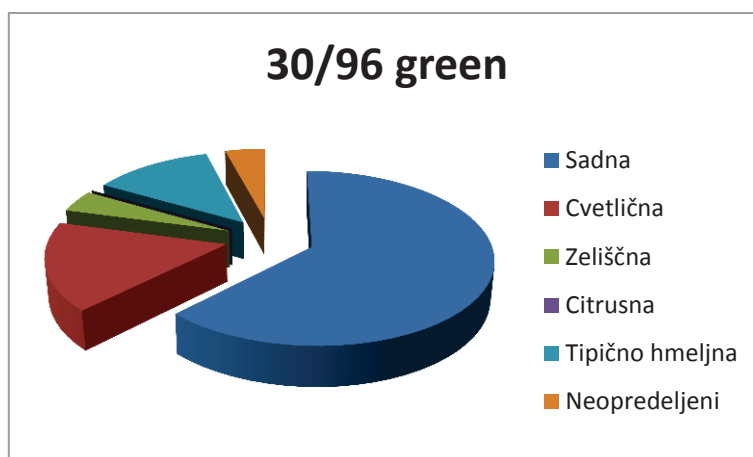
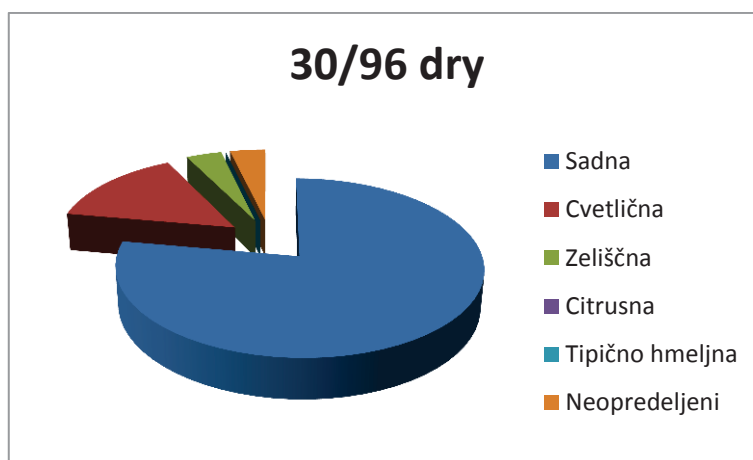
*Preglednica 1: Vsebnost alfa in beta kislin povprečnega vzorca sorte v preizkušanju (metoda HPLC) na lokaciji Žalec (2014).*

<b>Sorta v preizkušanju</b>	<b>% alfa-kislin</b>	<b>% beta-kislin</b>	<b>Razmerje alfa k./beta k.</b>	<b>% kohumulona</b>	<b>% ksantohumola</b>
<b>30/96</b>	13,36	4,45	3,01	33,93	0,59
<b>74/134</b>	14,47	5,26	2,75	22,51	0,61
<b>214/61</b>	4,50	4,20	1,07	23,05	0,40
<b>81/54</b>	12,77	4,79	2,67	18,10	0,34
<b>102/44</b>	10,36	3,89	2,67	25,81	0,31
<b>105/220</b>	9,54	7,26	1,31	23,59	0,39
<b>273/128</b>	9,93	4,67	2,13	37,55	0,69
<b>109/180</b>	14,28	4,50	3,17	20,19	0,63

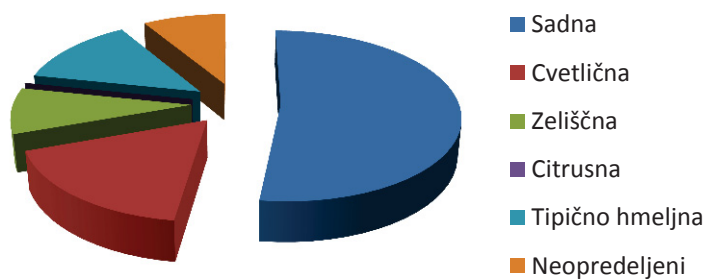
Preglednica 2: Količina pridelka povprečnega vzorca 10 rastlin sorte v preizkušanju na lokaciji Žalec (2014, 2015).

<b>Sorta v preizkušanju</b>	<b>Pridelek 2014 (kg svežih storžkov 10 rastlin)</b>	<b>Pridelek 2015 (kg svežih storžkov 10 rastlin)</b>
<b>30/96</b>	4,90	12,97
<b>74/134</b>	3,91	11,35
<b>214/61</b>	6,15	10,47
<b>81/54</b>	6,10	7,10
<b>102/44</b>	6,22	8,13
<b>105/220</b>	4,20	5,20
<b>273/128</b>	3,80	5,80
<b>109/180</b>	2,50	4,20

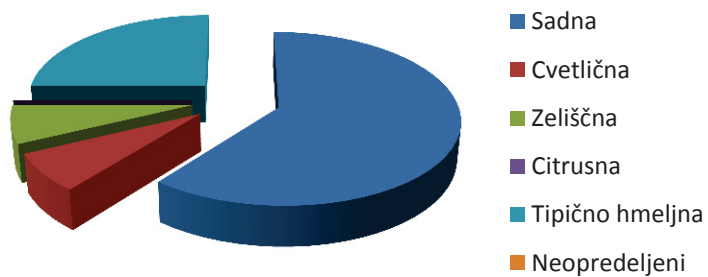
V prvi seriji degustacij piva (5. 12. 2014), varjenega na IHPS, je bilo udeleženi 29 degustatorjev. Preskušali smo pivo, varjeno s hmeljem oznak 30/96, 74/134 in 102/44. Slike 1-6 prikazujejo ocene vonja piva, medtem ko slike 7-12 ocene okusa piva. Oznaka 'dry' pomeni hladno hmeljenje, medtem ko oznaka 'green' pomeni dodatno hmeljenje z neposušeni storžki hmelja (neposušeni, zeleni ali zamrznjeni).



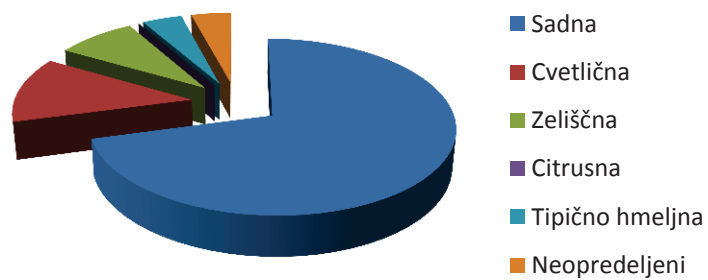
### 74/134 dry

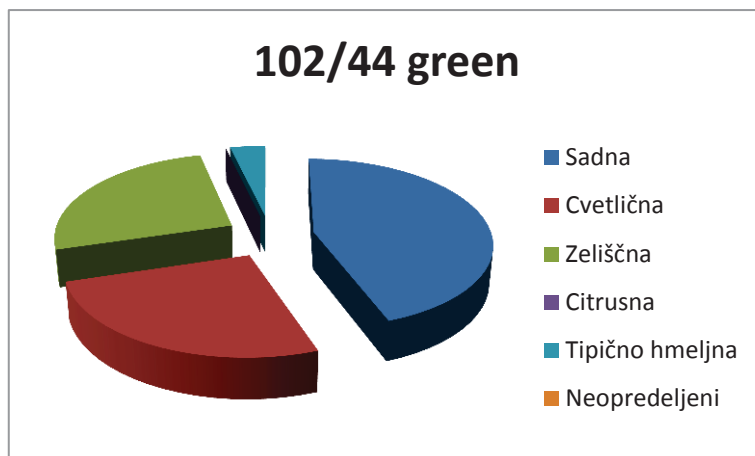


### 74/134 green

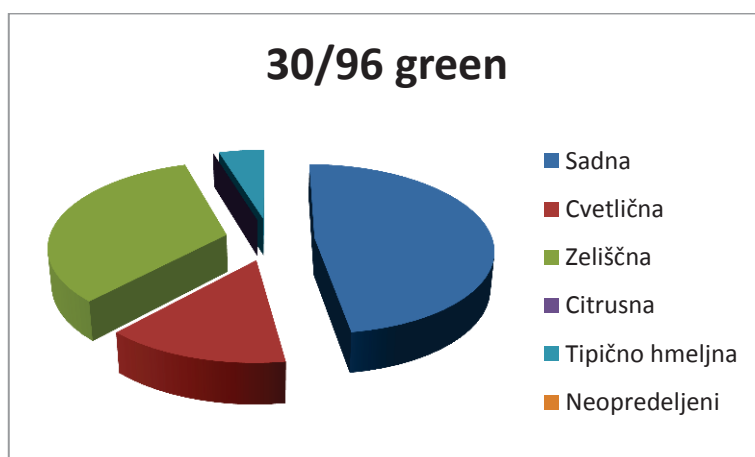
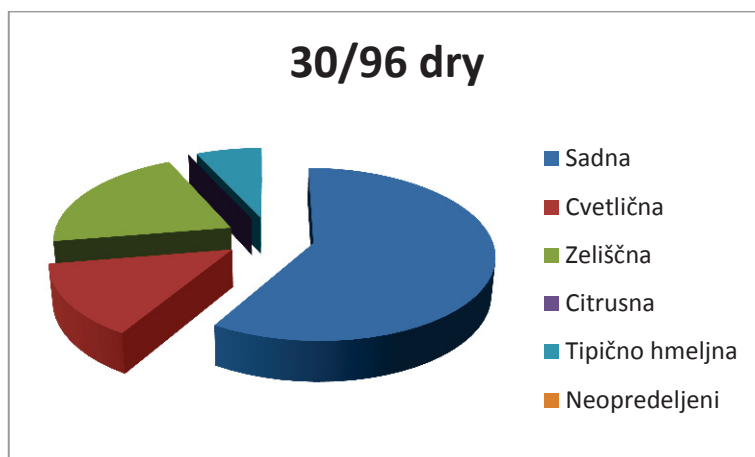


### 102/44 dry

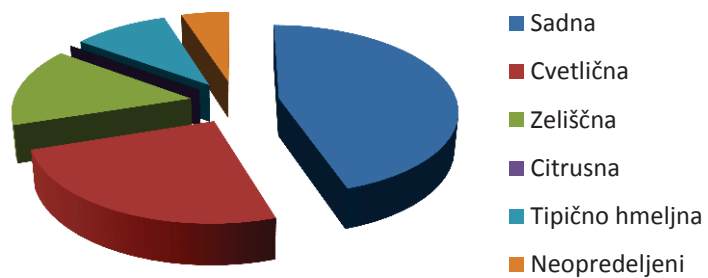




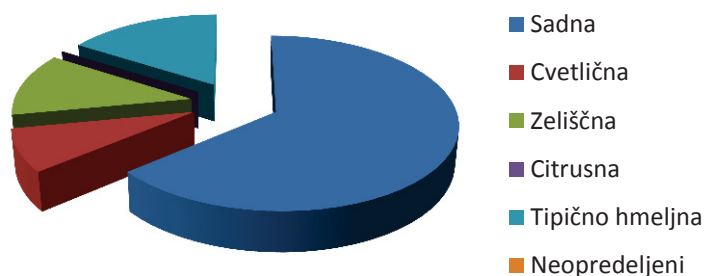
Slike 1-6: Rezultati senzoričnega ocenjevanja – vonj piva.



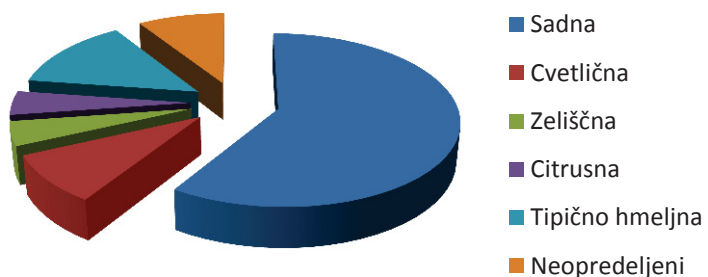
### 74/134 dry



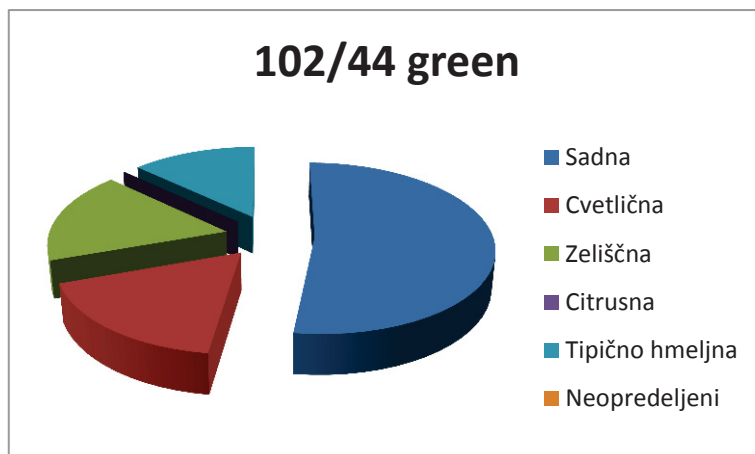
### 74/134 green



### 102/44 dry

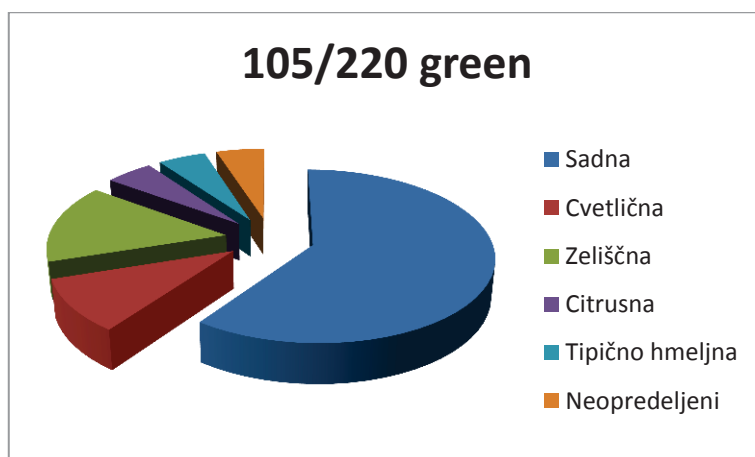
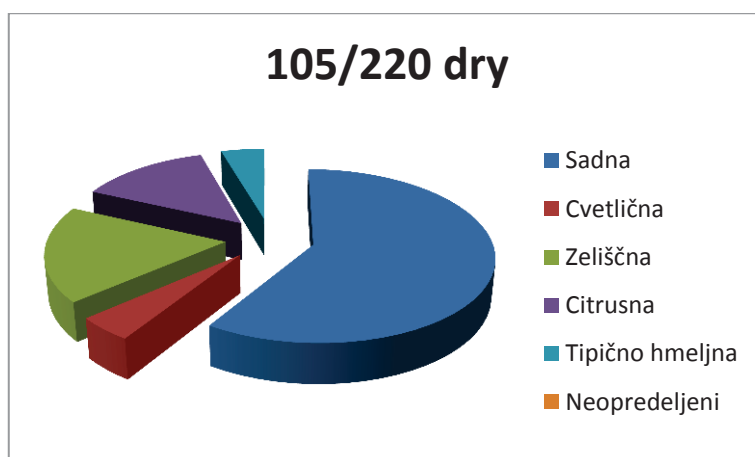




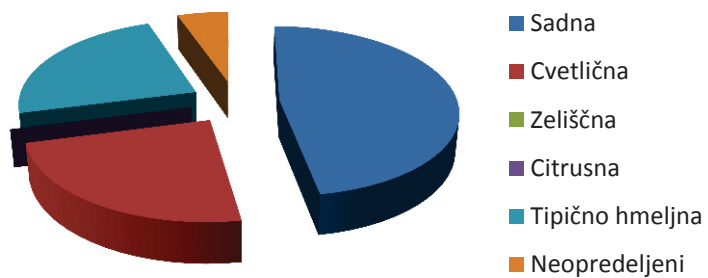


Slike 7-12: Rezultati senzoričnega ocenjevanja – okus piva.

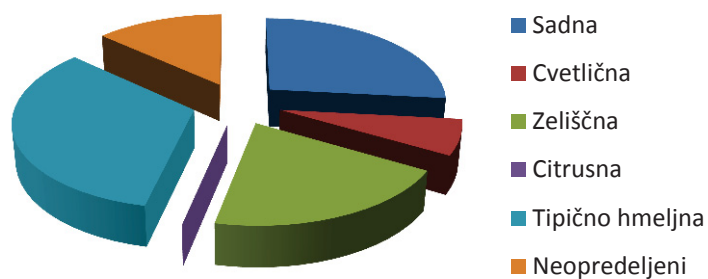
V drugi seriji degustacij piva (opravljena 9. 2. 15), varjenega na IHPS, je bilo udeleženih 23 degustatorjev. Preskušali smo pivo, varjeno s storžki sort v preizkušanju z oznakami 105/220, 273/128 in 109/180. Slike 13-18 prikazujejo ocene vonja piva, medtem ko slike 19-24 ocene okusa piva. Oznaka 'dry' pomeni hladno hmeljenje, medtem ko oznaka 'green' pomeni dodatno hmeljenje z neposušenimi storžki hmelja (neposušeni, zeleni ali zamrznjeni).



### 273/128 dry

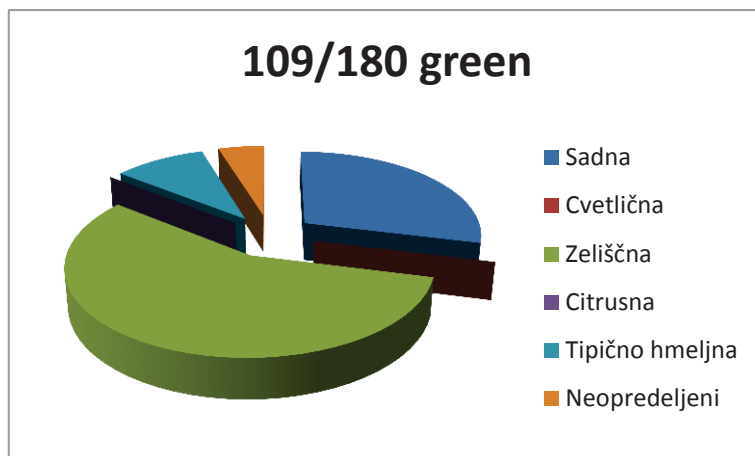


### 273/128 green

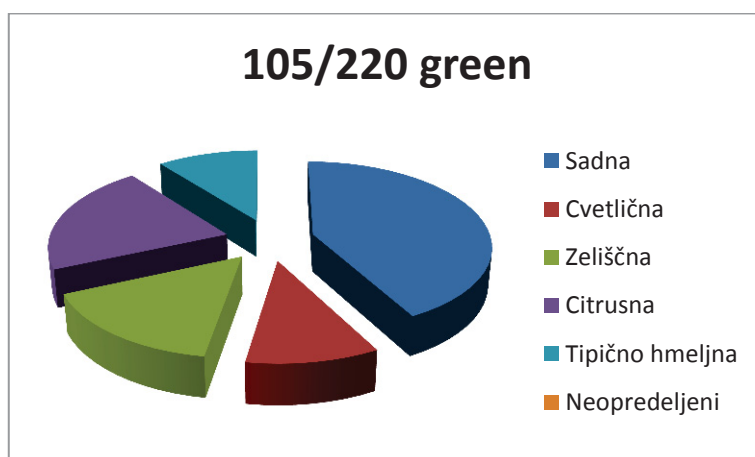
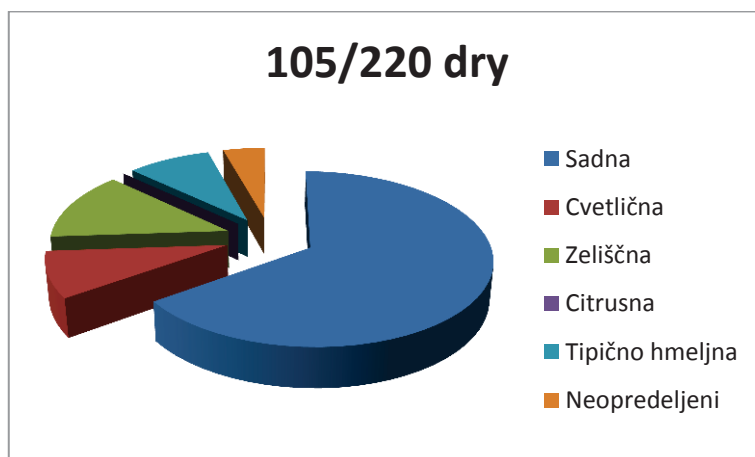


### 109/180 dry

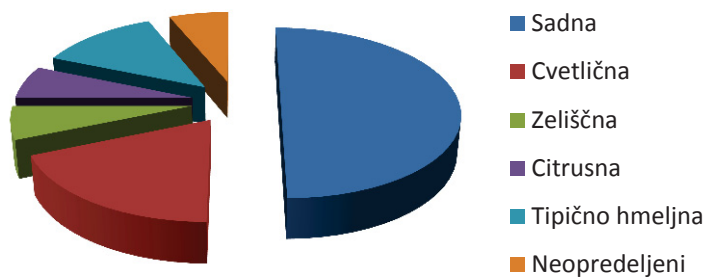




Slike 13 - 18: Rezultati senzoričnega ocenjevanja – vonj piva.



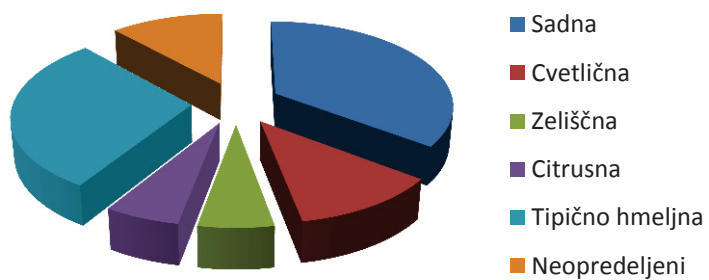
### 273/128 dry

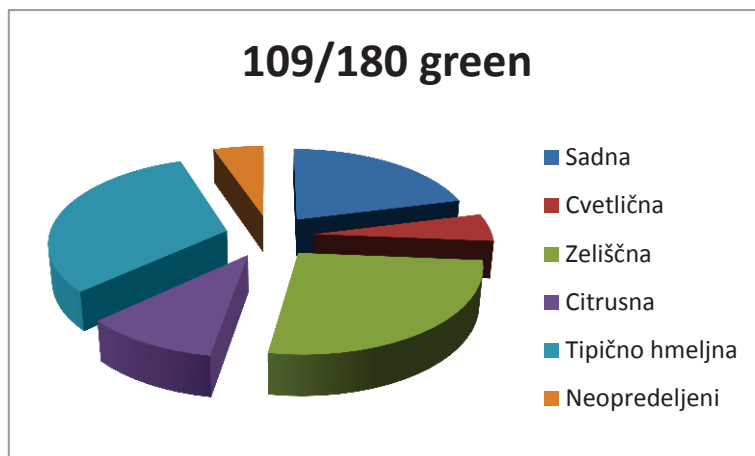


### 273/128 green



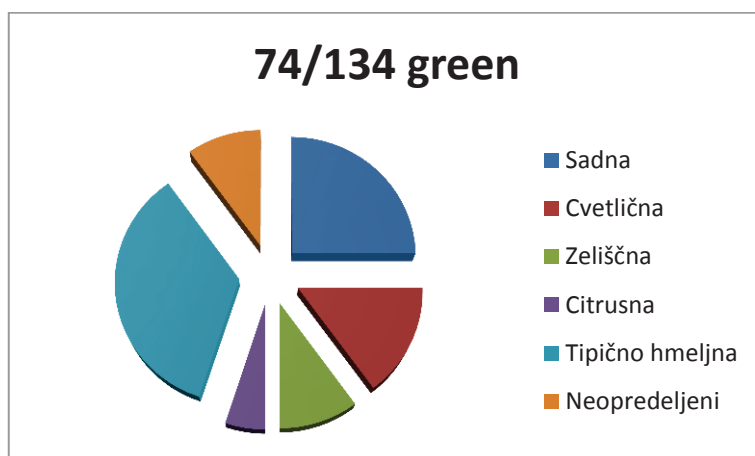
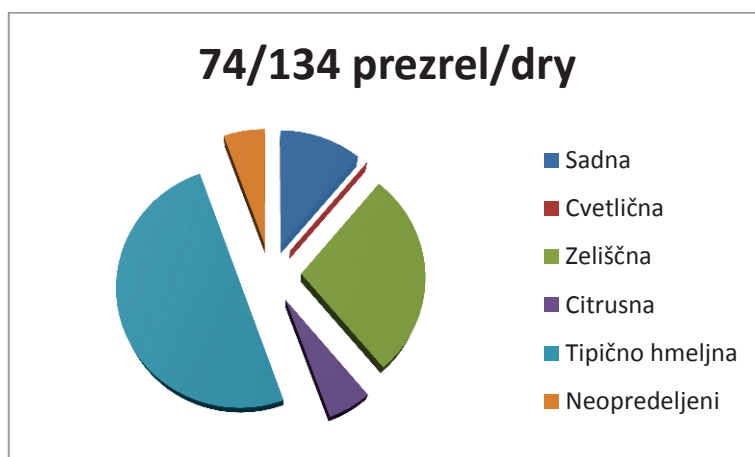
### 109/180 dry



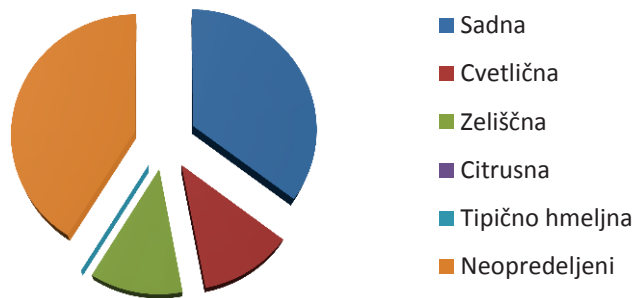


Slike 19-24: Rezultati senzoričnega ocenjevanja – okus piva.

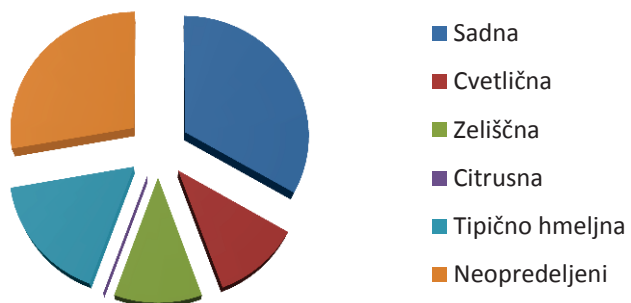
V tretji seriji degustacij piva (opravljena 27. 2. 15), varjenega na IHPS, je bilo udeleženih 26 degustatorjev. Preskušali smo pivo, varjeno s 74/134 – hladno hmeljenje s prezrelim hmeljem, 81/54 ter 214/61. Slike 25-30 prikazujejo ocene vonja piva, medtem ko slike 31-36 ocene okusa piva. Oznaka 'dry' pomeni hladno hmeljenje, medtem ko oznaka 'green' pomeni dodatno hmeljenje z neposušenimi storžki hmelja (zeleni, neposušeni, zamrznjeni).



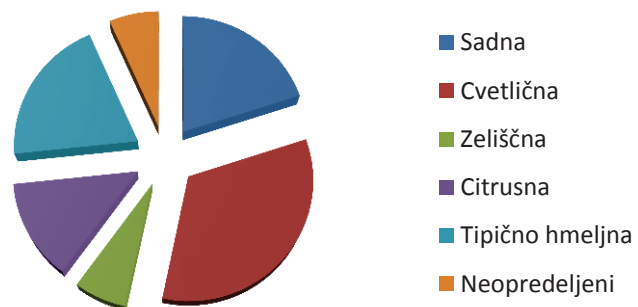
### 81/54 dry

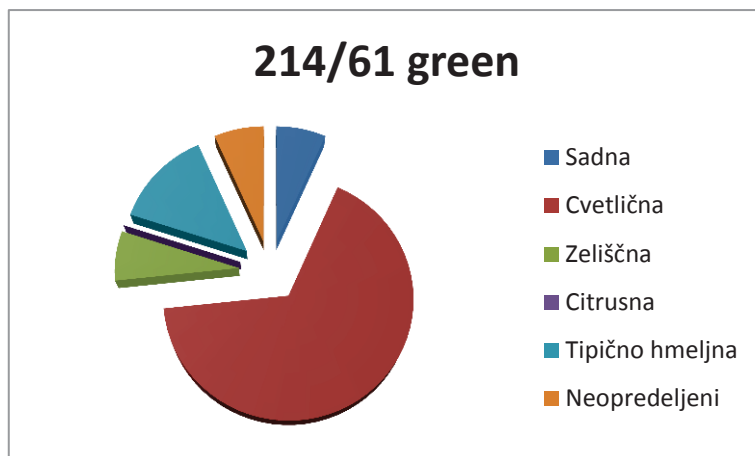


### 81/54 green

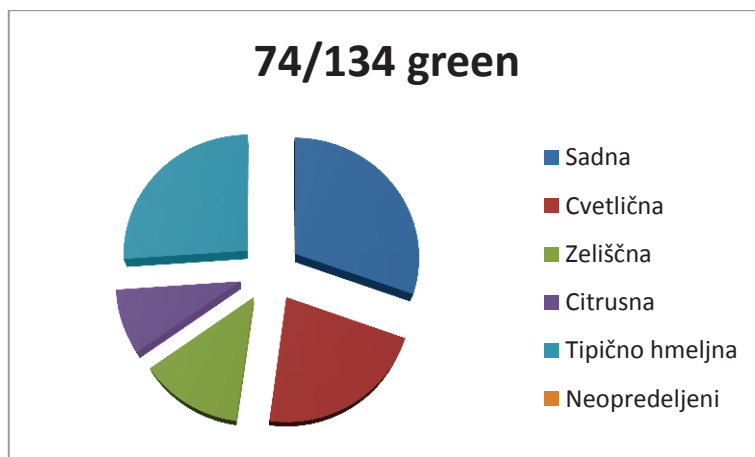
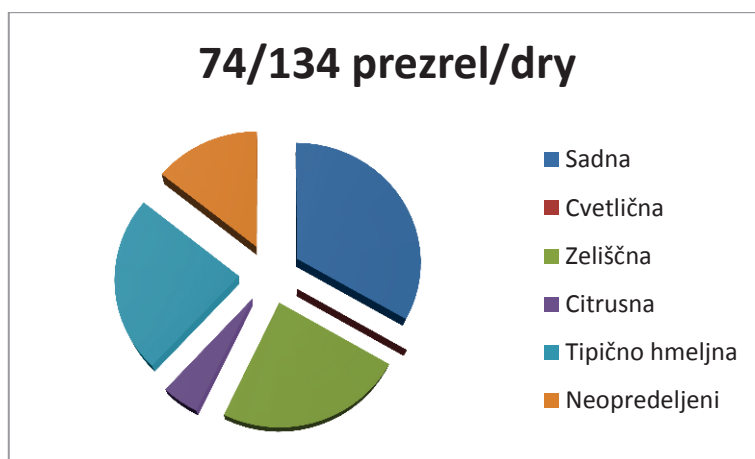


### 214/61 dry

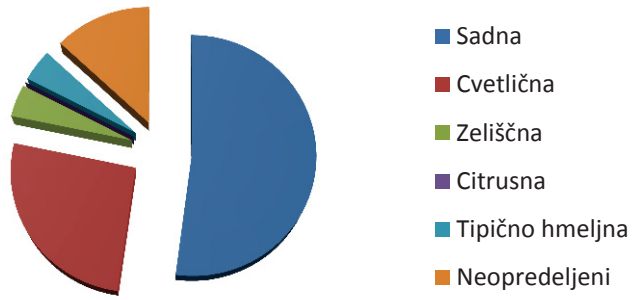




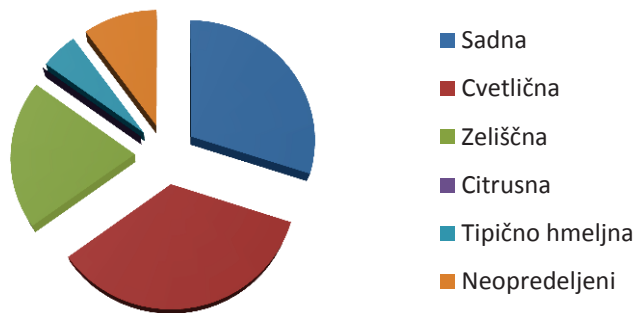
Slike 25 - 30: Rezultati senzoričnega ocenjevanja – vonj piva.



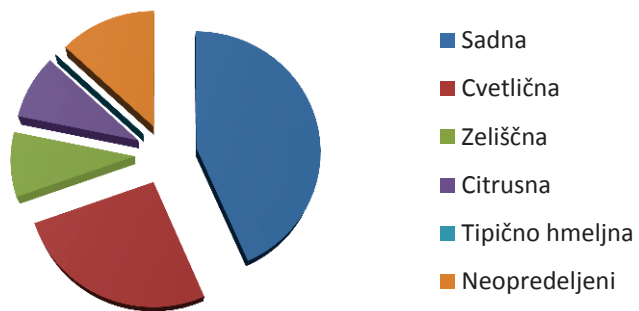
### 81/54 dry



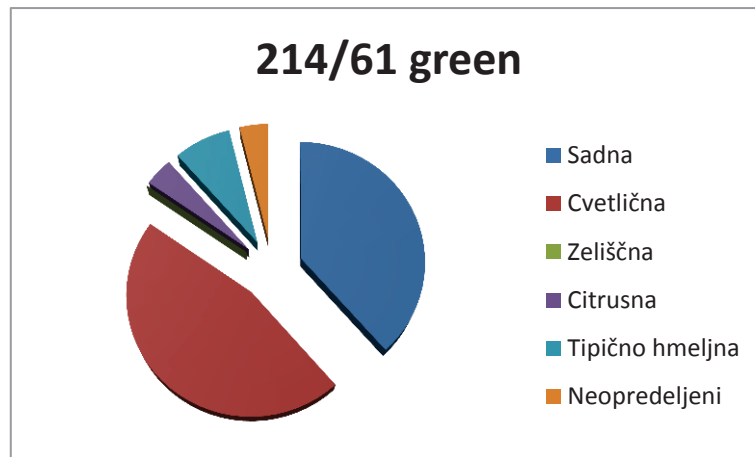
### 81/54 green



### 214/61 dry







*Slike 31 - 36: Rezultati senzoričnega ocenjevanja – okus piva.*

Kot je razvidno iz predstavljenih senzoričnih ocenjevanj, smo v vseh vzorcih piva zaznali netipično hmeljno aromo, za različnimi deleži sadne, cvetlične, zeliščne ali citrusne arome. Navedene rezultate smo skupaj z nadaljnjimi ocenjevanji pivovarske vrednosti in sensorike združili v izdanem katalogu sort, ki je priložen poročilu projekta in predstavljen v podprojektu G.

## **B. SPREMLJANJE SPREMINJANJA SESTAVE ETERIČNIH OLJ V ČASU DOZOREVANJA HMELJA**

Z obiranjem hmelja začnemo, ko je tehnološko zrel, kar pomeni, da storžki vsebujejo najvišjo vsebnost alfa-kislin, dosežejo maksimalno velikost in maksimalno maso, tipično sestavo eteričnih olj in je zagotovljeno kakovostno strojno obiranje. Hmelj, obran pred tehnološko zrelostjo, je slabše kakovosti in vsebuje preveč vlage, prepozno obran hmelj pa ima že rumene ali rjavkaste storžke, manjšo vsebnost alfa-kislin, zaradi oksidacije povišan indeks staranja hmelja, masa in dolžina storžkov se začeta zmanjševati in pri obiranju pride do večjih izgub zaradi osipanja in drobljenja.

V okviru strokovne naloge Tehnologije pridelave in predelave hmelja kontinuirano napovedujemo tehnološko zrelost sort hmelja na podlagi spremljanja dinamike parametrov pridelka (dolžina in masa 100 storžkov) ter spremljanja zmanjševanja vsebnosti vlage in povečevanja vsebnosti alfa-kislin v storžkih hmelja. Tehnološka zrelost traja različno dolgo glede na sorto hmelja (pri sorti Aurora okrog 20 dni, pri sorti Savinjski golding le sedem do deset dni). Pri dišavnih sortah ima večji pomen za uporabnike količina in sestava eteričnega olja, zato bomo hkrati z omenjenimi parametri spremljali v času dozorevanja storžkov tudi količino in sestavo eteričnega olja. Na ta način bomo lahko določili najbolj optimalen čas obiranja glede na količino in sestavo eteričnega olja, ki morebiti ne bo sovpadal z vsebnostjo alfa-kislin, kot je običajno.

V poskus smo vključili dišavne križanci v preizkušanju, z oznakami 30/96, 74/134, 81/54, 214/61, 102/44, 105/220, 273/128 in 109/180. Z vzorčenjem in meritvami (dolžina in masa 100 suhih storžkov) ter analiziranjem vzorcev storžkov na vsebnost vlage, alfa-kislin, količino ter sestavo eteričnega olja smo začeli konec julija / začetek avgusta (glede na razvoj storžkov pri posameznem dišavnem križancu). Za vsak dišavni križanec smo pripravili vzorec storžkov tako, da smo nabrali storžke z vsaj 30 rastlin, na vsaki rastlini z zgornje, spodnje in srednje tretjine. Nabrane storžke smo dobro premešali in v plastično vrečko napolnili 2 l vzorca. Za določitev vlage smo napolnili storžke v neprepustne kovinske škatlice. Vzorce za določitev vlage smo nabirali, ko ni bilo rose, in v dneh, ko ni bilo padavin, vzorce storžkov za ostale predvidene analize pa ne glede na to. Vzorčenje smo izvajali od začetka avgusta vsake tri do štiri dni (dvakrat na teden) do ugotovljenega končanja tehnološke zrelosti.

Vlaga v hmelju se je določala po metodi Analytica-EBC 7.2, vsebnost alfa-kislin po metodi Analytica-EBC 7.4, vsebnost in sestava eteričnega olja po Analytica-EBC 7.10 in 7.12.

### **Tehnološka zrelost sort v preizkušanju v letu 2014**

Z vzorčenjem in meritvami (dolžina in masa 100 suhih storžkov) ter analiziranjem vzorcev storžkov na vsebnost vlage, alfa-kislin, količino ter sestavo eteričnega olja smo začeli v zadnji dekadi avgusta, glede na razvoj storžkov pri posameznem dišavnem križancu. Vzorčenje smo izvajali vsake tri do štiri dni (dvakrat na teden). Za vsak dišavni križanec smo pripravili vzorec storžkov tako, da bomo nabrali storžke z vsaj 30 rastlin, na vsaki rastlini z zgornje, spodnje in srednje tretjine. Nabrane storžke smo dobro premešali in v plastično vrečko napolnili 2 l vzorca. Za določitev vlage smo napolnili storžke v neprepustne kovinske

škatljice. Vzorce za določitev vlage smo nabirali, ko ni bilo rose, in v dneh, ko ni bilo padavin, vzorce storžkov za ostale predvidene analize pa ne glede na to. Vlaga v hmelju se je določala po metodi Analytica-EBC 7.2, vsebnost alfa-kislin po metodi Analytica-EBC 7.4, vsebnost in sestava eteričnega olja po Analytica-EBC 7.10 in 7.12.

Navajamo rezultate doseganja tehnološke zrelosti preučevanih križancev glede na osnovne merjene parametre. V nadaljevanju projekta bomo preverili, kako se le-ti skladajo z rezultati analize eteričnega olja. Pri dišavnih sortah ima namreč večji pomen za uporabnike količina in sestava eteričnega olja. Na ta način bomo lahko določili najbolj optimalen čas obiranja glede na količino in sestavo eteričnega olja, ki morebiti ne bo sovpadal z vsebnostjo alfa-kislin in maso storžkov, kot je običajno za standardne sorte v pridelavi.

### **30/96**

Največjo vsebnost alfa-kislin (13,2 % v suhi snovi), maso storžkov in vsebnost eteričnega olja (2,72 %) je ta križanec dosegel 9. septembra, potem pa sta se vsebnost alfa-kislin in vsebnost eteričnega olja začeli zmanjševati. Najmočnejši **tropsko-citrusni vonj storžkov** smo zaznali konec avgusta, zato smo rastline križanca 30/96 obrali 30. avgusta.

### **74/134**

Vsebnost alfa-kislin se je enakomerno povečevala kar do 19. septembra, ko je dosegla 15,3 % v suhi snovi, prav tako se je do tega datuma povečevala vsebnost eteričnega olja in dosegla 4,31 %. Največja masa in dolžina storžkov pa sta bili doseženi že 4. septembra, takrat je bila tudi najmočnejša **tropsko-sadna intenziteta vonja storžkov** hmelja.

### **102/44**

Vsebnost alfa-kislin, masa storžkov in dolžina storžkov so dosegli svoj maksimum 28. avgusta; vsebnost alfa-kislin je bila 10,2 % v suhi snovi. Vsebnost eteričnega olja se je povečevala do 9. septembra (1,5 %), medtem ko smo najmočnejši **vonj po ribezu** zaznali v prvih dneh septembra.

### **214/61**

Vsebnost alfa-kislin, masa storžkov in dolžina storžkov so dosegli svoj maksimum 30. avgusta; vsebnost alfa-kislin je bila 4,6 % v suhi snovi. V tem času smo zaznali tudi najmočnejši **cvetlični (bezeg) vonj storžkov**. Vsebnost eteričnega olja se je povečevala do 9. septembra (1,9 %).

### **81/54**

Vsebnost alfa-kislin se je povečevala do 9. septembra (13,6 % v suhi snovi), prav tako vsebnost eteričnega olja (2,6 %), masa storžkov pa je dosegla svojo največjo vrednost že 29. avgusta in je potem precej hitro padla.

### **105/220**

Vsebnost alfa-kislin (10,0–10,6 % v suhi snovi) je bila dokaj konstantna v času od 25. avgusta do 9. septembra, prav tako masa storžkov in njihova dolžina, le da sta se zadnja dva parametra v zadnjih dneh še povečala. Vsebnost eteričnega olja se je povečevala do 9. septembra (3,0 %). Najbolj intenziven **vonj po citrusih** smo zaznali v zadnjih dneh avgusta, zato je bil obran 28. avgusta. Kar kmalu, v prvih dneh septembra, smo zaznali že neželen vonj po prezrelem hmelju, torej vonj po česnu.

**109/180**

4. septembra je vsebnost alfa-kislin dosegla najvišjo izmerjeno (13,8 %) in jo držala do naslednje meritve 9. septembra (13,9 %). Masa in dolžina storžkov sta dosegli svoj maksimum 4. septembra, vsebnost olja pa se je povečevala do 9. septembra (2,5 %).

**273/128**

Vsi parametri so dosegli svoj maksimum 4. septembra. Vsebnost alfa-kislin je bila 12,0 % v suhi snovi, vsebnost eteričnega olja 2,1 %.

**Tehnološka zrelost sort v preizkušanju v letu 2015**

Z vzorčenjem in meritvami (dolžina in masa 100 suhih storžkov) ter analiziranjem vzorcev storžkov na vsebnost vlage, alfa-kislin, količino ter sestavo eteričnega olja smo začeli v zadnji dekadi avgusta (21. 8. 2015), glede na razvoj storžkov pri posameznem dišavnem križancu. Nadaljnji postopek je potekal enako kot v preteklem letu.

**30/96**

Največjo vsebnost alfa-kislin (17,4 % v suhi snovi) je ta križanec dosegel 1. 9., maso storžkov in vsebnost eteričnega olja pa 22. 9. (3,66 %), na kar smo z analizo tudi zaključili.

**74/134**

Vsebnost alfa-kislin se je enakomerno povečevala kar do 22. septembra, ko je dosegla 15,1 % v suhi snovi, prav tako se je do tega datuma povečevala vsebnost eteričnega olja in dosegla 4,5 %. Istega dne sta bili doseženi tudi največja masa in dolžina storžkov.

**102/44**

Vsebnost alfa-kislin, masa storžkov in dolžina storžkov so dosegli svoj maksimum 28. avgusta; najvišja vsebnost alfa-kislin je bila izmerjena 4. 9. In sicer 5,7 % v suhi snovi. Vsebnost eteričnega olja se je povečevala do 4. septembra (0,79 %).

**214/61**

Vsebnost alfa-kislin in masa storžkov sta dosegla svoj maksimum 3. septembra; najvišja določena vsebnost alfa-kislin je bila 4,7 % v suhi snovi dne 3. 9. 16. Vsebnost eteričnega olja se je povečevala do 9. septembra (1,9 %).

**81/54**

Vsebnost alfa-kislin se je povečevala in je že 21. 8. dosegla 8,7 %.

**105/220**

Vsebnost alfa-kislin (10,0–10,6 % v suhi snovi) je bila dokaj konstantna v času od 25. avgusta do 9. septembra, prav tako masa storžkov in njihova dolžina, le da sta se zadnja dva parametra v zadnjih dneh še povečala. Vsebnost eteričnega olja se je povečevala do 9. septembra (3,0 %).

**109/180**

28. avgusta je vsebnost alfa-kislin dosegla 11,2 %) in jo držala do naslednje meritve v začetku septembra.

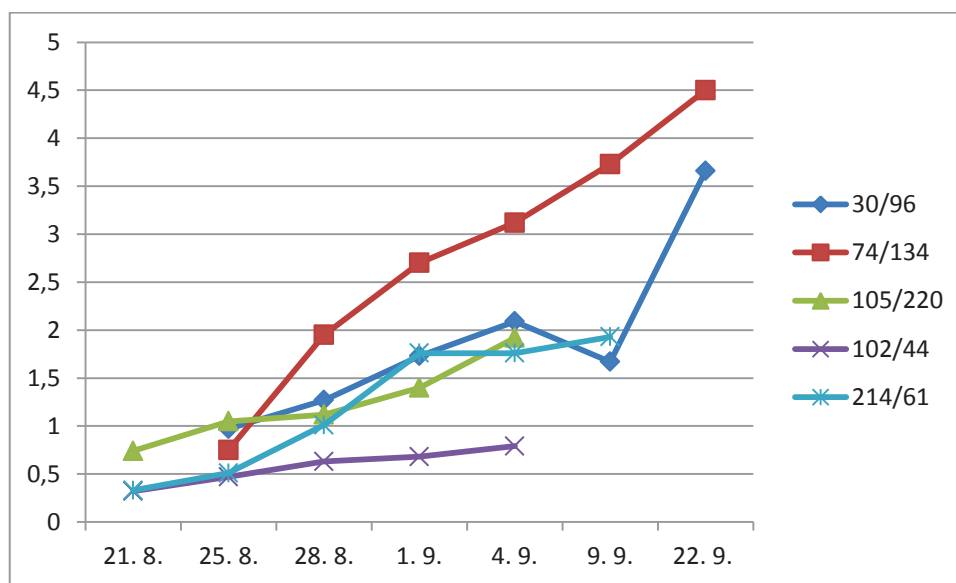
## 273/128

Vsi parametri so dosegli svoj maksimum 31. avgusta. Vsebnost alfa-kislin je bila 12,8 % v suhi snovi, vsebnost eteričnega olja 2,3 %.

*Preglednica 3. Vsebnost količine eteričnega olja križancev v preizkušanju z oznakami 30/96, 74/134, 105/220, 102/44 in 214/61 (IHPS, 2015). Rdeče obarvane so najvišje vrednosti.*

Datum analize	30/96	74/134	105/220	102/44	214/61
21. 8. 2015	-	-	0,74	0,32	0,33
25. 8. 2015	0,97	0,75	1,05	0,47	0,51
28. 8. 2015	1,27	1,95	1,12	0,63	1,01
1. 9. 2015	1,73	2,70	1,40	0,68	1,76
4. 9. 2015	2,09	3,12	1,92	0,79	1,76
9. 9. 2015	1,67	3,73	-	-	1,93
22. 9. 2015	3,66	4,50	-	-	-

Kot je razvidno iz preglednice 3 in slike 37 se je količina eteričnih olj povečevala z zrelostjo storžkov hmelja, ne glede na sorto v preizkušanju.



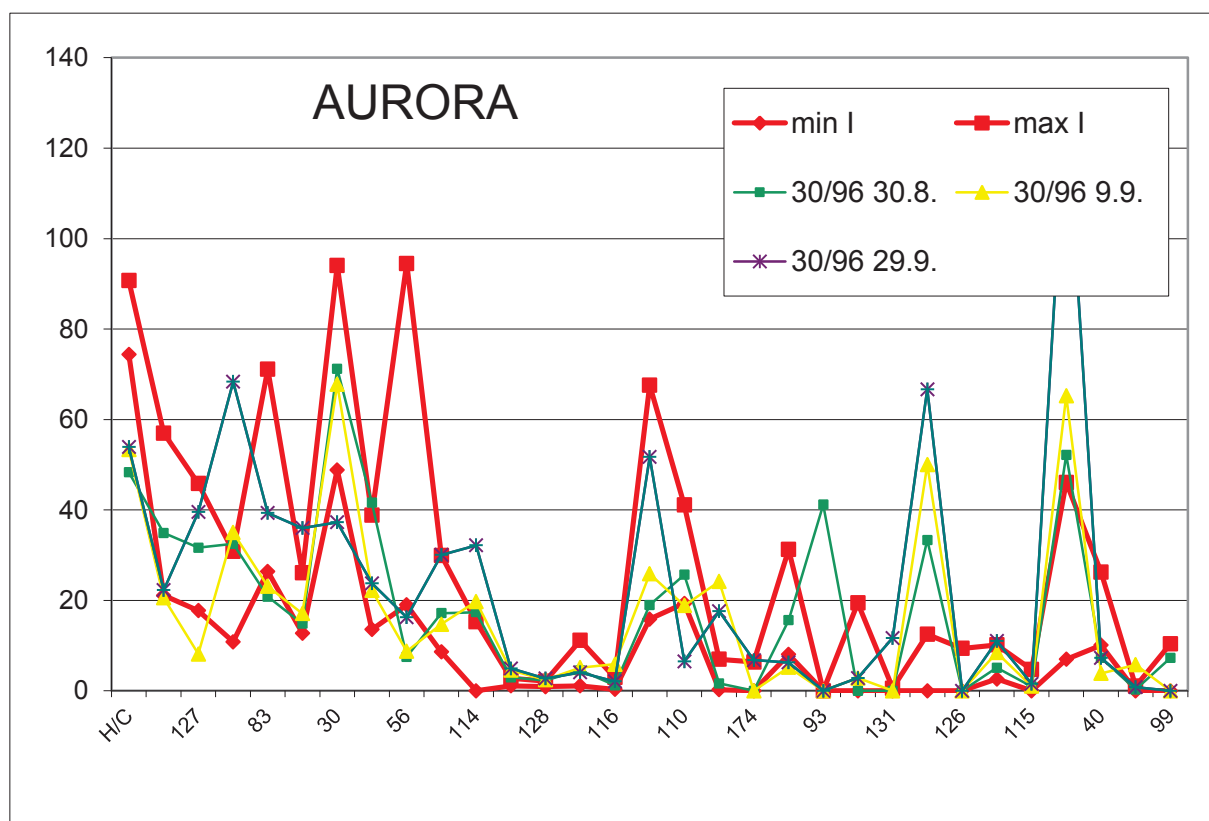
Slika 37. Spreminjanje količine eteričnih olj z dozorevanjem hmelja.

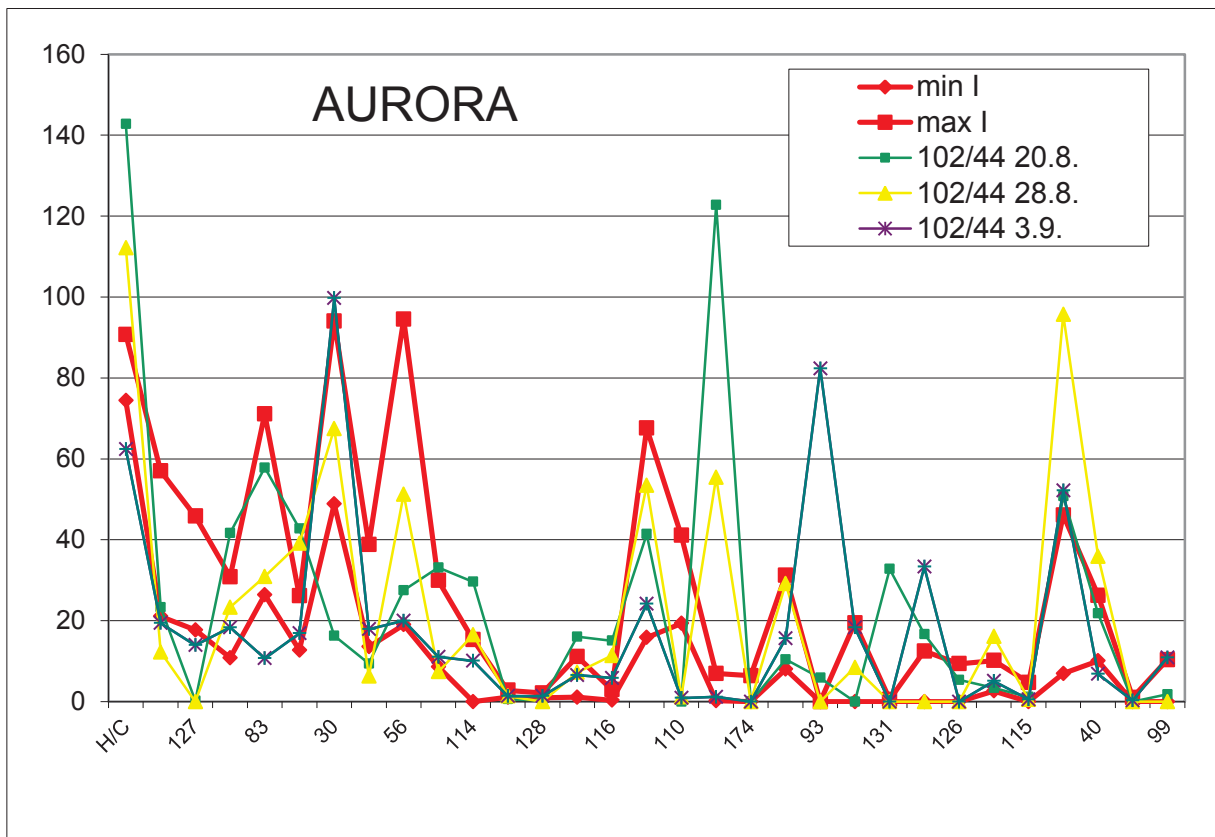
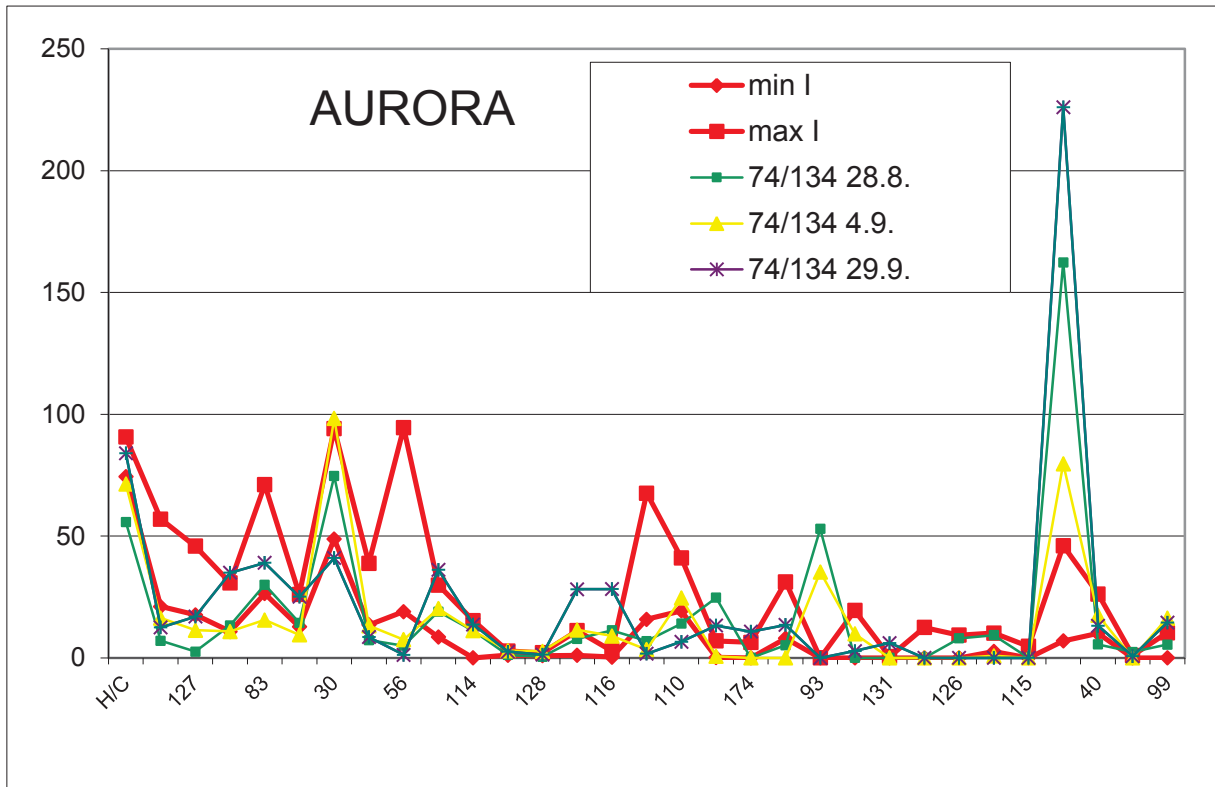
Preglednica 4. Masa 100 suhih storžkov (g) križancev v preizkušanju z oznakami 30/96, 74/134, 105/220, 102/44 in 214/61 (IHPS, 2015)

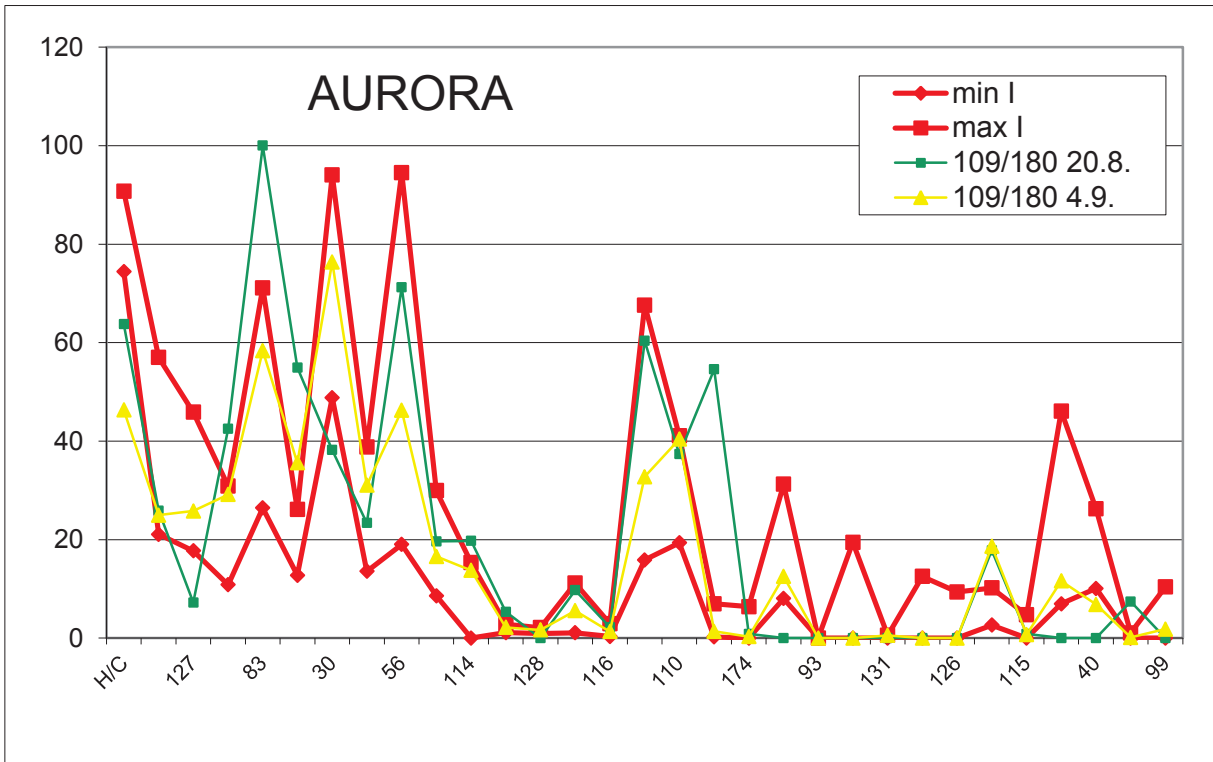
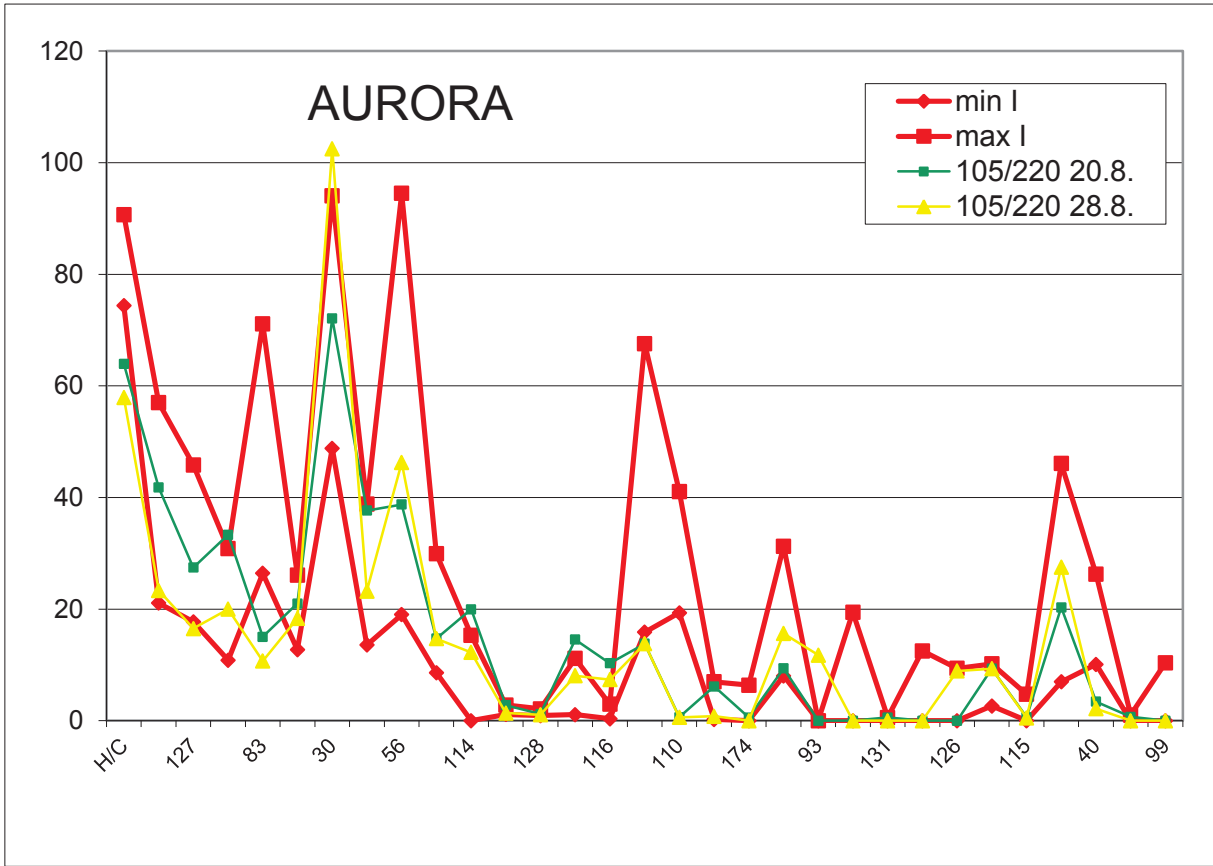
Datum analize	30/96	74/134	105/220	102/44	214/61
21. 8. 2015	-	-	10,8	10,7	4,6
25. 8. 2015	12,9	9,3	12,5	14,6	9,6
28. 8. 2015	11,9	15,7	12,8	12,9	8,4
2. 9. 2015	10,6	12,9	11,5	12,6	12,3
4. 9. 2015	10,1	12,3	14,2	10,5	15,2
9. 9. 2015	10,8	13,3	-	-	-
22. 9. 2015	15,2	18,0	-	-	-

Z enakim trendom povečevanja mase storžkov hmelja se je povečevala tudi njihova dolžina.

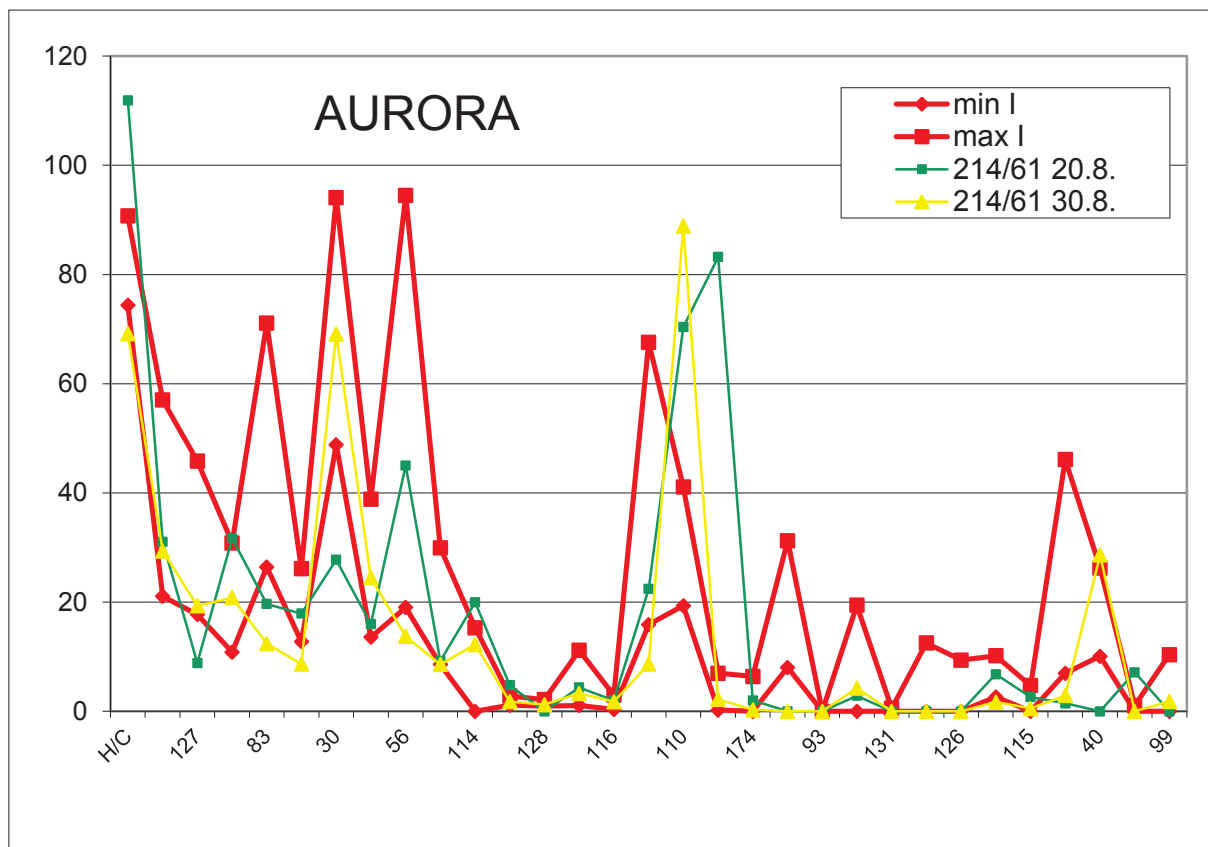
V nadaljevanju smo primerjali sestavo eteričnega olja v različnih terminih tehnološke zrelosti. Za lažjo vizuelno predstavo smo indekse vsebnosti eteričnih olj istega križanca, analiziranega v različnih časovnih razmikih, vnesli v min-max model sorte Aurora.











Slike 38 – 44: Spreminjanje sestave eteričnega olja križancev v preikušanju z zrelostjo storžkov hmelja – indeksi vrednosti so vneseni v min-max model sorte Aurora.

Pri analizi eteričnega olja smo dobili sledeče podatke o posameznih komponentah in parametrih:

*Količina eteričnega olja* v ml/100g suhe snovi hmelja narašča s posamičnimi odkloni tekom zrelosti s količinami od 2,0 do 4,5 ml/100g suhe snovi hmelja. *Relativna vsebnost mircena* (pik 30) v eteričnem olju v času tehnološke zrelosti skokovito naraste na 40-60%. *Relativna vsebnost linalola* (pik 110) prav tako z zrelostjo narašča. *Relativna vsebnost kariofilena* (pik 104, med pikoma 30 in 56) pada z zrelostjo. Relativna vsebnost pade iz 10-20% na 3-10% pri posameznih sortah. *Relativna vsebnost humulena* (pik 108 je pred pikom 127) se prav tako zmanjšuje iz 40-60% na 10-20% za posamezne križance v preizkušanju.

*Relativna vsebnost farnezena* (pik 110) se giblje med 4 in 8% za posamezne križance.

## C. KARAKTERIZACIJA AROME SLOVENSКИH SORT IN KRIŽANCEV HMELJA Z ANALIZO ETERIČNEGA OLJA

Zelo pomembna karakteristika hmelja, ki je sestavni del pivovarske vrednosti je njegov vonj, ki je v bistvu hlapni del arome. Ta aroma izvira iz eteričnega olja, ki ga sestavlja veliko število različnih spojin, katerih količine so odvisne od pedoklimatskih pogojev rastišča in še posebej od genetike same rastline.

Na IHPS smo spremljali posamezne komponente eteričnega olja, za katere je znano, da dajejo hmelju drugačno, za naše razmere netipično hmeljsko aromo, ki jo imenujemo tudi dišavna. S plinsko kromatografijo smo določili estre, tioestre, ketone, alkohole, mono in di-terpene, ciklične monoterpene in druge pomembne sestavine olj, ki lahko prehajajo v pivno in v končni izdelek - pivo. Podatki o vsebnosti posameznih in celokupnih hlapnih komponent eteričnega olja so izrednega pomena za tipizacijo/karakterizacijo posamezne sorte ali križanca. Oksidirane komponente eteričnega olja dajejo sadno in cvetlično aromo hmelju, prav tako so pomembni pri sadni aromo ketoni in estri, medtem ko alkoholi pripomorejo k cvetlični aromi (npr. geraniol). Terpeni (mircen, humulen, farnezen, kariofilen) in njihovi oksidi so povezani s citrusno (limonen), zeliščno in tipično hmeljno aromo.

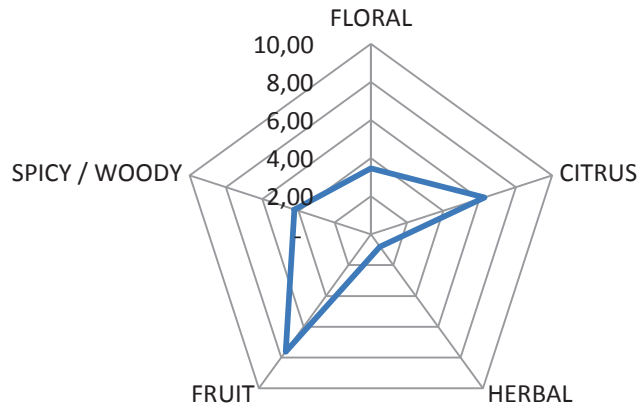
V poskus smo vključili dišavne križance v preizkušanju, z oznakami 30/96, 74/134, 81/54, 214/61, 102/44, 105/220, 273/128 in 109/180.

Na osnovi kemijske sestave, določene s plinsko kromatografijo po metodi Analytica-EBC 7.12, smo posamezne križance uvrstili v eno izmed osnovnih petih aromatičnih skupin (sadna, cvetlična, zeliščna, citrusna in hmeljna). V analizo smo vključili 19 komponent, ki v povprečju skupno predstavljajo 87-91 % celotnega eteričnega olja. Med komponente, ki smo jih analizirali in dajejo hmelju sadno aromo smo vključili isobutil isobutirat, 2-nonanon, metil-nonanoat, 2-undecanon, metil-dekadienoat. Cvetlično aromo smo določili s komponentama linalool in geraniol, citrusno z limonenom, zeliščno z beta-pinenom, beta-selinenom, alfa-selinenom, gama-kadinenom, delat-kadinenom, humulen epoksidom I in humulen-epoksidom II. Tipično hmeljno oz. pekočo aromo smo določili z vsebnostjo mircena, kariofilena, beta-farnezena in humulena. Količino posamezne spojine v storžkih križancev v preizkušanju smo primerjali z največjo vsebnostjo iste spojine v bazi podatkov vključujoč le slovenske sorte hmelja in v primerjavi z bazo podatkov z vključenimi vsemi sortami hmelja, ki smo jih analizirali na IHPS (tudi tuje sorte).

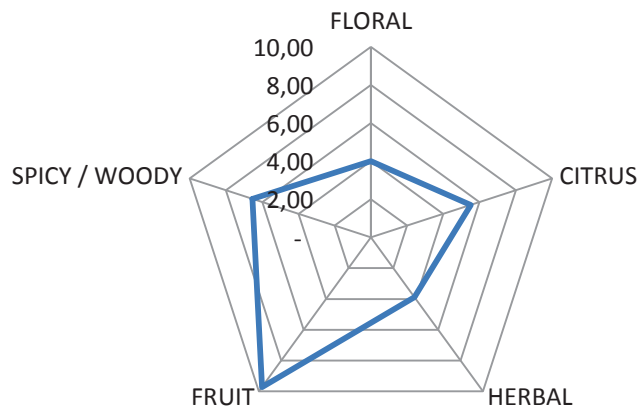
Na osnovi določenih podatkov o sestavi olj, smo v nadaljevanju izdelali pentagrame (aromagrame) za posamezne sorte in križance slovenskega hmelja in jih na ta način opisali v jeziku, razumljivem tudi trgovcem s hmeljem in glavnim uporabnikom v praksi - pivovarjem.

Analizirane podatke smo uporabili tudi pri izdelavi kataloga sort hmelja (delovni projekt G).

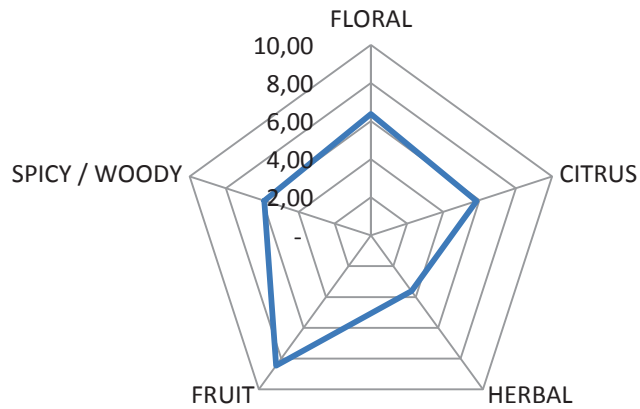
### 30/96 (Styrian Cardinal)



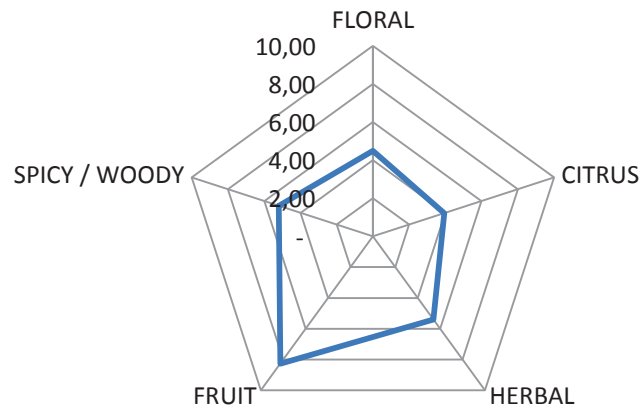
### 74/134 (Styrian Wolf)



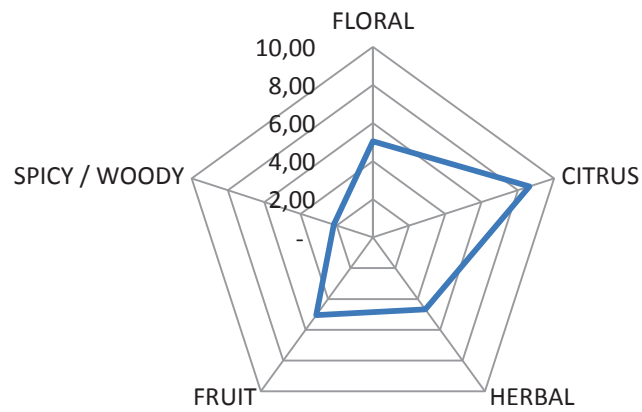
### 214/61



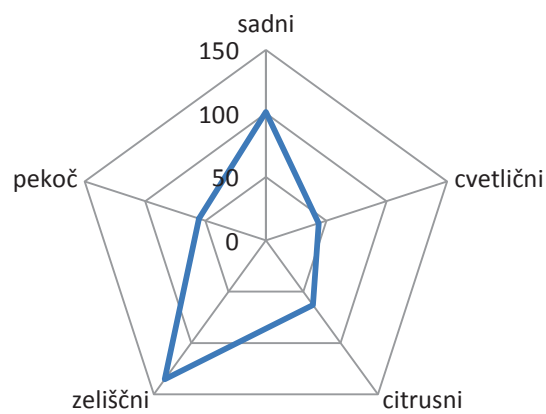
## 102/44

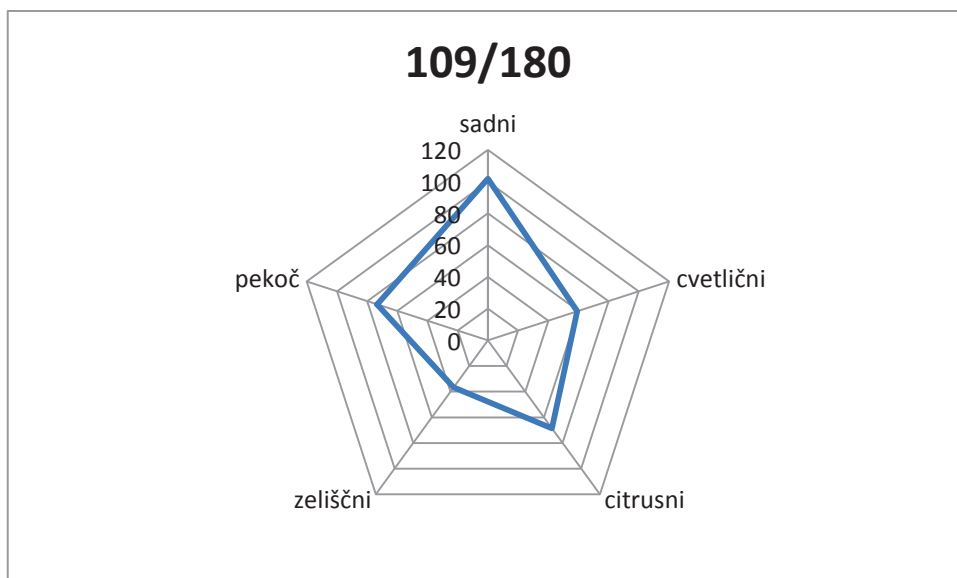
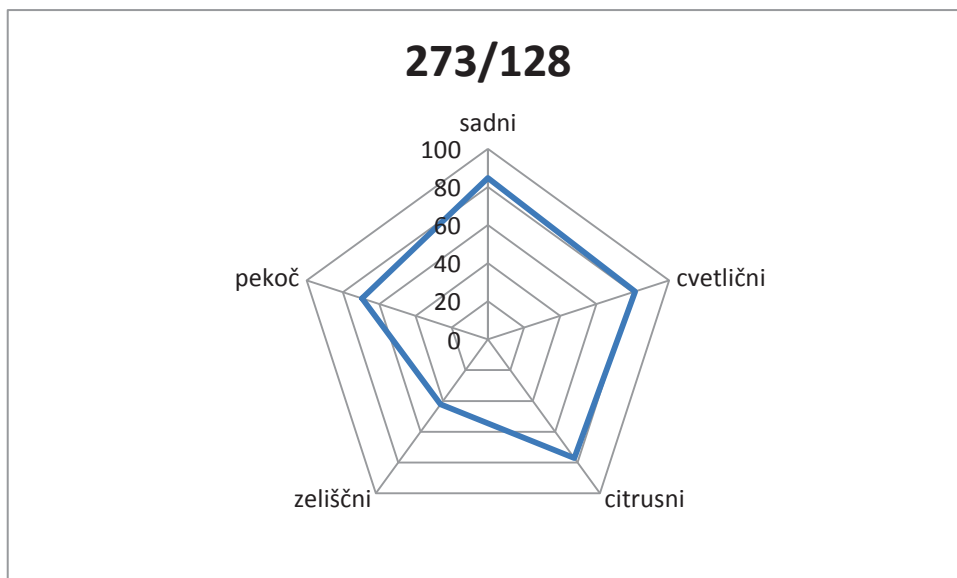


## 105/220



## 81/54





*Slike 45 – 53: Aromagrami križancev v preizkušanju na osnovi analize eteričnega olja storžkov hmelja.*

## D. SUŠENJE DIŠAVNIH KRIŽANCEV HMELJA

Sušenje in skladiščenje hmelja je zelo pomembna zadnja faza pridelave hmelja. Tehnološko dozorel hmelj vsebuje od 77 do 83 % vlage in je kot tak biološko in kemično nestabilen. Za doseg optimalne skladiščne obstojnosti moramo hmelj posušiti na vsebnost vlage med 10 in 12 %. V teh fazah obdelave hmelja lahko bistveno vplivamo na kvaliteto in stroške pridelave. Previsoka temperatura sicer skrajša čas sušenja, vendar posledično pomeni tudi lažje in intenzivnejše izhlapevanje komponent eteričnega olja. Zato je primerna temperatura in čas vedno kompromis med stroški sušenja in kvaliteto posušenega hmelja. Zaradi dejstva, da se storžki posameznega križanca ali sorte razlikujejo po velikosti in zbitosti, je tako potrebno za vsakega poiskati optimalne pogoje.

Na podlagi zbitosti in strukture storžkov smo izmed vključenih izbranih dišavnih križancev v preizkušanju (30/96, 74/134, 81/54, 214/61, 102/44, 105/220, 273/128 in 109/180) izbrali tipične za posamezno kategorijo storžkov in na njihovem vzorcu določili optimalne parametre sušenja.

V času trajanja projekta bomo določili optimalne razmere pri sušenju izbranih križancev hmelja. Poskuse določitve optimalnih razmer pri sušenju bomo izvedli na pilotni sušilnici na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v času obiranja posameznih križancev v njihovi tehnološki zrelosti. Sušenje bo potekalo pri 55 in 60 °C. Za standard oziroma primerjavo bomo vzeli podatke sort v pridelavi, za katere so parametri sušenja znani in so njihovi storžki morfološko podobni posameznim novim križancem. Kot pokazatelj učinkovitosti sušenja nam je služila vsebnost vlage, določena po Analytica-EBC 7.2, konduktometrična vrednost hmelja (KVH-TE), določena po Analytica-EBC 7.4 in količina ter sestava eteričnega olja, določeno po Analytica-EBC 7.10 in 7.12. Kot pokazatelj prekomernega sušenja in negativnega vpliva na stabilnost alfa-kislin je bil na koncu sušenja določen indeks staranja hmelja (HSI) po Analytica-EBC 7.13.

V času tehnološke zrelosti posameznih izbranih dišavnih križancev smo obrali zadostne količine pridelka, da smo jih lahko poskusno posušili na pilotni sušilnici na IHPS. Preskušali smo križance 30/96, 105/220, 102/44 in 74/134.

V letu 2014 smo križance sušili samo na 55 °C, standardno trikrat po dve uri. Z nižjo temperaturo sušenja (običajna je 65 °C) smo želeli maksimalno zmanjšati izgube eteričnega olja zaradi izhlapevanja pri višjih temperaturah. Pri dišavnih križancih je to posebnega pomena saj je njihova dodana vrednost ravno v količini in sestavi eteričnega olja.

Sušenje je potekalo v vseh primerih po enakem postopku opisanem na sliki 54.

Višina nasipa je bila v vseh primerih 30 cm, kar je enako višini, ki se uporablja tudi v sušilnicah hmelja v velikem proizvodnem merilu. Količina svežega porabljenega hmelja je bila 5 do 6 kg. Temperatura vpihovanega zraka na spodnji etaži je bil 55 °C. Sušenje je potekalo v treh fazah po 2 uri na treh etažah. Pretok zraka je bil med 1,8 in 2,5 m/s.

Na sliki 54 so razvidni padci temperature na posameznih nivojih v sušilnici. V preglednici 4 so predstavljeni podatki za vlago med sušenjem in po končani posamezni fazi po 2h. Iz

preglednice je razvidno, da je bila vlaga v vseh primerih po sušenju 6 h pri 55 °C okoli 11%, kar je preveč, saj je želena 6 – 8 % pred naknadnim navlaževanjem. Samo v primeru križanca 74/134 je bila vsebnost vlage primerna. Iz podatkov je mogoče sklepati, da je primernejša temperatura za prve tri križance (30/96, 105/220, 102/44) 60 °C, vendar je to odvisno tudi od ostalih sprememb v sestavi hmeljnih storžkov (alfa-kislina in sestava eteričnega olja).

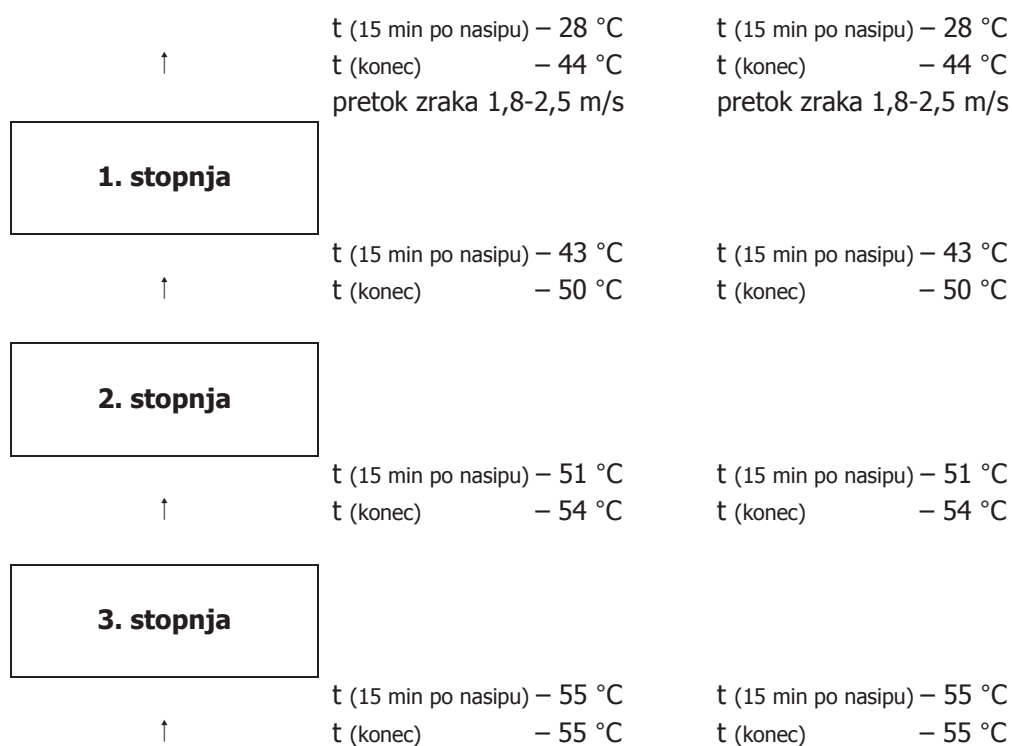
Po končanem sušenju smo posamezne vzorce hmelja še kemijsko ovrednotili. V tem delu smo vzorcem določili vsebnost alfa-kislin, indeks staranja hmelja ter količino eteričnega olja (preglednica 5), katerega sestavo smo analizirali s plinsko kromatografijo.

*Preglednica 4: Gibanje vlage v hmelju med sušenjem v %*

	vlaga svežega hmelja	vlaga po končani 1. stopnji	vlaga po končani 2. stopnji	vlaga po končani 3. stopnji
102/44 (55 °C)	78,0	51,3	20,5	11,7
74/134 (55 °C)	76,7	55,6	17,8	8,0
105/220 (55 °C)	78,5	57,1	25,7	10,4
30/96 (55 °C)	76,1	51,8	23,1	11,2

Preglednica 5: Rezultati kemijske analize hmelja po sušenju na 55 °C

Parameter	55 °C			
	102/44	74/134	105/220	30/96
Končna vlaga	11,7	8,0	10,4	11,2
Alfa-kislina (%)	7,3	14,3	7,2	10,9
Količina eteričnega olja (ml/100g)	1,07	2,90	1,61	2,26
Indeks staranja hmelj (HSI)	0,24	0,24	0,17	0,16
Mircen (rel.%)	26,6	37,3	46,4	47,1
Linalol (rel.%)	3,8	3,5	2,0	0,9
β-kariofilen (rel.%)	1,6	1,7	2,7	8,3
α-humulon (rel.%)	2,6	4,6	9,2	16,0
Farnezen (rel.%)	0,3	3,1	0,1	6,2



Slika 54: Podatki, pridobljeni med postopkom sušenja dišavnih križancev.

V nadaljevanju smo poskus izvedli še pri 2 križancih v preizkušanju, in sicer 81/54 in 214/61. V preglednici 6 so predstavljeni podatki za vlago med sušenjem in po končani posamezni fazi po 2h.



*Preglednica 6: Gibanje vlage v hmelju med sušenjem v %*

	vlaga svežega hmelja	vlaga po končani 1. stopnji	vlaga po končani 2. stopnji	vlaga po končani 3. stopnji
214/61 (55 °C)	78,5	54,5	26,3	13,2
81/54 (55 °C)	76,9	43,3	24,6	9,8

V nadaljevanju smo rezultate primerjalno vrednotili z vrednostmi, ki smo jih kot optimalne pridobili v enakem postopku za sušenje hmelja sorte Savinjski golding. Ugotovili smo, da so sušilne lastnosti križanca 81/54 podobne lastnostim Savinjskega goldinga, za katerega je priporočena temperatura sušenja enaka, medtem ko se kaže, da bi bila v primeru križanca 214/61 optimalnejša temperatura sušenja 60 °C.

Po končanem sušenju smo posamezne vzorce hmelja kemijsko ovrednotili z namenom pridobitve podatkov o vplivu sušenja predvsem na indeks staranja hmelja in vsebnost alfa-kislin. V preglednici 21 so podani rezultati kemijske analize hmelja po sušenju na 55 °C. Vsi podatki so podani na suho snov. Rezultati so povprečja ponovitev poskusov.

*Preglednica 7: Rezultati kemijske analize hmelja po sušenju pri 55 °C*

Parameter	214/61	81/54
Končna vlaga	13,2	9,8
Alfa-kislina (%)	5,3	12,6
količina eteričnega olja (ml/100g)	0,73	1,57
HSI	0,24	0,20

Vizualni izgled vzorcev posušenega hmelja je bil primeren za zračno suh hmelj. Enako velja tudi za drobljivost vzorcev.

Pri opazovanju in primerjanju kemijskih parametrov, ki smo jih izmerili v vzorcih hmelja sorte Savinjski golding, ki smo jo uporabili kot primerjalno sorto, in v vzorcih križancev 214/61 in 81/54 in primerjanju vizuelnega izgleda posušenih vzorcev, smo v primeru križanca 81/54 ugotovili primerljive karakteristike, v primeru križanca 214/61 pa je bil hmelj nezadostno posušen. Zato smatramo, da je potrebno hmelj križanca 81/54 sušiti primerljivo kot hmelj sorte Savinjski golding, križanec 214/61 pa pri 5 ° višji temperaturi. Vsekakor je potrebno paziti na povišano temperaturo, ki povzroči prehitro sušenje zunanega dela storžka, praviloma višje izhlapevanje eteričnih olj in padec vsebnosti alfa-kislin, ki dajejo hmelju njegovo tržno vrednost.

Iz rezultatov poskusa je razvidno, da je bila vlaga pri storžkih hmelja križancev z oznakami 30/96, 105/220, 102/44 in 214/61 po 6-urnem sušenju pri 55 °C nad 11%, kar je preveč, saj je zelena 6–8 % vlaga pred naknadnim navlaževanjem. Samo v primeru križancev **74/134 in 81/54 je bila vsebnost vlage primerna, ko smo sušili le pri 55 °C**. Iz podatkov poskusa je tako mogoče sklepati, da je **60 °C primernejša temperatura za sušenje križancev z oznakami 30/96, 105/220, 102/44 in 214/61**.

## E. SPREMLJANJE SESTAVE ETERIČNIH OLJ TEKOM STARANJA DIŠAVNIH KRIŽANCEV HMELJA

V mesecu septembru 2014, to je po obiranju hmelja smo začeli pridobivati podatke o skladiščni obstojnosti večjega števila perspektivnih križancev. V preizkušanje smo vključili križance 30/96, 105/220, 102/44 in 74/134. Odločili smo se, da bomo njihovo skladiščno obstojnost preverili po 6 mesecih staranja pod različnimi pogoji skladiščenja. Vzorce smo hranili pri 20 in 4 °C, v vakumirani embalaži, brez možnosti dostopa kisika in v navadnih papirnatih vrečkah. Na ta način smo pridobili celovit vpogled v njihovo skladiščno obstojnost v odvisnosti od kombinacij obeh pomembnih parametrov; kisika, ki povzroča oksidacijo in temperature, ki povzroča termični razpad. Polletna doba staranja v teh poskusih je primerna, saj je to doba, ko se po standardu določi skladiščna obstojnost hmelja. V preglednicah 8 do 12 podajamo vrednosti parametrov (vlaga, alfa-kislina (KVH-TE), indeks staranja hmelja (HSI) in količino ter sestavo eteričnega olja, ki smo jih izmerili ob začetku poskusa, po obiranju in po šestih mesecih staranja, v mesecu marcu 2015.

Eteričnim oljem smo določili tudi sestavo s plinsko kromatografijo in tako ugotavljali ali med staranjem pride do bistvenih sprememb v sestavi olja, zaradi oksidacijskih procesov ali izgube zaradi izhlapevanja.

*Preglednica 8: Vsebnosti alfa-kislin (KVH-TE), indeksa staranja hmelja (HSI), količina in sestava ter vlaga v vzorcih križanca hmelja 30/96 na začetku in koncu poskusa ocene skladiščne obstojnosti*

križanec parameter	30/96				
	začetek	4°C, zaprta embalaža	4°C, odprta embalaža	20°C, zaprta embalaža	20°C, odprta embalaža
Vlaga (%)	9,5	9,3	8,8	4,9	4,7
KVH-TE (suha snov) (%)	12,7	11,2	11,8	11,3	9,4
HSI	0,28	0,28	0,27	0,38	0,44
Količina olja (ml/100g)	2,03	1,61	1,38	0,99	0,83
Mircen (rel.%)	46,2	39,5	43,0	32,7	27,2
Linalol (rel.%)	0,8	0,9	0,8	1,1	1,0
$\beta$ -kariofilen (rel.%)	9,9	10,5	10,3	10,2	9,1
$\alpha$ -humulen (rel.%)	18,0	20,3	19,6	21,4	19,9
Farnezen (rel.%)	6,0	5,6	5,8	4,3	3,7
ostanek $\alpha$ -kislin (%)	-	88,2	92,9	89,0	74,0
Skladiščna obstojnost	-	Zelo dobra	Zelo dobra	Zelo dobra	dobra

Križanec 30/96 je v primerih skladiščenja na hladnem v odprti in zaprti embalaži in na toplem v zaprti embalaži pokazal zelo dobro skladiščno obstojnost, saj je vsebnost alfa-kislin padla samo za okoli 10 %. Vrednost indeksa staranja je bila v vseh treh primerih zelo nizka, še posebej v hladnih variantah poskusa in je v območju, kjer pivovarji ocenjujejo, da je to še vedno svež hmelj, brez posledic staranja. V varianti hranjenja na toplem v odprti embalaži je križanec pokazal dobro skladiščno obstojnost, s padcem alfa-kislin 26% ter indeksom staranja 0,44. Obe vrednosti kažeta na to, da prisotnost kisika v tem primeru pospeši staranje in oksidacijo mehkih smol. Vrednost HSI je kljub temu še vedno v pričakovanem območju, ki pa pri nekaterih pivovarjih že lahko povzroča zaskrbljenost. Omenjeno pomanjkljivost bo potrebno rešiti s pravilnim skladiščenjem pri nizkih temperaturah in po možnosti v zaprti embalaži, brez možnosti dostopa kisika. Podatki staranja kažejo na velike izgube eteričnega olja v staranih vzorcih, ki je še posebej izrazita v primeru skladiščenja pri temperaturah okolja. Z oziroma na dejstvo, da je dodana vrednost dišavnih križancev ravno v količini in sestavi eteričnega olja, bo potrebno biti zelo pozoren na način skladiščenja, ki bo moral biti obvezno pri nizkih temperaturah in v neprodušno zaprtih embalažah.

*Preglednica 9: Vsebnosti alfa-kislin (KVH-TE), indeksa staranja hmelja (HSI), količina in sestava ter vlaga v vzorcih križanca hmelja 105/220 na začetku in koncu poskusa ocene skladiščne obstojnosti*

križanec parameter	105/220				
	začetek	4°C, zaprta embalaža	4°C, odprta embalaža	20°C, zaprta embalaža	20°C, odprta embalaža
Vlaga (%)	9,3	9,7	9,8	4,7	4,5
KVH-TE (suha snov) (%)	7,9	7,6	6,8	7,0	6,2
HSI	0,28	0,27	0,27	0,38	0,45
Količina olja (ml/100g)	1,52	1,27	1,26	0,82	0,72
Mircen (rel.%)	66,5	55,6	57,2	44,8	37,3
Linalol (rel.%)	0,8	0,8	0,8	1,1	1,1
β-kariofilen (rel.%)	5,5	6,6	6,5	6,9	6,5
α-humulen (rel.%)	12,0	15,4	15,4	17,7	17,8
Farnezen (rel.%)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
ostanek α-kislin (%)	-	96,2	86,1	88,6	78,5
Skladiščna obstojnost	-	Zelo dobra	Zelo dobra	Zelo dobra	dobra

Križanec 105/220 je v primerih skladiščenja na hladnem v odprti in zaprti embalaži in na toplem v zaprti embalaži pokazal zelo dobro skladiščno obstojnost. Vrednost indeksa

staranja je bila v vseh treh primerih zelo nizka, še posebej v hladnih variantah poskusa in je v območju, kjer pivovarji ocenjujejo, da je to še vedno svež hmelj, brez posledic staranja. V varianti hranjenja na toplem v odprti embalaži je križanec pokazal dobro skladiščno obstojnost, s padcem alfa-kislin 21,5% ter indeksom staranja 0,45. Obe vrednosti kažeta na to, da prisotnost kisika v tem primeru pospeši staranje in oksidacijo mehkih smol. Vrednost HSI je kljub temu še vedno v pričakovanem območju, ki pa pri nekaterih pivovarjih že lahko povzroča zaskrbljenost. Omenjeno pomanjkljivost bo potrebno rešiti s pravilnim skladiščenjem pri nizkih temperaturah in po možnosti v zaprti embalaži, brez možnosti dostopa kisika. Tudi pri tem križancu podatki staranja kažejo na velike izgube eteričnega olja v staranih vzorcih, ki je še posebej izrazita v primeru skladiščenja pri temperaturah okolja (več kot 50%). Z oziroma na dejstvo, da je dodana vrednost dišavnih križancev v količini in sestavi eteričnega olja, bo potrebno biti zelo pozoren na način skladiščenja, ki bo moral biti obvezno pri nizkih temperaturah in v neprodušno zaprtih embalažah.

*Preglednica 10: Vsebnosti alfa-kislin (KVH-TE), indeksa staranja hmelja (HSI), količina in sestava ter vlaga v vzorcih križanca hmelja 102/44 na začetku in koncu poskusa ocene skladiščne obstojnosti*

križanec parameter	102/44				
	začetek	4°C, zaprta embalaža	4°C, odprta embalaža	20°C, zaprta embalaža	20°C, odprta embalaža
Vlaga (%)	9,5	10,0	9,5	4,7	4,6
KVH-TE (suha snov) (%)	8,0	6,0	6,3	6,1	6,0
HSI	0,29	0,28	0,31	0,43	0,49
Količina olja (ml/100g)	1,20	1,07	1,12	0,65	0,52
Mircen (rel.%)	64,7	61,3	63,6	44,4	44,2
Linalol (rel.%)	0,8	0,9	0,9	1,4	1,3
$\beta$ -kariofilen (rel.%)	4,5	4,0	4,1	4,2	4,2
$\alpha$ -humulen (rel.%)	10,0	10,0	10,1	11,7	11,7
Farnezen (rel.%)	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3
ostanek $\alpha$ -kislin (%)	-	75,0	78,8	76,3	75,0
Skladiščna obstojnost	-	dobra	dobra	dobra	dobra

Križanec 102/44 je v primerih skladiščenja na hladnem in toplem v odprti in zaprti embalaži pokazal dobro skladiščno obstojnost. Vrednost indeksa staranja je bila v obeh hladnih variantah zelo nizka (praktično je ostala na izhodiščnih vrednostih). V varianti hranjenja na toplem v odprti embalaži je križanec pokazal dobro skladiščno obstojnost, s padcem alfa-kislin 21,5% ter indeksom staranja 0,45. Obe vrednosti kažeta na to, da prisotnost kisika v tem primeru pospeši staranje in oksidacijo mehkih smol. Vrednost HSI je kljub temu še

vedno v pričakovanem območju, ki pa pri nekaterih pivovarjih že lahko povzroča zaskrbljenost. Omenjeno pomanjkljivost bo potrebno rešiti s pravilnim skladiščenjem pri nizkih temperaturah in po možnosti v zaprti embalaži, brez možnosti dostopa kisika. Tudi pri tem križancu podatki staranja kažejo na velike izgube eteričnega olja v staranih vzorcih, ki je še posebej izrazita v primeru skladiščenja pri temperaturah okolja (več kot 50%). Z oziroma na dejstvo, da je dodana vrednost dišavnih križancev v količini in sestavi eteričnega olja, bo potrebno biti zelo pozoren na način skladiščenja, ki bo moral biti obvezno pri nizkih temperaturah in v neprodušno zaprtih embalažah.

*Preglednica 11: Vsebnosti alfa-kislin (KVH-TE), indeksa staranja hmelja (HSI), količina in sestava ter vlaga v vzorcih križanca hmelja 74/134 na začetku in koncu poskusa ocene skladiščne obstojnosti*

križanec parameter	74/134				
	začetek	4°C, zaprta embalaža	4°C, odprta embalaža	20°C, zaprta embalaža	20°C, odprta embalaža
Vlaga (%)	8,8	9,0	8,8	4,6	4,5
KVH-TE (suha snov) (%)	12,9	12,6	12,2	11,3	9,8
HSI	0,29	0,30	0,34	0,40	0,59
Količina olja (ml/100g)	2,46	2,02	2,03	1,37	0,90
Mircen (rel.%)	63,8	61,5	58,2	50,0	30,3
Linalol (rel.%)	0,9	1,1	1,1	1,6	2,1
$\beta$ -kariofilen (rel.%)	3,1	3,0	3,4	3,3	3,1
$\alpha$ -humulen (rel.%)	8,5	8,7	9,5	9,9	10,3
Farnezen (rel.%)	5,8	5,1	5,2	3,9	2,9
ostanek $\alpha$ -kislin (%)	-	97,7	94,6	87,6	76,0
Skladiščna obstojnost	-	Zelo dobra	Zelo dobra	Zelo dobra	dobra

Križanec 74/134 je v primerih skladiščenja na hladnem v odprti in zaprti embalaži in na toplem v zaprti embalaži pokazal zelo dobro skladiščno obstojnost. Vrednost indeksa staranja je bila v obeh hladnih variantah zelo nizka. V varianti hranjenja na toplem v odprti embalaži je križanec pokazal zelo dobro skladiščno obstojnost, s padcem alfa-kislin samo 12% ter ugodnim indeksom staranja 0,40. Pri hranjenju pri temperaturi okolja v odprti embalaži je križanec pokazal dobro skladiščno obstojnost s padcem alfa-kislin 24% in indeksom staranja kar 0,59. Omenjeno pomanjkljivost bo potrebno rešiti s pravilnim skladiščenjem pri nizkih temperaturah in po možnosti v zaprti embalaži, brez možnosti dostopa kisika. Tudi pri tem križancu podatki staranja kažejo na velike izgube eteričnega olja v staranih vzorcih, ki je še posebej izrazita v primeru skladiščenja pri temperaturah okolja (več kot 60%).

**Z oziroma na dejstvo, da je dodana vrednost dišavnih križancev v količini in sestavi eteričnega olja, bo potrebno biti zelo pozoren na način skladiščenja, ki bo moral biti obvezno pri nizkih temperaturah in v neprodušno zaprtih embalažah.**

Poleg prej naštetih križancev smo začeli spremljati tudi skladiščno obstojnost križancev 81/54, 214/61, 109/180 in 273/128. Za te križance še nimamo nobenega podatka, zaradi tega smo opravili preskus samo v obliki meritev vsebnosti alfa-kislin in indeksa staranja hmelja na začetku po obiranju in po pol leta hranjenja na sobni temperaturi. Na ta način smo dobili prve preliminarnе podatke o njihovi skladiščni obstojnosti. Podatki o opazovanih parametrih so podani v preglednici 12.

*Preglednica 12: Vsebnosti alfa-kislin (KVH-TE), indeksa staranja hmelja (HSI) in vlage v vzorcih križancev hmelja 81/54, 214/61, 109/180 in 273/128 na začetku poskusa ocene skladiščne obstojnosti in po 6 mesecih skladiščenja pri sobni temperaturi*

križanec \ parameter	81/54		214/61		109/180		273/128	
Čas (mesecih)	0	6	0	6	0	6	0	6
Vlaga (%)	8,0	5,3	13,5	5,7	7,7	5,4	7,6	5,3
KVH-TE (suha snov) (%)	12,6	10,9	5,3	2,3	12,2	10,1	10,8	8,2
HSI	0,20	0,36	0,24	0,50	0,22	0,44	0,31	0,53
ostanek $\alpha$ -kislin (%)	-	86,5	-	43,4	-	82,8	-	75,9
Skladiščna obstojnost	Zelo dobra		slaba		Zelo dobra		dobra	

Kot je razvidno iz rezultatov v preglednici 12 imata križanca 81/54 in 109/180 zelo dobro skladiščno obstojnost saj je vsebnost alfa-kislin po šestmesečnem staranju še vedno nad 80% izhodiščne vrednosti. Še posebej dobro skladiščno obstojnost kaže križanec 81/54, katerega indeks staranja po šestih mesecih je še vedno samo 0,36. Križanec 273/128 ima dobro skladiščno obstojnost, ki jo je možno v praksi še zelo dobro popraviti s pazljivim sušenjem in hranjenjem na hladnem, po možnosti v briketirani obliki. Križanec 214/61 je v letošnjem poskusu pokazal slabo skladiščno obstojnost. Vsebnost alfa-kislin po staranju je bila komaj 43,4% izhodiščne vrednosti. Glede na to bomo analize ponovili na naslednji letini pridelka.

## **F. PIVOVARSKÉ ANALIZE DIŠAVNIH KRIŽANCEV HMELJA, OPRAVLJENE V TUJINI**

V zimskem času leta 2014 smo se s strokovnjaki na Research Institute of Brewing and Malting v Pragi na Češkem dogovorili o analizah, načinu varjenja in poteku senzoričnega ocenjevanja vzorcev piva. Na začetku marca 2015 smo poslali vzorce suhih hmeljnih storžkov križancev v preizkušanje z oznakami 30/96, 74/134, 81/54, 214/61, 102/44, 105/220, 273/128 in 109/180 na omenjeni inštitut, kjer so zvarili pivo tipa ležak v dveh variantah – klasično (s tremi odmerki hmelja) in hladno hmeljenje.

Poleg pivovarske tehnologije imajo v omenjeni pivovarni tudi stalni panel ocenjevalcev, ki na končnem produktu izdelava organoleptičen opis preskušane sorte in na ta način ovrednoti njeno pivovarsko vrednost tudi v primerjavi z drugimi že obstoječimi sortami. Na ta način smo dobili opis sorte, ki bo v prihodnje služil pri predstavitvah sorte končnim uporabnikom – pivovarjem.

Del zaključnih rezultatov analiz smo prevedli in so razvidni iz spodnjih preglednic, medtem ko je celotno poročilo čeških ekspertov pripeto k poročilu v prilogi.

Preglednica 8: Rezultati analize piva – toplo hmeljenje

pivo št.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
koda	37406	37407	37408	37409	37410	37411	37412	37413	37414
<b>vzorec hmelja</b>	<b>74/134</b>	<b>81/54</b>	<b>214/61</b>	<b>273/128</b>	<b>105/220</b>	<b>102/44</b>	<b>30/96</b>	<b>109/180</b>	<b>Citra</b>
ekstrakt v osnovni sladici	% w	11,8	12,1	12,1	12,4	12,2	11,5	11,6	11,4
alkohol v vol %	% v	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	4,7	4,7	4,6
alkohol v mas %	% w	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,7	3,7	3,6
navidezna prevrelost	%	80,8	79,8	78,9	77,2	78,2	77,0	76,9	76,7
prava prevrelost	%	65,3	64,4	63,7	62,3	63,2	62,1	62,1	61,9
grenčica	IBU	24	25	20	23	20	32	29	28



Preglednica 9: Rezultati analize eteričnega olja v pivu ( $\mu\text{g/L}$ ) – toplo hmeljenje

pivo št.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
koda	37406	37407	37408	37409	37410	37411	37412	37413	37414
<b>vzorec hmelja</b>	<b>74/134</b>	<b>81/54</b>	<b>214/61</b>	<b>273/128</b>	<b>105/220</b>	<b>102/44</b>	<b>30/96</b>	<b>109/180</b>	<b>Citra</b>
$\alpha$ -pinene	1,41	1,12	1,38	1,50	0,97	1,21	1,48	1,06	1,24
$\beta$ -pinene	0,21	0,23	0,19	0,28	0,16	0,29	0,14	0,12	0,26
myrcene	8,44	6,91	10,80	9,28	8,92	6,14	10,52	19,47	18,71
limonene	1,35	1,26	0,97	1,13	0,88	0,82	1,59	1,09	1,48
linalool	17,26	13,73	9,64	29,91	15,85	14,23	41,25	41,70	88,08
$\beta$ -karyophyllene	0,07	0,06	0,07	0,03	0,06	0,03	0,18	0,13	0,12
4-terpineol	0,44	0,27	0,25	0,54	0,26	0,28	0,50	0,72	1,47
$\beta$ -farnesene	25,18	18,71	16,07	15,45	16,34	14,95	19,04	13,77	13,25
$\alpha$ -humulene	0,94	0,68	0,75	0,72	0,68	0,53	1,25	0,89	0,72
$\alpha$ -terpineol	3,18	2,48	2,15	5,24	3,13	2,77	4,15	5,94	7,24
cis-geraniol	2,73	1,86	1,25	2,52	1,52	1,34	4,25	5,11	4,71
$\alpha$ -ionone	0,35	0,33	0,31	0,30	0,28	0,24	0,41	0,30	0,30
$\beta$ -ionone	0,27	0,25	0,28	0,25	0,30	B 0,33	0,35	0,29	0,29
$\alpha$ -irone	0,24	0,27	0,28	0,22	0,33	0,15	0,29	0,34	0,37
$\beta$ -karyophyllene epoxide	0,48	0,74	0,62	0,66	0,52	0,57	10,05	9,45	2,56
farnesol	55,04	47,05	51,25	46,02	42,70	43,73	67,00	61,87	55,60

Preglednica 10: Rezultati analize piva – toplo in hladno hmeljenje

pivo št.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
koda	37436	37437	37438	37439	37440	37441	37442	37443	37444
<b>vzorec hmelja</b>	<b>74/134</b>	<b>81/54</b>	<b>214/61</b>	<b>273/128</b>	<b>105/220</b>	<b>102/44</b>	<b>30/96</b>	<b>109/180</b>	<b>Citra</b>
ekstrakt v osnovni sladici	12,3	12,1	12,3	12,5	12,4	12,3	11,6	11,6	11,4
alkohol v vol %	5,3	5,1	5,1	5,1	5,3	5,1	4,7	4,7	4,6
alkohol v mas %	4,1	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0	3,7	3,7	3,6
navidezna prevrelost	80,8	78,8	78,1	76,2	79,8	77,3	76,3	76,2	76,0
prava prevrelost	65,2	63,6	63,0	61,5	64,5	62,4	61,6	61,5	61,4
grenčica	26	26	22	24	21	21	33	31	29

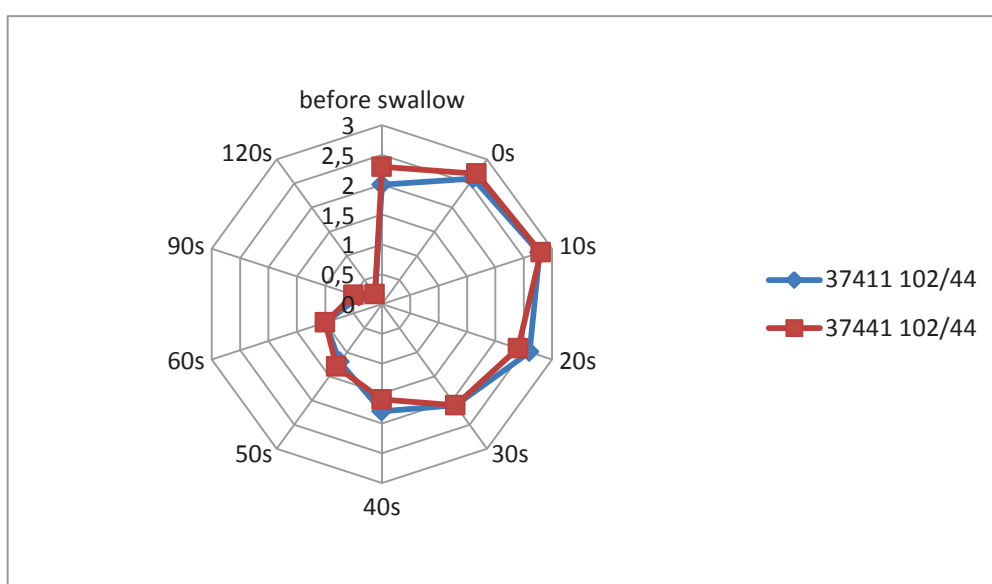
Preglednica 11: Rezultati analize eteričnega olja v pivu ( $\mu\text{g/L}$ ) – toplo in hladno hmeljenje

pivo št.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
koda	37436	37437	37438	37439	37440	37441	37442	37443	37444
<b>vzorec hmelja</b>	<b>74/134</b>	<b>81/54</b>	<b>214/61</b>	<b>273/128</b>	<b>105/220</b>	<b>102/44</b>	<b>30/96</b>	<b>109/180</b>	<b>Citra</b>
$\alpha$ -pinene	2,33	1,20	2,94	1,20	1,23	1,18	1,74	1,64	0,84
$\beta$ -pinene	0,43	0,77	0,59	0,42	0,97	0,73	0,91	1,36	0,79
myrcene	18,07	14,00	25,73	18,64	22,90	9,78	23,60	80,66	48,76
limonene	2,81	1,90	2,05	2,09	1,52	1,51	2,66	2,31	2,04
linalool	62,40	14,99	116,39	76,82	57,52	43,31	74,18	69,56	103,55
$\beta$ -karyophyllene	0,07	0,06	0,10	0,09	0,07	0,04	0,11	0,19	0,25
4-terpineol	0,48	0,30	1,49	0,84	0,67	0,46	0,61	0,87	1,93
$\beta$ -farnesene	18,64	17,32	14,64	16,32	14,11	13,24	13,25	24,78	17,04
$\alpha$ -humulene	0,52	0,42	0,59	0,38	0,67	0,44	1,65	1,99	1,71
$\alpha$ -terpineol	5,47	3,44	8,60	7,31	5,24	3,93	4,44	6,20	7,83
cis-geraniol	3,80	3,63	3,28	2,57	2,24	1,63	4,01	5,38	5,31
$\alpha$ -ionone	0,22	0,31	0,19	0,17	0,17	0,13	0,20	0,22	0,19
$\beta$ -ionone	0,35	0,45	0,52	0,36	0,41	0,40	0,47	0,36	0,43
$\alpha$ -irone	0,29	0,32	0,44	0,26	0,32	0,24	0,39	0,41	0,32
$\beta$ -karyophyllene epoxide	0,74	0,70	1,00	0,94	0,89	0,65	14,74	10,85	5,11
farnesol	51,41	47,32	38,75	38,77	49,26	43,06	60,75	59,57	57,99

Preglednica 12: Rezultati ocenjevanja obstojnosti grenčice (panel čeških ocenjevalcev); ocene od 0 – 5

Pivo št.	6	6
Koda	37411	37441
Vzorec hmelja	102/44	102/44
Začetek testa	2	2,3
0s	2,6	2,7
10s	2,78	2,8
20s	2,6	2,4
30s	2,1	2,1
40s	1,8	1,6
50s	1,2	1,3
60s	1	1
90s	0,4	0,5
120s	0,2	0,2
Kakovost grenčice 0s	1,8	1,9
Kakovost grenčice 40s	1,4	1,6

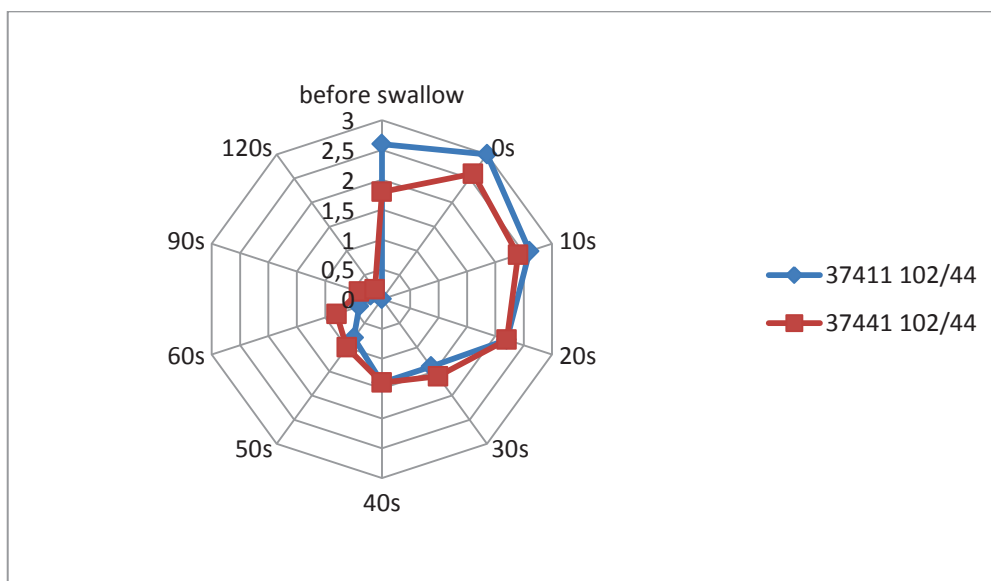
Slika 54: Rezultati ocenjevanja obstojnosti grenčice (panel čeških ocenjevalcev); ocene od 0 – 5



Preglednica 13: Rezultati ocenjevanja obstojnosti grenčice (panel slovenskih ocenjevalcev); ocene od 0 – 5

Pivo št.	6	6
Koda	37411	37441
<b>Vzorec hmelja</b>	<b>102/44</b>	<b>102/44</b>
Začetek testa	2,6	1,8
0s	3	2,6
10s	2,60	2,4
20s	2,2	2,2
30s	1,4	1,6
40s	1,4	1,4
50s	0,8	1
60s	0,4	0,8
90s	0,2	0,4
120s	0	0,2

Slika 55: Rezultati ocenjevanja obstojnosti grenčice (panel slovenskih ocenjevalcev); ocene od 0 – 5



Preglednica 14: Rezultati opisnega senzoričnega vrednotenja vzorcev piva (panel čeških ekspertov)

Pivo št.	1	1	3	3	6	6
Koda	37406	37436	37408	37438	37411	37441
<b>Vzorec hmelja</b>	<b>74/134</b>	<b>74/134</b>	<b>214/61</b>	<b>214/61</b>	<b>102/44</b>	<b>102/44</b>
karbonacija	2,3	2,6	2	2,2	2,3	2
polnost telesa	2,9	2,9	3	2,9	2,9	2,9
grenčica	2,8	2,5	2,4	2,6	2,4	2,5
obstojnost grenčice	3,2	3,1	2,9	3	2,7	2,9
kakovost grenčice	2,4	2,2	2	1,9	1,9	2,3
trpkost	1,2	1	0,9	0,7	0,6	1,2
sladkost	2	2	2,1	2,1	2,2	1,8
kislost	1,3	1,5	1,3	1,1	1,3	2,1
hmeljna	1,2	1,9	1,5	2,4	1,9	1,6
sadno-esterska	2	2,3	2,3	2	2	2
karamelna	0	0	0	0	0	0
kvasna	0,4	0,4	0	0	0	0,4
po parfumu	0,7	0,7	0,6	0	0	0,7
oksidirano/pasterizacijska	0	0	0	0	0	0,8
koruzna	0	0	0	0	0	0
sirupna	0	0,4	0	0	0	0,6
sladna	0	0	0	0	0	0
DMS	0	0	0	0	0	0
plesniva	0	0	0	0	0	0
diacetilna	1	0,9	0,7	0	0	0
postana	0	0	0	0	0	0
žveplasta	0	0	0	0	0	0
kovinska	0	0	0	0	0	0
fenolna	0	0	0	0	0	0
cvetlična	0	0	0	0	0	0
pekoča	0	0	0	0	0	0
<b>Splošna ocena</b>	<b>3,45</b>	<b>3,1</b>	<b>2,9</b>	<b>3,05</b>	<b>3,65</b>	<b>4,7</b>

Legenda:

Opis arome: 0 – 5 (zelo močna)

Kakovost grenčice: 1 (mehka) – 5 (močna, zastaja, groba)

Splošna ocena: 1 – 9 (1 – najboljša, izredna)

Preglednica 15: Rezultati opisnega senzoričnega vrednotenja vzorcev piva (panel slovenskih degustatorjev)

Pivo št.	1	1	3	3	6	6
Koda	37406	37436	37408	37438	37411	37441
<b>Vzorec hmelja</b>	<b>74/134</b>	<b>74/134</b>	<b>214/61</b>	<b>214/61</b>	<b>102/44</b>	<b>102/44</b>
karbonacija	3	2,2	2,6	2,2	2,4	1,8
polnost telesa	3,2	2,4	3,2	2,2	2,8	2,4
grenčica	2,4	2,2	2,2	2	2,4	2
obstojnost grenčice	2,4	2,6	2,4	2,4	2,4	2,8
kakovost grenčice	0	0	0	0	0	0
trpkost	1,8	1,2	0,6	1,2	0,8	0,6
sladkost	2,4	1,8	1,8	1,4	1,6	1,2
kislost	1,8	1,6	1,2	1,4	1,4	1,4
hmeljna	2	2,2	2,4	2,2	2,2	1,8
sadno-esterska	1,8	1,6	2,4	1,8	1,8	1,2
karamelna	1,2	0,6	0,8	0,4	0	0,4
kvasna	0	0,4	0	0	0	0
po parfumu	0	0	0	0	0	0
oksidirano/pasterizacijska	0	0	0	0	0	0
koruzna	0	0	0	0	0	0
sirupna	0,4	0	0	0	0	0
sladna	0	0	0	0	0	0
DMS	0	0	0	0	0	0
plesniva	0	0	0	0	0	0
diacetilna	0	0	0	0	0	0
postana	0	0	0	0	0	0
žveplasta	0	0	0	0	0	0
kovinska	0	0	0	0	0	0
fenolna	0	0	0	0	0	0
<b>Splošna ocena</b>	<b>3,4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>

Legenda:

Opis arome: 0 – 5 (zelo močna)

Kakovost grenčice: 1 (mehka) – 5 (močna, zastaja, groba)

Splošna ocena: 1 – 9 (1 – najboljša, izredna)



*Slika 56: Med senzoričnim ocenjevanjem češkega piva, varjenega s slovenskimi dišavnimi sortami hmelja v preizkušanju – slovenski in češki preizkuševalci.*

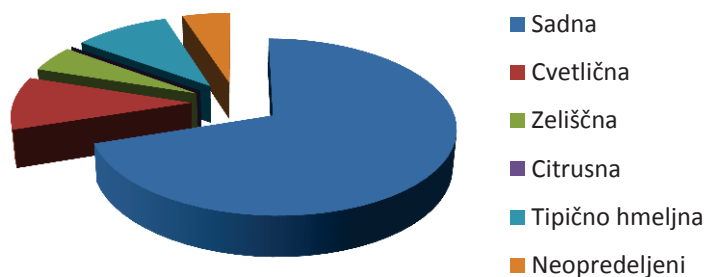


*Slika 57: Ogled pivovarne na Inštitutu za pivovarstvo in sladarstvo v Pragi (na fotografiji – doc. dr. Iztok Jože Košir (IHPS), dr. Jana Olšovská (, doc. dr. Andreja Čerenak (IHPS), dr. Martin Slabý)*

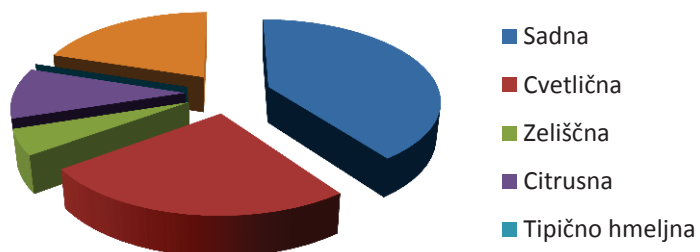


Degustacijo piva, varjenega v Pragi smo opravili tudi na IHPS, rezultate predstavljamo s spodnjimi grafikoni.

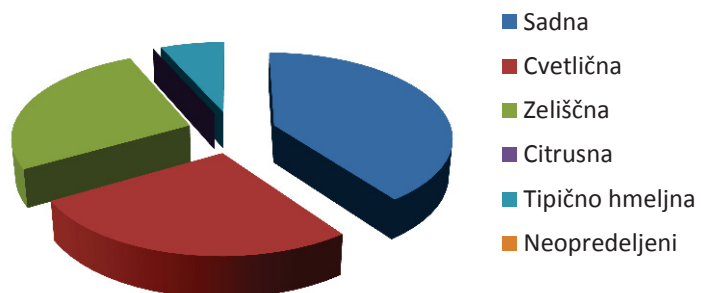
### 74/134 toplo hmeljenje



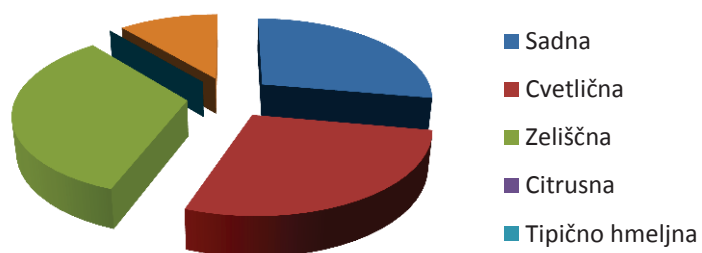
### 74/134 toplo + hladno hmeljenje



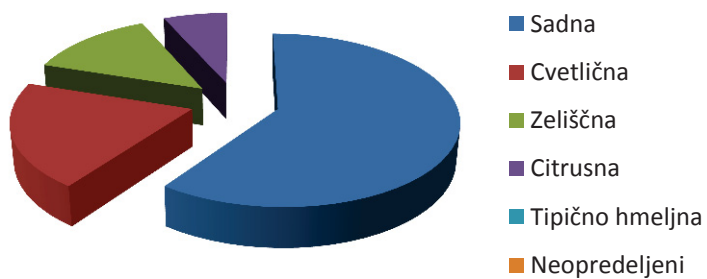
### 81/54 toplo hmeljenje



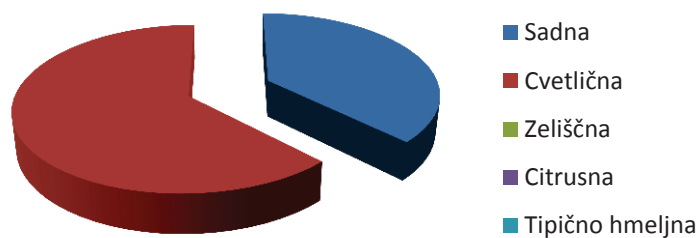
### 81/54 toplo + hladno hmeljenje



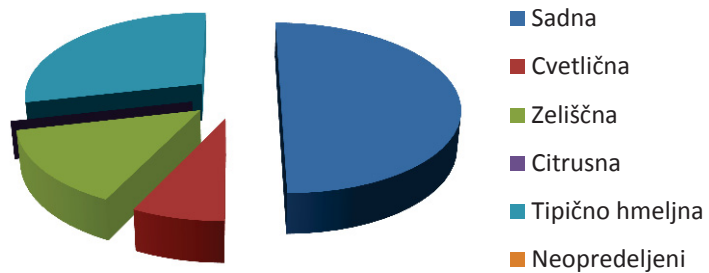
### 214/61 toplo hmeljenje



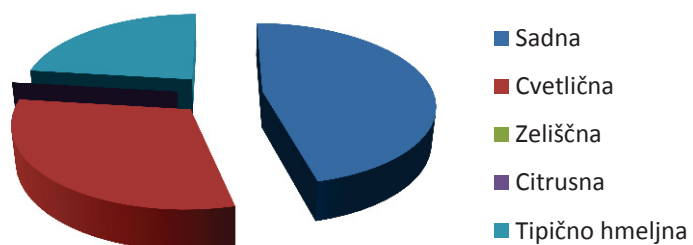
### 214/61 toplo + hladno hmeljenje



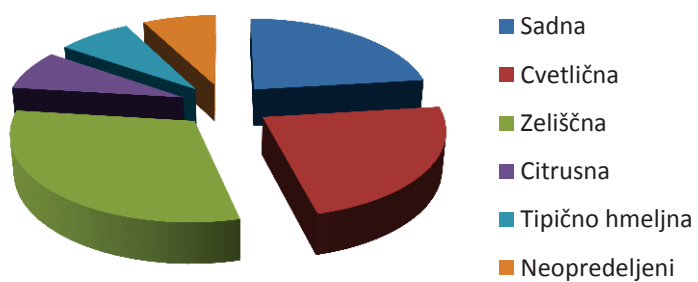
### 273/128 toplo hmeljenje

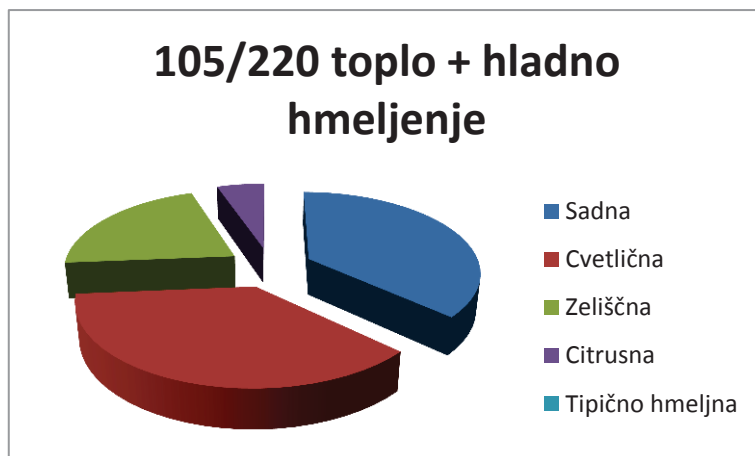


### 273/128 toplo + hladno hmeljenje

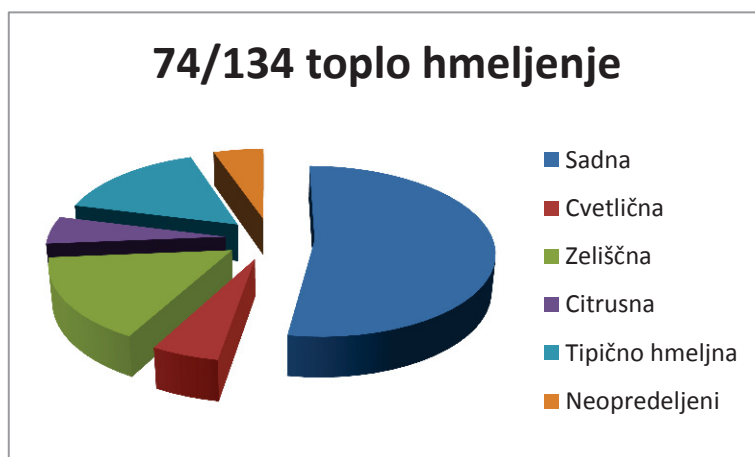


### 105/220 toplo hmeljenje

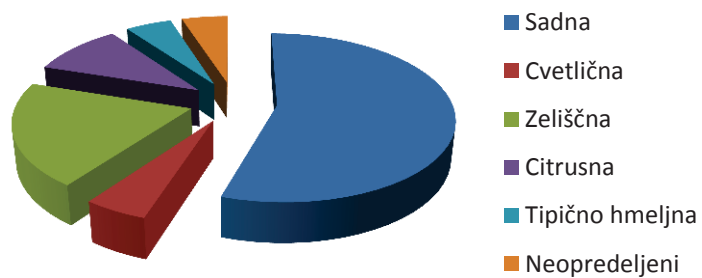




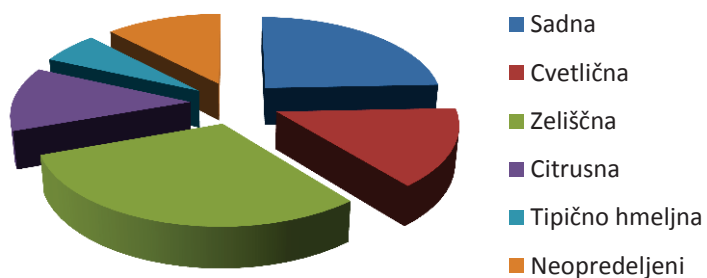
Slike 59 - 70: Rezultati senzoričnega ocenjevanja (na IHPS) piva, varjenega na Češkem – vonj piva.



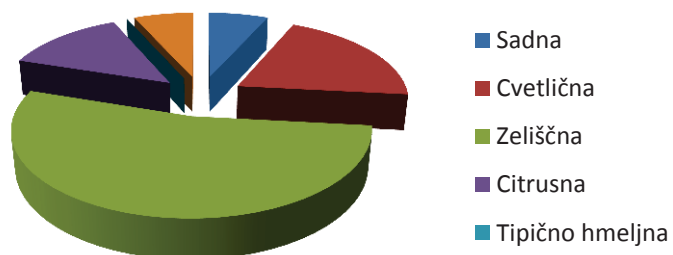
### 74/134 toplo + hladno hmeljenje



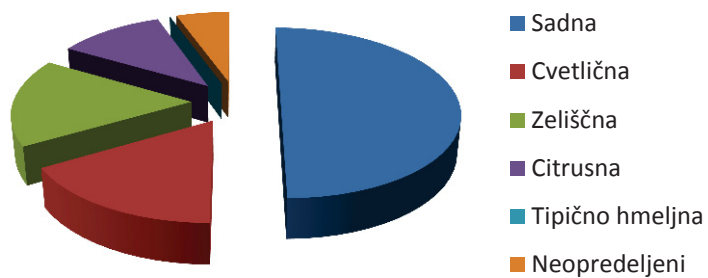
### 81/54 toplo hmeljenje



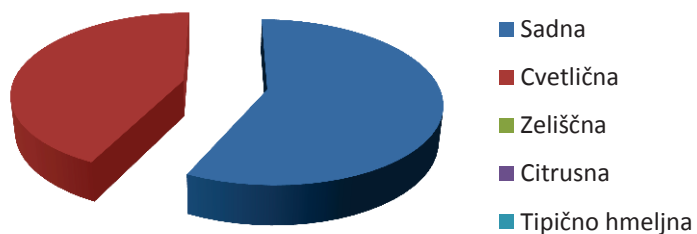
### 81/54 toplo + hladno hmeljenje



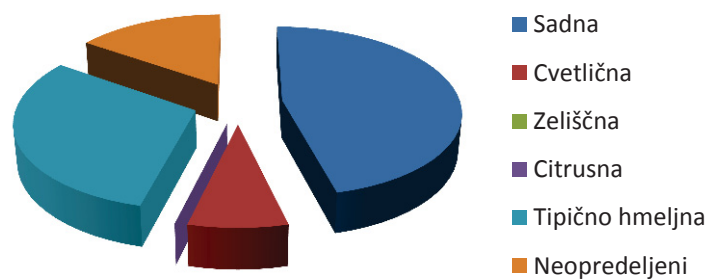
### 214/61 toplo hmeljenje



### 214/61 toplo + hladno hmeljenje



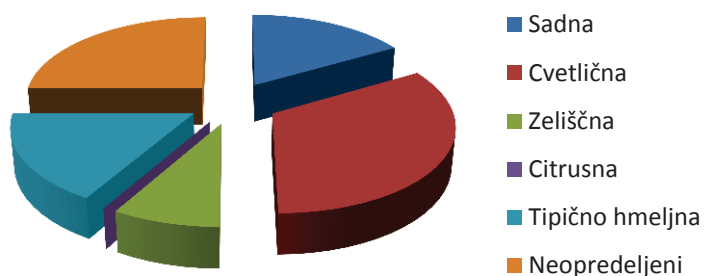
### 273/128 toplo hmeljenje



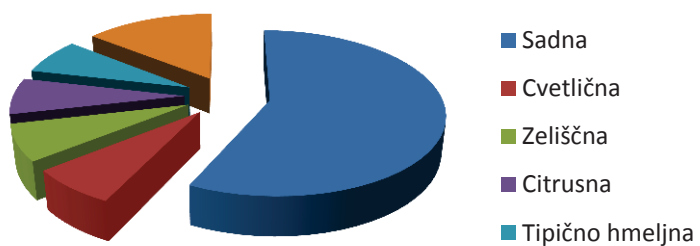
### 273/128 toplo + hladno hmeljenje

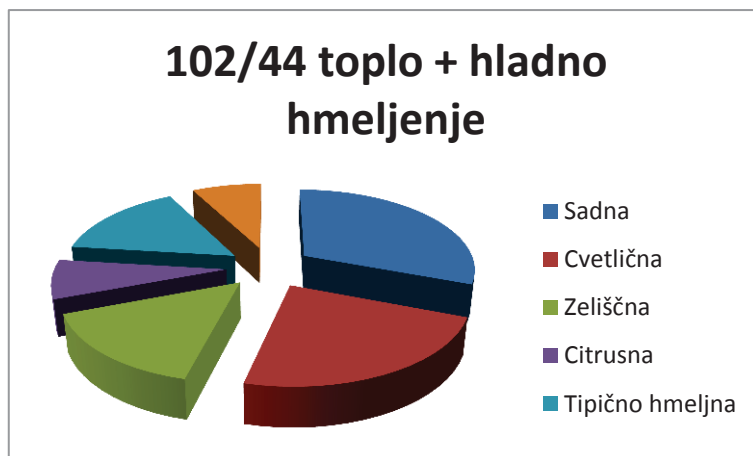


### 105/220 toplo hmeljenje



### 105/220 toplo + hladno hmeljenje





*Slike 71 - 82: Rezultati senzoričnega ocenjevanja (na IHPS) piva, varjenega na Češkem – okus piva.*

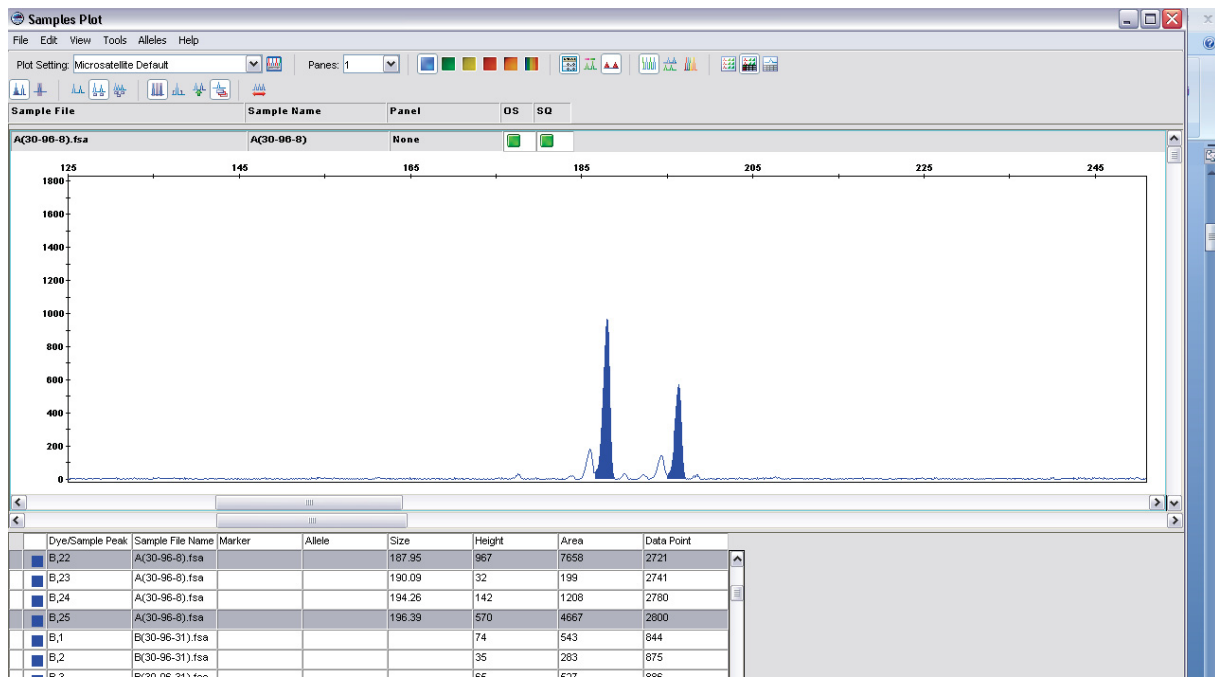
## **G. IZDELAVA KATALOGA SLOVENSКИH DIŠAVNIH SORT HMELJA**

Ob koncu projekta smo izdali tudi nov katalog dišavnih sort hmelja, ki združuje lastnosti slovenskih dišavnih sort hmelja, ki se oz. se bodo prodajale na domačem ali na tujem trgu in je zato predstavljen dvojezično (slovensko/angleško). Z dobro analitsko in fotografsko predstavitvijo ter atraktivnim oblikovanjem je dobra opora pri navezavah v tujini in pri promociji novih slovenskih sort hmelja. V okviru predlaganega projekta je izdelana elektronska in tiskana verzija, s profesionalnimi fotografijami ter profesionalnim oblikovanjem. Katalog je izdelan v obliki mapice z vložnimi listi. Vsaka sorta je predstavljena na posameznem vložnem listu, kar bo omogočalo dopolnjevanje kataloga z nadaljnjim vpisom sort v sortno listo.

Posamezna dišavna sorta je v katalogu dišavnih sort hmelja predstavljena s podatki o izvoru (pedigreju) sorte, času tehnološke zrelosti, skladiščni obstojnosti, morfološki podatki in fotografijami o obliki, teži in velikosti storžka, obliki in razraščenosti habitusa rastline (podprto s fotografijami), podatkih o odpornosti na bolezni (hmeljeva peronospora, hmeljeva pepelovka, verticilijska uvelost hmelja). Dodana je tudi slika genetske analize narejena v obliki dendrograma z razvidnimi sorodstvenimi odnosi nove sorte glede na uveljavljene domače in tuje sorte v pridelavi. Za izdelavo dendrograma sort hmelja smo opravili del molekularnih analiz posameznih sort križancev v preizkušanju, jih ovrednotili in grafično predstavili.

Navedeni so vsi pomembni podatki o kakovosti pridelka za pivovarsko industrijo, kot so hmeljne smole (% alfa-kislin, % beta-kislin, delež kohumulona, delež kulupolona in ksantohumola), eterična olja (količina et. olja, % mircena, % linaloola, % beta-kariofilena, % alfa-humulena in % farnezena). Oljne komponente so predstavljene tudi v obliki kromatograma eteričnega olja





Slika 83: Vrednotenje namnoženih vzorcev DNA (dolžina v baznih parih na specifičnih SSR lokusih) na IHPS, analiziranih s kapilarno elektroforezo (Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko).

## F. DISEMINACIJA REZULTATOV PROJEKTA

IHPS je februarja 2015 in 2016 organiziral v Laškem tradicionalni letni Seminar o hmeljarstvu. Leta 2015 je bila glavna tema seminarja tržni okvir pridelave dišavnih sort hmelja. V ta namen smo za interesirano javnost – hmeljarje, trgovce s hmeljem, pivovarje, predstavnike KGZS in MKGP organizirali videokonferenco, kjer so svoje videnje o pridelavi in trgu s hmeljem dišavnih sort podali trije različni govorniki: predstavnik ameriških hmeljarjev in predsednik Mednarodne hmeljarske organizacije, angleški trgovec s hmeljem in ameriški pivovar. Svoje videnje sta predstavila tudi predstavnika dveh največjih trgovskih hiš s hmeljem iz Nemčije. Na seminarju je bilo 118 prisotnih.

Na Seminarju smo podali izsledke rezultatov ciljnega raziskovalnega projekta (Čerenak Andreja – Kako daleč smo z dišavnimi sortami hmelja v Sloveniji?) in opravili degustacijo piv, varjenih z dišavnimi križanci v preizkušanju.

Podajamo povzetek videokonference:

### Tržni okvir pridelave dišavnih sort hmelja

V okviru Mednarodne hmeljarske organizacije ([www.ihgc.org](http://www.ihgc.org)) velja za leto 2014 ocena 1,5% rasti globalne proizvodnje piva, delež hmelja v pivu pa naj bi zrasel v povprečju na 4,7 g alfa-kislin na hl piva. Te statistike temeljijo predvsem na več let jasno zaznanem povečanju povpraševanja novo nastajajočih pivovarn v ZDA in EU s proizvodnjo vedno bolj trendovskih tipov t.i. butičnega piva (craft beers). Ameriško pivovarsko združenje opredeljuje tovrsten tip pivovarn (craft breweries) kot tiste, (1) ki imajo letno proizvodnjo piva pod 7,2 mio hl, (2) niso vsaj 25% v kapitalski lasti večjih pivovarn in (3) iščejo individualno prepoznavnost z novimi tipi okusov butičnega piva.

Segment butičnih tipov piva obsega le 1% svetovne proizvodnje piva, porabi pa kar 10% pridelka hmelja. V letu 2014 beleži ta segment pivovarstva v ZDA 18%-volumsko in pa 21%-dohodkovno rast. Tovrstne pivovarne povečujejo dohodek zaradi povečanega povpraševanja po teh pivih. Za 2014 nadalje ocenjujejo v ZDA obseg proizvodnje piva "craft beer" že na okoli 23 mio. hl. Če upoštevamo od leta 2011 povprečno 15% letno rast obsega proizvodnje teh pivovarn, potem lahko tudi sklepamo, da za te pivovarne še nekaj časa pri nakupih surovin ne bo najpomembnejša cena hmelja (!), pač pa najprej njegova dostopnost in pa kakovost. Če se tako nadaljuje oz. celo internacionalizira že dobro zaznan trend uživanja tovrstnih tipov piva (craft beers), bo to zagotovo tudi nadalje vplivalo na nadaljevanje povečanega povpraševanja po dišavnih sortah hmelja.

**Dišavne sorte hmelja** (flavor hops) v letu 2014 v mednarodnih klasifikacijah še niso bile uvrščene v posebno skupino, pač pa jih kot takšne (bodisi aromatične, bodisi grenčične, ali celo visoko-grenčične) opredeljuje tržno povpraševanje hitro rastoče skupine pivovarn »manjšega obsega«, ki varijo predvsem t.i. butične tipe piva polnega okusa. Za dišavne sorte hmelja je v zadnjih nekaj letih izrazito poraslo povpraševanje. Posledično, kot odziv na tržne razmere povečanega povpraševanja, hmeljarji tudi opazno spreminjajo sortno strukturo. Površine hmeljišč dišavnih sort se širijo, prodajne cene tovrstnega hmelja pa - zaradi premalo razpoložljivih globalnih količin - rastejo. Statistike USDA navajajo povečanja površin s sortami dišavnega hmelja zadnjih štirih let (2010-2014) v ZDA. Povečanje površin beležijo pri sorti *Cascade* za 3,5x - na 3090 ha, pri sorti *Centennial* za 9x - na 1400 ha, pri sorti *Simco* za 7x - na 744 ha in pri sorti *Citra* za 15x - na 735 ha.

Za odziv na tržne razmere potrebujejo ameriški hmeljarji nove investicije v hmeljišča, žičnice in strojno opremo. To je tudi razlog rasti cen dišavnih sort hmelja. Tudi pivovarne v ZDA igrajo aktivno vlogo in so pripravljene na sovlaganja v hmeljarstvo obliki različnih ugodnejših kreditov – samo, da bi se povečale površine z zelenimi sortami.

Zelo verjetno bo obdobje pomanjkanja določenih sort hmelja tokrat daljše od tistega, ki je trajalo od poletja 2007 do pomladi 2008. Odločilni vpliv pri tem imajo vsekakor proizvodne aktivnosti porajajočih se in hitro-rastočih pivovarn v ZDA in državah EU.

V hmeljarstvu se tako kažejo novi izzivi v pridelavi, razvoju, raziskavah, svetovanju in podjetništvu. Tradicija, kakovost, organiziranost in raziskave in svetovanje v slovenskem hmeljarstvu pa imajo tudi v prihodnje povezovalno moč za ohranitev prodajnega deleža Slovenije na globalnem trgu hmelja.

Avgusta 2015 smo na IHPS organizirali sestanek, kjer smo perspektivne sorte v preizkušanju predstavili slovenskim hmeljarjem. Rastline smo ustrezno označili in jih izobesili na preglednem mestu. Hmeljarji so za njih pokazali precejšnje zanimanje, za pridobitev vedenja o njihovih lastnostih pridelave in predelave je potrebno narediti še nekaj poskusov.

Na podoben način smo sorte v preizkušanju predstavili tudi zainteresiranim trgovcem s hmeljem iz tujine, in sicer predstavnikom dveh največjih trgovskih hiš v svetu, Barth & Sohn comp. in HopSteiner, ter prav tako predstavnikom angleškega podjetja Charles Faram in angleškim pivovarjem, ki so nas obiskali v 2. polovici avgusta.



*Slika 83: Predstavitev dišavnih sort v preizkušanju slovenskim hmeljarjem (avgust 2015).*

Promocijsko delo na področju dišavnih sort v preizkušanju smo opravljali v obeh letih v času obiranja hmelja, ko so nas obiskali angleški ter ameriški pivovarji in trgovci s hmeljem. Po senzoričnem preizkusu storžkov hmelja in piva, varjenega s slovenskimi dišavnimi sortami, so izkazali precejšnje navdušenje nad njimi in željo po sodelovanju z IHPS in slovenskimi hmeljarji.

V okviru CRP smo predvideli tudi izdajo kataloga novih sort hmelja. V končni pripravi so fotografije in podatki o sortah, z oblikovalko kataloga je že bil opravljen sestanek o nadaljnjem skupnem delu.

Poleg javnih predstavitev smo zainteresirano javnost obveščali o rezultatih dela v obliki pisnih sporočil v Hmeljarkih informacijah (IHPS jih v nekaj tedenskih zamikih pripravi in razpošlje vsem hmeljarjem) in sicer:

1. avgust 2015: A. Čerenak, B. Čeh, I. J. Košir, Tehnološka zrelost in sušenje dišavnih križancev hmelja – rezultati preteklega leta
2. september 2015: Andreja Čerenak, Iztok Jože Košir, Skladiščna obstojnost dišavnih križancev
3. junij 2016: Andreja Čerenak, Monika Oset Luskar, Sebastijan Radišek, Iztok Jože Košir, novi registrirani sorti hmelja – Styrian Cardinal in Styrian Wolf

Objavili smo sledeče strokovne članke:

1. ČEH, Barbara, OSET LUSKAR, Monika, ČERENAK, Andreja. Nove sorte, nove izkušnje v letu 2015. *Hmeljar*, ISSN 1318-6183, 2015, letn. 77, št. 1-12, str. 32-33. [COBISS.SI-ID [717452](#)]
2. ČERENAK, Andreja, KOŠIR, Iztok Jože. Ciljni raziskovalni projekt Zagotavljanje konkurenčnosti hmeljarstva z izborom dišavnih sort hmelja. *Hmeljar*, ISSN 1318-6183, 2015, letn. 77, št. 1-12, str. 34. [COBISS.SI-ID [717708](#)]
3. ČERENAK, Andreja, KOŠIR, Iztok Jože. Sušenje dišavnih križancev hmelja. *Hmeljar*, ISSN 1318-6183, 2015, letn. 77, št. 1-12, str. 36. [COBISS.SI-ID [718220](#)]
4. ČEH, Barbara, OSET LUSKAR, Monika (avtor, fotograf), ČERENAK, Andreja. Nove sorte, nove izkušnje. *Hmeljar*, ISSN 1318-6183, dec. 2014, letn. 76, št. 1/12, str. 26-27, ilustr. [COBISS.SI-ID [662412](#)]
5. ČERENAK, Andreja, KOŠIR, Iztok Jože. Zagotavljanje konkurenčnosti slovenskega hmeljarstva z izborom dišavnih sort hmelja. *Hmeljar*, ISSN 1318-6183, dec. 2014, letn. 76, št. 1/12, str. 28-29, ilustr. [COBISS.SI-ID [662924](#)]

Objavili smo sledeče radijske prispevke:

1. ČERENAK, Andreja (intervjuvanec). *Zagotavljanje konkurenčnosti hmeljarstva z izborom dišavnih sort hmelja : oddaja Kmetijski nasvet, Radio Ognjišče, 19. 1. 2016, ca. 5 min.* [COBISS.SI-ID [720268](#)]
2. ČERENAK, Andreja (intervjuvanec). *Hmelj : sodelovanje v oddaji Dobro jutro, 1. program, TV Slovenija, 17. jul. 2015, ca. 3 minute.* <http://ava.rtvsllo.si/predvajaj/dobro-jutro-2-del/ava2.174346863/>. [COBISS.SI-ID [8212089](#)]
3. ČERENAK, Andreja (intervjuvanec). *Tehnološka zrelost in skladiščna obstojnost dišavnih križancev hmelja : oddaja Kmetijski nasvet, Radio Ognjišče, 4. 8. 2015, ca. 7 min.* [COBISS.SI-ID [710796](#)]
4. ČERENAK, Andreja (intervjuvanec). *Zagotavljanje konkurenčnosti slovenskega hmeljarstva z izborom dišavnih sort hmelja : oddaja Kmetijski nasvet, Radio Ognjišče, 10. 11. 2014, ca. 5 min.* [COBISS.SI-ID [656524](#)]

Z iztekom projekta smo vpisali dve novi sorti hmelja, podatke o njima smo pridobili iz iztekajočega se projekta, z imenom Styrian Cardinal (oznaka v poročilu še 30/96) in Styrian Wolf (oznaka 74/134). Sorti sta bili razviti v okviru strokovne naloge Žlahtnjenje hmelja, medtem ko smo s CRP zelo uspešno nadgradili obstoječe vedenje o njima. Rezultat obojega sta sorti, ki sta bili že pred vpisom v sortno listo posajeni na več hektarjih slovenskih hmeljišč, naročila za sadilni material in tako njuno širjenje so v fazi povečevanja.

1. ČERENAK, Andreja, OSET LUSKAR, Monika, RADIŠEK, Sebastjan, KOŠIR, Iztok Jože. *V sortno listo Republike Slovenije se vpiše sorta navadnega hmelja (Humulus lupulus L.), z odobrenim imenom Styrian Cardinal, registrska številka sorte HUL034 : Odločba Ministrstva za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano, Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, številka: U34320-51/2013-8, z dne 14. 4. 2016.* Ljubljana, 2016: RS Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2 str. [COBISS.SI-ID [726668](#)]

2. ČERENAK, Andreja, OSET LUSKAR, Monika, RADIŠEK, Sebastjan, KOŠIR, Iztok Jože. *V sortno listo Republike Slovenije se vpiše sorta navadnega hmelja (Humulus lupulus L.), z odobrenim imenom Styrian Wolf, registrska številka sorte HUL035 : Odločba Ministrstva za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano, Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, številka: U34320-52/2013-8, z dne 14. 4. 2016.* Ljubljana, 2016: RS Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2 str. [COBISS.SI-ID [726412](#)]

V revijo Journal of the Institute of Brewing smo poslali znanstveni članek, ki je nastal s sodelovanjem med IHPS in češkim inštitutom za pivovarstvo in sladarstvo v Pragi na podlagi pridobljenih rezultatov iz CRP V4 - 1412. Članek je v postopku recenziranja.

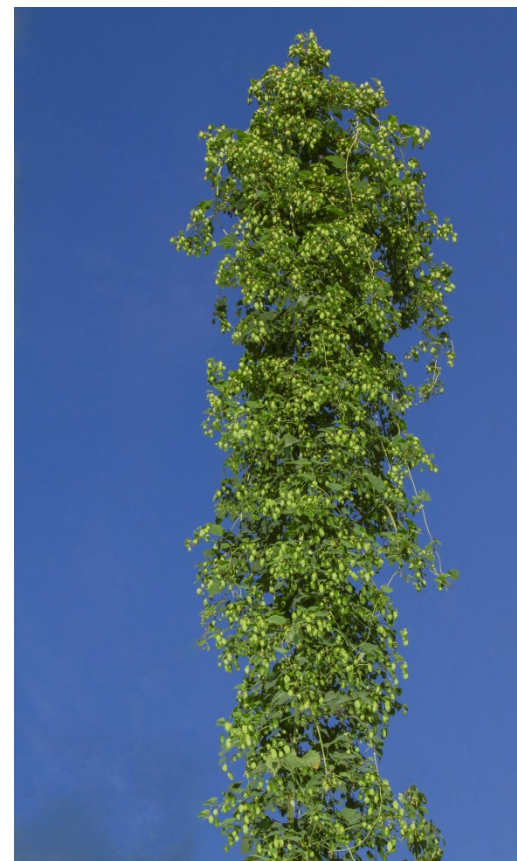
V postopku priprave je še 1 znanstveni članek.



## V4-1412 Zagotavljanje konkurenčnosti slovenskega hmeljarstva z izborom dišavnih sort hmelja

**Dosežek:** ČERENAK, Andreja, OSET LUSKAR, Monika, RADIŠEK, Sebastjan, KOŠIR, Iztok Jože. V sortno listo Republike Slovenije se vpiše sorta navadnega hmelja (*Humulus lupulus* L.), z odobrenim imenom Styrian Wolf, registrska številka sorte HUL035: RS Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2 str.[COBISS.SI-ID 726412]

V Sloveniji je 99 % hmeljišč posajenih s slovenskimi sortami hmelja. Zaradi stalnega pojava novih patotipov povzročiteljev bolezni in zaradi naraščajočega interesa po pivih močnega okusa, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) žlahtni lastne sorte hmelja, prilagojene slovenskemu okolju. V letu 2016 je bila vpisana nova sorta Styrian Wolf, kjer je bila uspešno vnešena tuja dednina z za evropski hmelj značilnimi aromami po sadju, cvetlicah, zeliščih. Pivovarska vrednost nove sorte je bila preizkušena v laboratorijih tako na IHPS, v slovenskih pivovarnah kot tudi v referenčnih mikropivovarnah v tujini in referenčnem pivovarskem inštitutu v Pragi in se že trži. Hmelj sorte Styrian Wolf daje pivu razločljiv, edinstven vonj in okus po tropskem sadju (pasjonka, mango, melona) ter zeliščih (limonska trava, mentol). Vzgoja novih sort hmelja je finančno pokrita v okviru Javne službe v hmeljarstvu na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, z zgoraj navedenim raziskovalnim projektom pa smo pridobili izredno pomembne podatke na znanstvenem, pridelovalnem in promocijskem (tržnem) segmentu. Styrian Wolf je v postopkih patentne zaščite na Community Plant Variety Office za EU območje, rastlinskega patenta za ZDA in pridobitev mednarodne blagovne znamke, medtem ko je evropska blagovna znamka bila podeljena nedavno. Interes po hmelju Styrian Wolfa se povečuje in posledično se večajo tudi njene površine v Sloveniji.





## Research Institute of Brewing and Malting. PLC

Brewing Institute Prague, Lípová 15, 120 44 Praha 2  
accredited by the Czech Accreditation Institute according to ČSN EN ISO/IEC 17025

---

### PILOT BREWING TRIALS WITH SLOVENIAN NEW HOP CULTIVARS FOR SLOVENIAN INSTITUTE OF HOP RESEARCH AND BREWING

#### FINAL REPORT

#### OBJECTIVE :

Pilot brewing tests of eight new breeding Slovenian hops.

#### PILOT PLANT EXPERIMENTS:

##### Raw materials:

Pale (Pilsner) malt. 8 hop samples delivered by Slovenia IHPS (listed below) and Citra hops, lager yeast strain no RIBM 95.

Brew No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hops code	74/134	81/54	214/61	273/128	105/220	102/44	30/96	109/180	Citra

##### Beer brewing technology:

Pilot brews (50 L) of all malt 12% pale lager beer were prepared according to Czech beer (Protected geographical indication) technology. Brews were kettle hopped, the dose was divided into three parts (1<sup>st</sup> dose: 30% of  $\alpha$ -acids at the start. 2<sup>nd</sup> dose: 50% of  $\alpha$ -acids dose after 30 min. 3<sup>rd</sup> dose: 20% of  $\alpha$ -acids dose 15 min. before the end of 90 min. atmospheric boil).

After primary fermentation, each brew was split to two parts (2 x 25 l), one part was dry hopped using the same hops as at kettle hopping. Dry hopping dose was 2 g / l and contact time of 3 days. Maturation takes 3 weeks, followed by filtration, bottling and pasteurization (20 PU).

## **Analyses :**

Analyses were carried out within the contracted range. Common analyses were performed according to EBC Analytics (Anonymous 2010) including bitterness (EBC 9.8). Essential oils in beer were determined by GC/MS method (RIBM K29). Sensory analysis of fresh and 3 months stored beer was carried out by certified panel of RIBM using two methods, descriptive method (ČEJKA et al. 2002) and bitterness lingering assessment (MIKYŠKA, ČEJKA 2013). Selected samples were simultaneously evaluated by the Slovenian panel during a visit to Prague.

## **RESULTS :**

### **Chemical analyzes:**

Results of basic chemical analysis of the beers are shown in Table 1 (kettle hopping) and Table 2 (kettle + dry hopping). Values of bitterness beers were in the positive or negative deviations from the target value 25 IBU. Utilization of alpha acids in the brewing process, iso-alpha acids yield, depends not only on time and temperature, but also on the type of hops. In an unknown raw material fine tuning the dose in the next brew is needed, which was not possible in this case. Another factor could be the partial oxidation of hop cones between harvest and batch. Bitterness values were about 1-2 units higher in dry hopped beers compared to kettle hopped beers.

Results of the determination of essential oils in beer are presented in Table 3 (kettle hopping) and Table 4 (kettle + dry hopping). Moreover, the results are visualized in Figures 1 and 2. The main substances (among 16 individuals quantified oils) whose contents in kettle hopped beers were of 10 and more  $\mu\text{g} / \text{L}$  were farnesol,  $\beta$ -farnesene, linalool and myrcene. Profile of essential oils in beer derived from individual hops was somewhat different.

For example, for samples of 30/96, 109/180 and 273/128 (about 40  $\mu\text{g} / \text{L}$ ) was found relatively high linalool contents, in sample 109/180 was relatively high content of myrcene (20  $\mu\text{g} / \text{L}$ ). The highest content of linalool and myrcene was sampled for Citra, 90 and 20  $\mu\text{g} / \text{L}$ , respectively. The highest total essential oil content was determined for samples 30/96, 109/180 and Citra.

For most dry hopped beers content significantly higher linalool, myrcene was observed compared to kettle hopped beers. The higher was also the content of some other essential oils, for example  $\beta$ -pinene, limonene and  $\alpha$ -terpineol. The highest linalool content was for samples 214/61 and Citra, myrcene content was highest for samples 109/180 and Citra. On the other hand, for all



samples the content of  $\beta$ -farnesene and farnesol was unchanged. The highest total essential oil content was determined for samples 109/180 and Citra, followed by the sample 214/61.

Table 1: Results of beer analyzes - kettle hopping

Brew No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Code		37406	37407	37408	37409	37410	37411	37412	37413	37414
Hop sample		74/134	81/54	214/61	273/128	105/220	102/44	30/96	109/180	Citra
Original gravity	% w	11.8	12.1	12.1	12.4	12.3	12.2	11.5	11.6	11.4
Alcohol by volume	% v	5.1	5.1	5.1	5.1	5.3	5.1	4.7	4.7	4.6
Alcohol by weight	% w	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	3.7	3.7	3.6
Apparent attenuation	%	80.8	79.8	78.9	77.2	80.0	78.2	77.0	76.9	76.7
Real attenuation	%	65.3	64.4	63.7	62.3	64.6	63.2	62.1	62.1	61.9
Bitterness	IBU	24	25	20	23	20	20	32	29	28

Table 2: Results of beer analyzes - kettle+dry hopping

Brew No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Code		37436	37437	37438	37439	37440	37441	37442	37443	37444
Hop sample		74/134	81/54	214/61	273/128	105/220	102/44	30/96	109/180	Citra
Original gravity	% w	12.3	12.1	12.3	12.5	12.4	12.3	11.6	11.6	11.4
Alcohol by volume	% v	5.3	5.1	5.1	5.1	5.3	5.1	4.7	4.7	4.6
Alcohol by weight	% w	4.1	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	3.7	3.7	3.6
Apparent attenuation	%	80.8	78.8	78.1	76.2	79.8	77.3	76.3	76.2	76.0
Real attenuation	%	65.2	63.6	63.0	61.5	64.5	62.4	61.6	61.5	61.4
Bitterness	IBU	26	26	22	24	21	21	33	31	29

Table 3 : Hop oils in beer ( $\mu\text{g/L}$ ) - kettle hopping

Brew No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
code	37406	37407	37408	37409	37410	37411	37412	37413	37414
hop sample	74/134	81/54	214/61	273/128	105/220	102/44	30/96	109/180	Citra
$\alpha$ -pinene	1.41	1.12	1.38	1.50	0.97	1.21	1.48	1.06	1.24
$\beta$ -pinene	0.21	0.23	0.19	0.28	0.16	0.29	0.14	0.12	0.26
myrcene	8.44	6.91	10.80	9.28	8.92	6.14	10.52	19.47	18.71
limonene	1.35	1.26	0.97	1.13	0.88	0.82	1.59	1.09	1.48
linalool	17.26	13.73	9.64	29.91	15.85	14.23	41.25	41.70	88.08
$\beta$ -karyophyllene	0.07	0.06	0.07	0.03	0.06	0.03	0.18	0.13	0.12
4-terpineol	0.44	0.27	0.25	0.54	0.26	0.28	0.50	0.72	1.47
$\beta$ -farnesene	25.18	18.71	16.07	15.45	16.34	14.95	19.04	13.77	13.25
$\alpha$ -humulene	0.94	0.68	0.75	0.72	0.68	0.53	1.25	0.89	0.72
$\alpha$ -terpineol	3.18	2.48	2.15	5.24	3.13	2.77	4.15	5.94	7.24
cis-geraniol	2.73	1.86	1.25	2.52	1.52	1.34	4.25	5.11	4.71
$\alpha$ -ionone	0.35	0.33	0.31	0.30	0.28	0.24	0.41	0.30	0.30
$\beta$ -ionone	0.27	0.25	0.28	0.25	0.30	0.33	0.35	0.29	0.29
$\alpha$ -irone	0.24	0.27	0.28	0.22	0.33	0.15	0.29	0.34	0.37
$\beta$ -karyophyllene epoxide	0.48	0.74	0.62	0.66	0.52	0.57	10.05	9.45	2.56
farnesol	55.04	47.05	51.25	46.02	42.70	43.73	67.00	61.87	55.60
Total hop oils	117.6	96.0	96.3	114.0	92.9	87.6	162.4	162.2	196.4

Table 4: Hop oils in beer ( $\mu\text{g/L}$ ) - kettle+dry hopping

Brew No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
code	37436	37437	37438	37439	37440	37441	37442	37443	37444
hop sample	74/134	81/54	214/61	273/128	105/220	102/44	30/96	109/180	Citra
$\alpha$ -pinene	2.33	1.20	2.94	1.20	1.23	1.18	1.74	1.64	0.84
$\beta$ -pinene	0.43	0.77	0.59	0.42	0.97	0.73	0.91	1.36	0.79
myrcene	18.07	14.00	25.73	18.64	22.90	9.78	23.60	80.66	48.76
limonene	2.81	1.90	2.05	2.09	1.52	1.51	2.66	2.31	2.04
linalool	62.40	14.99	116.39	76.82	57.52	43.31	74.18	69.56	103.55
$\beta$ -karyophyllene	0.07	0.06	0.10	0.09	0.07	0.04	0.11	0.19	0.25
4-terpineol	0.48	0.30	1.49	0.84	0.67	0.46	0.61	0.87	1.93
$\beta$ -farnesene	18.64	17.32	14.64	16.32	14.11	13.24	13.25	24.78	17.04
$\alpha$ -humulene	0.52	0.42	0.59	0.38	0.67	0.44	1.65	1.99	1.71
$\alpha$ -terpineol	5.47	3.44	8.60	7.31	5.24	3.93	4.44	6.20	7.83
cis-geraniol	3.80	3.63	3.28	2.57	2.24	1.63	4.01	5.38	5.31
$\alpha$ -ionone	0.22	0.31	0.19	0.17	0.17	0.13	0.20	0.22	0.19
$\beta$ -ionone	0.35	0.45	0.52	0.36	0.41	0.40	0.47	0.36	0.43
$\alpha$ -irone	0.29	0.32	0.44	0.26	0.32	0.24	0.39	0.41	0.32
$\beta$ -karyophyllene epoxide	0.74	0.70	1.00	0.94	0.89	0.65	14.74	10.85	5.11
farnesol	51.41	47.32	38.75	38.77	49.26	43.06	60.75	59.57	57.99
Total	168.0	107.1	217.3	167.2	158.2	120.7	203.7	266.4	254.1

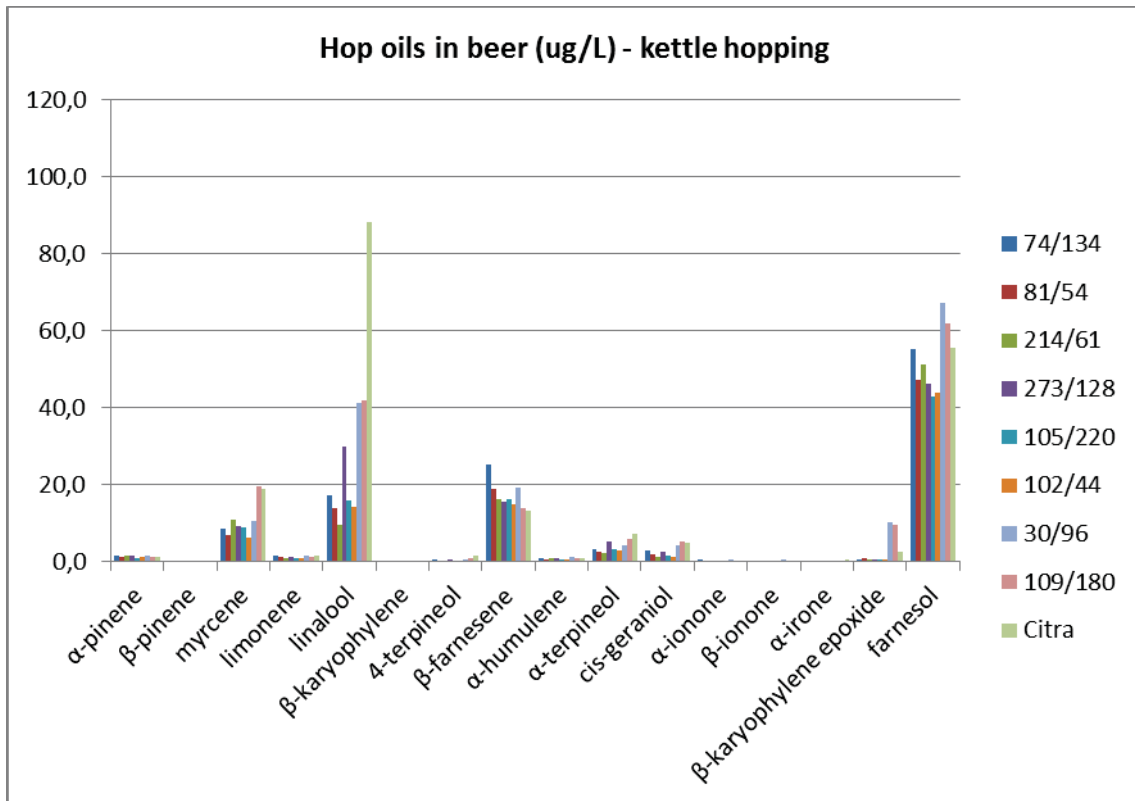


Fig 1: Hop oils in beer (μg/L) - kettle hopping

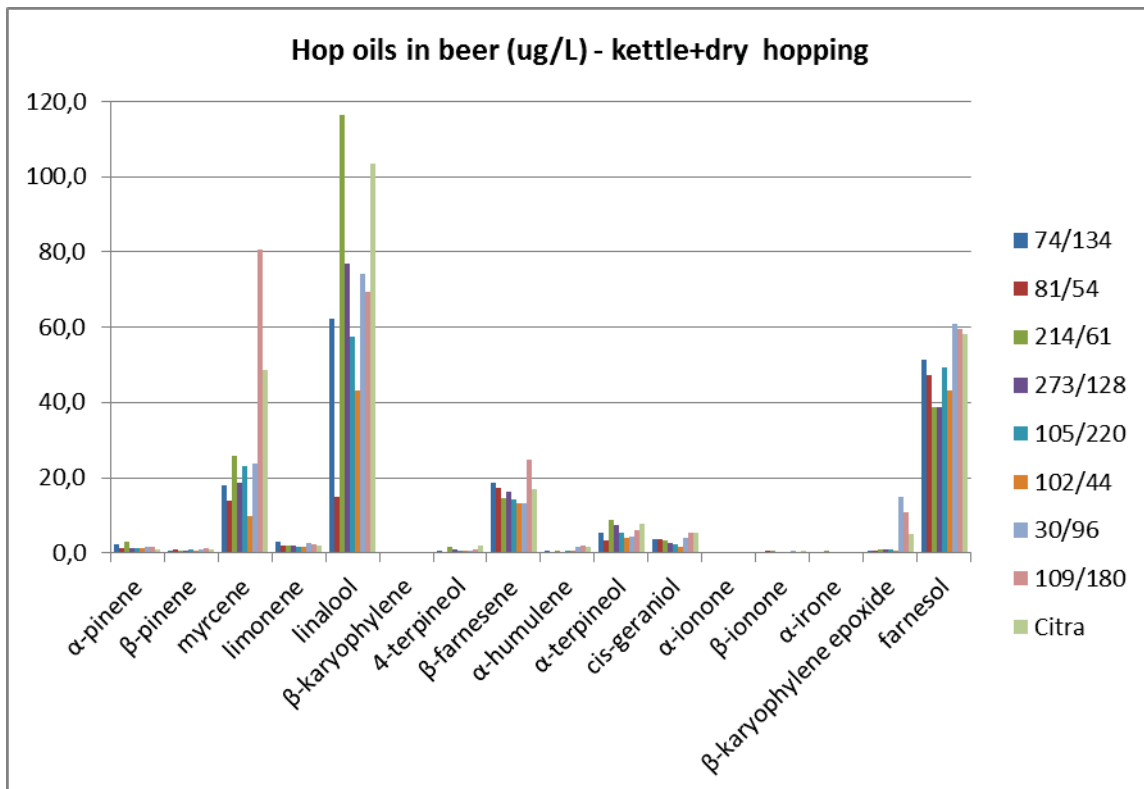


Fig 2: Hop oils in beer (μg/L) - kettle+dry hopping

### **Sensory analyses of the fresh beer:**

Results of sensory descriptive analysis of fresh beers are shown in Table 5 and 5a. Comparison of the overall impression of kettle hopped a of kettle + dry hopped beers is shown in Figure 3. Comparison of results of sensory evaluation of three brews (no. 1, 3 and 6), Czech and Slovenian panel indicated in the Tables 7.

The overall impression assessed was the best (score approx. 3) for both beers from the sample 214/61, kettle hopped beer from 81/54 and kettle + dry hopped beer from 74/134 samples. Score of both beers Citra was 3.4. Score of beers from other hops ranged from 3.5 to 4.5. The quality of all beers evaluated by the overall impression was to 4.5, and thus in the lower, the better half of the range (descending scale, 1-9 points). The overall impression of some (81/54, 105/220 and 102/44) dry hopped beers was worse than the kettle hopped beers, suggesting a lower suitability of these hops for dry hopping.

The intensity of the hoppy odour and taste (EBC Class 1, No. 0170) was generally higher in dry hopped beers. The determined sensory intensity of this descriptor correlated with the total content of essential oils in beer (0.700), and certain essential oils - linalool (0.751), myrcene (0.592)  $\alpha$ -terpineol (0.746), 4-terpineol (0.709),  $\beta$ -pinene (0.603)  $\beta$ -ionone (0.655) (Table 6).

The results of sensory evaluation of four of the six beers assessed by the Czech and Slovenian panel at a joint session were in line, beer and 3SL2 6SL1 had better rating in the Czech panel than those of the Slovenian panel.

Results of bitterness lingering assessment of the beers are shown in Table 8 (kettle hopping) and Table 9 (kettle + dry hopping). Figure 4 shows kettle hopped beer divided into two groups with comparable bitterness. Similarly, Figure 5 is designed for the kettle+dry hopped beers. From the results fast declining sensory bitterness in beer from a sample 81/54 is apparent. Dry hopping did not cause significant changes in the character of sensory bitterness of beers (see Tab. 6, 8 and 9). Results of bitterness lingering assessment of two beers assessed by the Czech and Slovenian panel at a joint session are summarized in Table 10 and in Fig. 6.

Table 5: Results of sensory analysis - descriptive method – fresh beer

Brew No.	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	37406	37436	37407	37437	37408	37438	37409	37439	37410	37440	37411	37441	37412	37442	37413	37443	37414	37444
Auxiliary code	1SL 1	1SL 2	2SL 1	2SL 2	3SL 1	3SL 2	4SL 1	4SL 2	5SL 1	5SL 2	6SL 1	6SL 2	7SL 1	7SL 2	8SL 1	8SL 2	9SL 1	9SL 2
Hop sample	74/134		81/54		214/61		273/128		105/220		102/44		30/96		109/180		Citra	
carbonation	2.3	2.6	2.9	2.7	2.0	2.2	2.9	2.2	2.8	2.0	2.3	2.0	2.9	1.4	2.3	2.2	3.0	2.9
body-fullness	2.9	2.9	2.8	2.9	3.0	2.9	2.9	3.1	2.9	2.7	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1
bitterness	2.8	2.5	2.6	2.6	2.4	2.6	2.6	2.8	2.7	2.7	2.4	2.5	3.1	2.8	2.8	2.7	3.1	3.4
bitterness-lingering	3.2	3.1	2.8	2.7	2.9	3.0	2.4	2.9	2.3	2.3	2.7	2.9	3.3	3.3	2.6	3.2	3.3	3.3
bitterness-character	2.4	2.2	2.3	2.4	2.0	1.9	2.6	2.6	2.1	1.7	1.9	2.3	3.2	3.2	2.8	2.9	2.4	2.5
astringency	1.2	1.0	1.4	1.4	0.9	0.7	1.4	1.2	1.4	1.1	0.6	1.2	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5	1.8
sweetness	2.0	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.4	2.1	2.2	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6
sourness	1.3	1.5	1.4	1.7	1.3	1.1	1.3	1.3	1.2	1.1	1.3	2.1	1.3	1.2	1.2	1.1	1.4	1.6
hoppy	1.2	1.9	1.1	2.2	1.5	2.4	1.9	2.3	1.9	2.4	1.9	1.6	1.7	2.2	1.8	2.3	2.3	2.8
fruity-esteric	2.0	2.3	1.4	1.8	2.3	2.0	1.6	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0
caramel				0.4	0.4									0.4			0.0	0.0
yeasty	0.4	0.4	0.4	0.3					0.6			0.4	0.4				0.6	0.6
perfume	0.7	0.7	0.4	0.6	0.6						0.7						0.4	1.0
oxidized/pasteration		0.4										0.8			0.4			
grainy																		
solvent-like									0.6				0.7	0.8				
syrup			0.4									0.6						
burnt													0.7	0.8				
diacetyl	1.0	0.9			0.7	0.5					0.4				0.6	0.6		0.5
pineapple										0.4								
milk-vanilla	0.4				0.4												0.4	0.9
floral					0.4	0.7												
spicy											0.4							1.0
citrusy																	1.1	1.6
earthy															0.4			
overall impression	3.5	3.1	2.9	3.9	2.9	3.1	4.1	3.6	3.9	4.4	3.7	4.7	4.1	4.3	4.2	3.7	3.4	3.4

1 - kettle hopping; 2 - kettle+dry hopping

descriptors: ascending scale of 0 (imperceptible) to 5 (very strong)

bitterness-character : scale 1 (soft) to 5 (harsh, lingering)

overall impression: descending scale of 1-9 (1 - excellent, 9 - undrinkable)

Table 5a: Results of sensory analysis - descriptive method. Flavors detected only by 40% or less of the panelists (statistically insignificant presence)

Auxiliary code	1SL1	1SL2	2SL1	2SL2	3SL1	3SL2	4SL1	4SL2	5SL1	5SL2	6SL1	6SL2	7SL1	7SL2	8SL1	8SL2
Hop sample	74/134		81/54		214/61		273/128		105/220		102/44		30/96		109/180	
nettle					yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
wild berries	yes	yes		yes			yes			yes						
citrusy	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
grep	yes	yes														
grassy	yes	yes		yes		yes	yes			yes	yes	yes				
raspberry						yes										
other-hoppy				yes			yes	yes	yes	yes						

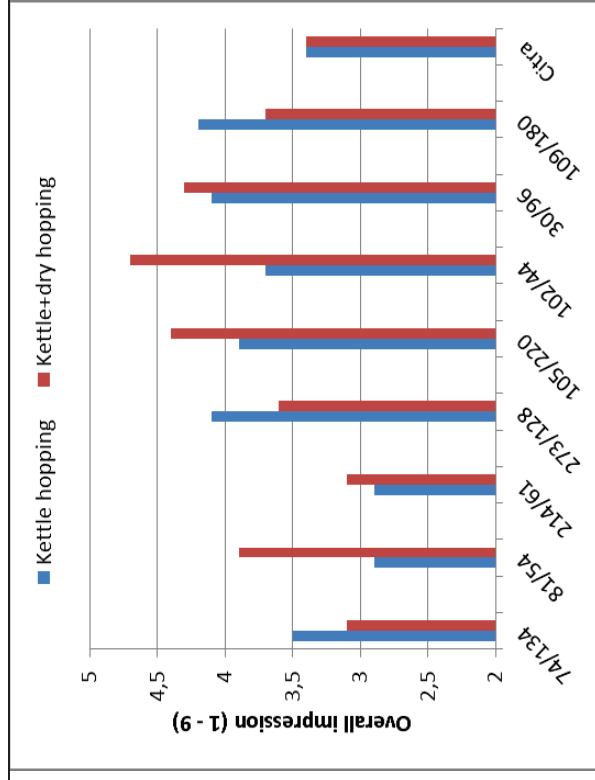


Fig. 3: Comparison of the the overall impression of kettle hopped and kettle+dry hopped beers.

Compound	Value
$\alpha$ -pinene	0,117
$\beta$ -pinene	0,604
myrcene	0,592
limonene	0,493
linalool	0,751
$\beta$ -karyophyllene	0,480
4-terpineol	0,709
$\beta$ -farnesene	-0,282
$\alpha$ -humulene	0,283
$\alpha$ -terpineol	0,746
cis-geraniol	0,493
$\alpha$ -ionone	-0,569
$\beta$ -ionone	0,655
$\alpha$ -irone	0,505
$\beta$ -karyophyllene epoxide	0,212
farnesol	-0,013
Total oil	0,700

Table 6  
significant at  $\alpha=0,01$

Table 7 Results of descriptive sensory evaluation by the Czech and Slovenian panels

Brew No.	Czech panel						Slovenian panel					
	1		3		6		1		3		6	
	37406	37436	37408	37438	37411	37441	37406	37436	37408	37438	37411	37441
Sample code	1SL 1	1SL 2	3SL 1	3SL 2	6SL 1	6SL 2	1SL 1	1SL 2	3SL 1	3SL 2	6SL 1	6SL 2
Auxiliary code	74/134		214/61		102/44		74/134		214/61		102/44	
Hop sample	2.3	2.6	2	2.2	2.3	2	3	2.2	2.6	2.2	2.4	1.8
carbonation	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3.2	2.4	3.2	2.2	2.8	2.4
body-fulness	2.8	2.5	2.4	2.6	2.4	2.5	2.4	2.2	2.2	2	2.4	2
bitterness	3.2	3.1	2.9	3	2.7	2.9	2.4	2.6	2.4	2.4	2.4	2.8
bitterness-lingering	2.4	2.2	2	1.9	1.9	2.3	0	0	0	0	0	0
bitterness-character	1.2	1	0.9	0.7	0.6	1.2	1.8	1.2	0.6	1.2	0.8	0.6
astringency	2	2	2.1	2.1	2.2	1.8	2.4	1.8	1.8	1.4	1.6	1.2
sweetness	1.3	1.5	1.3	1.1	1.3	2.1	1.8	1.6	1.2	1.4	1.4	1.4
sourness	1.2	1.9	1.5	2.4	1.9	1.6	2	2.2	2.4	2.2	2.2	1.8
hoppy	2	2.3	2.3	2	2	2	1.8	1.6	2.4	1.8	1.8	1.2
fruity-esteric	0	0	0	0	0	0	1.2	0.6	0.8	0.4	0	0.4
caramel	0.4	0.4	0	0	0	0.4	0	0.4	0	0	0	0
yeasty	0.7	0.7	0.6	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0
parfum	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0
oxidized/pasteration	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
corny	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0
syrup	0	0.4	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0
worty	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DMS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
moldy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
diacetyl	1	0.9	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sulphury	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
metal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
phenol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
floral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spicy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>overall impression</b>	<b>3.5</b>	<b>3.1</b>	<b>2.9</b>	<b>3.1</b>	<b>3.7</b>	<b>4.7</b>	<b>3.4</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>4.6</b>	<b>4.6</b>	<b>4.8</b>

descriptors: ascending scale of 0 (imperceptible) to 5 (very strong)

bitterness-character : scale 1 (soft) to 5 (harsh, lingering)

overall impression: descending scale of 1-9 (1 - excelent, 9 - undrinkable)

Tab. 8: Results of bitterness lingering assessment (Kettle hopping)

Brew No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Code	37406	37407	37408	37409	37410	37411	37412	37413	37414
Hop sample	74/134	81/54	214/61	273/128	105/220	102/44	30/96	109/180	Citra
before swallow (-10 sec)	2.3	2.1	2.4	2.0	2.2	2.0	2.4	1.8	2.3
0 sec	2.2	2.2	2.7	2.8	2.7	2.6	3.2	2.4	2.8
10 sec	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8	2.8	3.3	3.1	3.3
20 sec	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	3.1	2.7	3.0
30 sec	2.2	2.0	2.2	2.3	2.1	2.1	2.7	2.4	2.8
40 sec	2.0	1.8	2.1	1.9	2.0	1.8	2.2	2.0	2.1
50 sec	1.8	1.6	1.7	1.2	1.7	1.2	2.0	1.7	2.1
60 sec	1.3	1.1	0.8	1.1	0.9	1.0	1.6	1.4	1.1
90 sec	0.9	0.8	0.9	0.3	0.6	0.4	1.1	0.8	1.0
120 sec	0.3	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
bitterness-character 0 sec	1.4	2.2	2.2	2.1	2.0	1.8	2.8	2.6	2.6
bitterness-character 40 sec	1.7	2.2	2.2	1.9	1.9	1.4	2.6	2.5	2.5

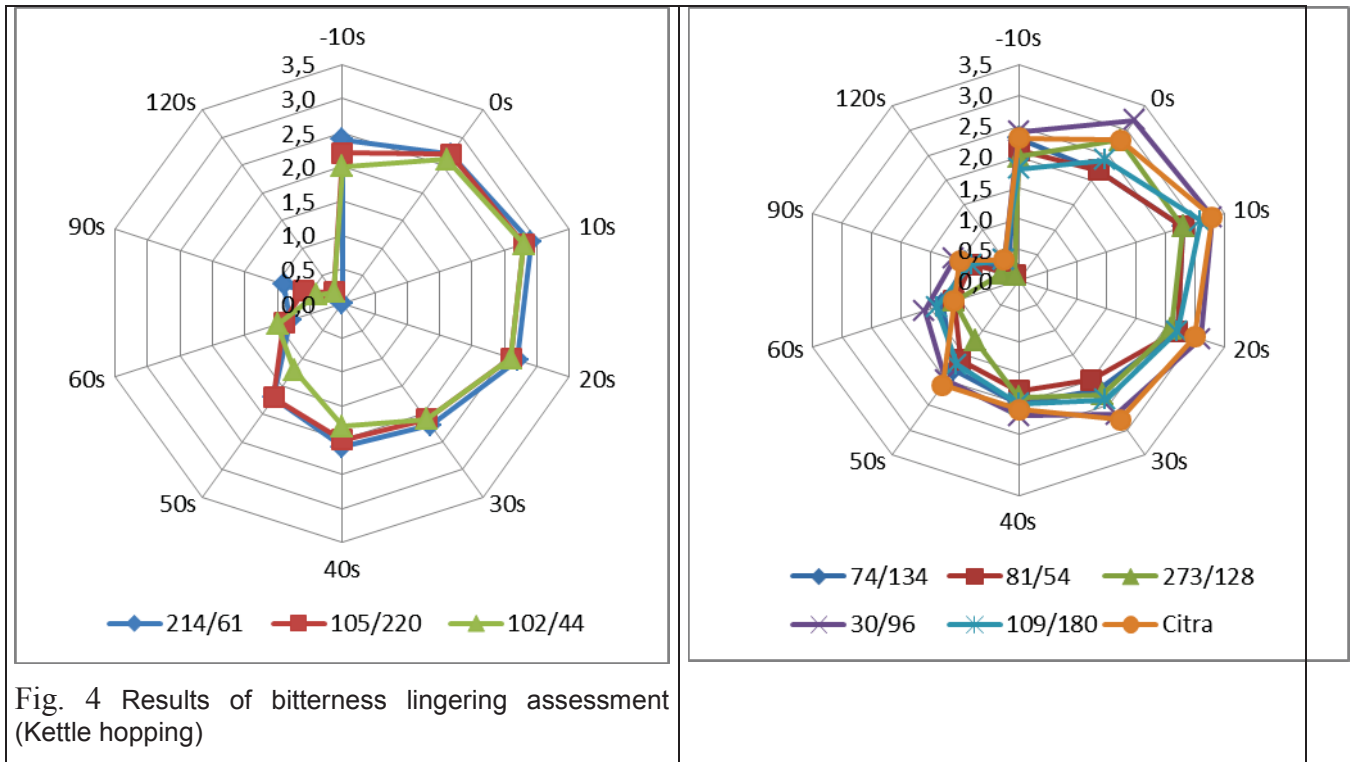


Fig. 4 Results of bitterness lingering assessment (Kettle hopping)



Tab. 9: Results of bitterness lingering assessment (Kettle hopping+dry hopping)

Brew No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Code	37436	37437	37438	37439	37440	37441	37442	37443	37444
Hop sample	74/134	81/54	214/61	273/128	105/220	102/44	30/96	109/180	Citra
before swallow (-10 sec)	2.3	2.3	2.4	2.2	2.4	2.3	2.1	2.0	2.5
0 sec	2.3	2.8	2.9	2.8	2.7	2.7	2.8	2.8	3.0
10 sec	2.9	2.3	2.9	3.1	2.6	2.8	3.2	3.2	3.3
20 sec	2.7	2.2	2.4	2.9	2.3	2.4	3.0	3.0	3.4
30 sec	2.6	2.0	2.1	2.6	2.1	2.1	2.7	2.8	2.8
40 sec	2.0	1.8	2.1	2.1	1.4	1.6	2.3	2.6	2.5
50 sec	1.9	1.4	1.7	2.0	1.3	1.3	2.3	2.1	2.1
60 sec	1.6	1.4	0.8	1.6	1.1	1.0	1.8	1.7	1.5
90 sec	1.0	0.8	0.9	0.8	0.4	0.5	1.1	1.2	1.1
120 sec	0.4	0.6	0.2	0.2	0.0	0.2	0.5	0.5	0.6
bitterness-character 0 sec	1.7	2.6	2.0	2.6	2.1	1.9	2.5	2.6	2.6
bitterness-character 40 sec	1.6	2.0	2.1	2.1	1.6	1.6	2.6	2.6	2.8

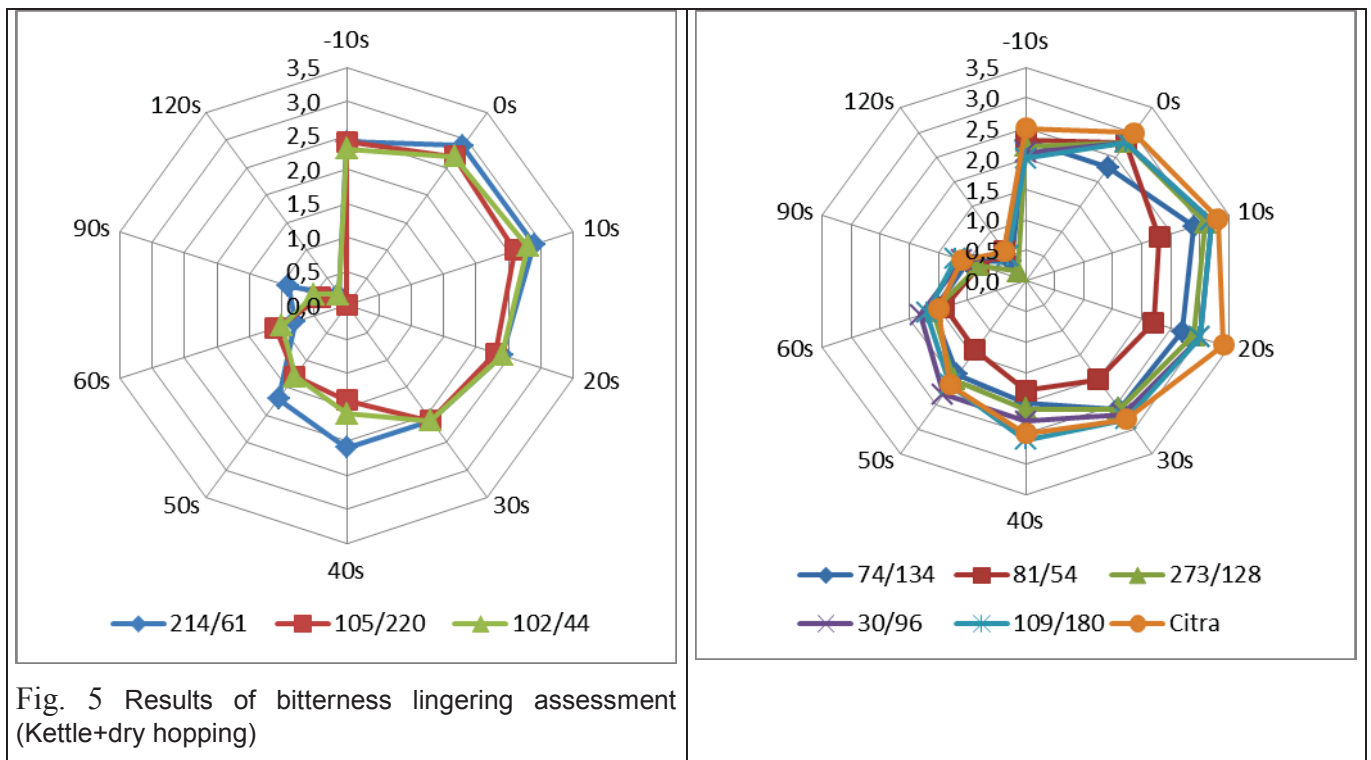
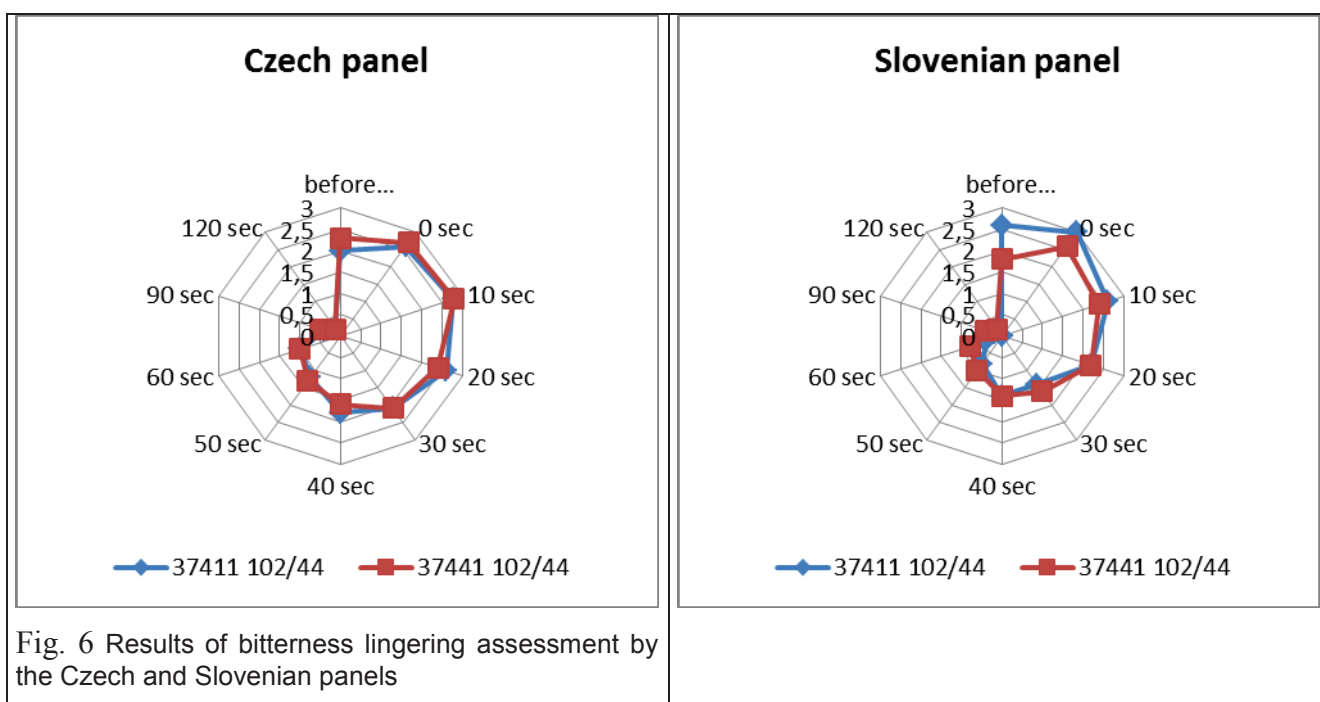


Table 10 Results of bitterness lingering assessment by the Czech and Slovenian panels

Brew No.	Czech panel		Slovenian panel	
	6	6	6	6
Code	37411	37441	37411	37441
Hop sample	102/44	102/44	102/44	102/44
before swallow (-10 sec)	2	2.3	2.6	1.8
0 sec	2.6	2.7	3	2.6
10 sec	2.78	2.8	2.60	2.4
20 sec	2.6	2.4	2.2	2.2
30 sec	2.1	2.1	1.4	1.6
40 sec	1.8	1.6	1.4	1.4
50 sec	1.2	1.3	0.8	1
60 sec	1	1	0.4	0.8
90 sec	0.4	0.5	0.2	0.4
120 sec	0.2	0.2	0	0.2
bitterness-character 0 sec	<b>1.8</b>	<b>1.9</b>		
bitterness-character 40 sec	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>		



### **Sensory analyses of the 3 months stored beer:**

Results of sensory descriptive analysis of fresh beers are shown in Table 11. Comparison of the overall impression of the fresh and aged kettle hopped beers and of the fresh and aged kettle + dry hopped beers are shown in Figures 7 and 8 respectively.

The overall impression of beers has changed between 0.6 and 2.3 points after 3 months of storage. For most of hops to reduce the intensity of hoppy flavor, except for samples of 30/96 and 109/180. Some samples (273/128, 105/220, 102/44 and Citra) were found very weak to weak odour and taste of oxidized, stale, after solvents. Sensory quality, overall impression, kettle hopped beers from hops 4/134, 81/54, 241/61 and 109/180 was virtually identical with beer Citra, remaining beer had a slightly lower evaluation. Dry hopped beers from samples of 105/220, 102/44 and 214/61 had a about 0.5 to 1.5 points lower evaluation than beer Citra.

Results of bitterness lingering assessment of the beers are shown in Table 12 (kettle hopping) and Table 13 (kettle + dry hopping). Figure 9 shows kettle hopped beer divided into two groups with comparable bitterness. Similarly, Figure 10 is designed for the kettle+dry hopped beers. Dry hopping shifted bitterness character of some samples (273/12, 105/220) for slightly less soft bitterness.

Table 11: Results of sensory analysis - descriptive method –beer after 3 months of storage

Brew No.	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Sample code	37406	37436	37407	37437	37408	37438	37409	37439	37410	37440	37411	37441	37412	37442	37413	37443	37414	37444
Auxiliary code	1SL1	1SL2	2SL1	2SL2	3SL1	3SL2	4SL1	4SL2	5SL1	5SL2	6SL1	6SL2	7SL1	7SL2	8SL1	8SL2	9SL1	9SL2
Hop sample	74/134		81/54		214/61		273/128		105/220		102/44		30/96		109/180		Citra	
carbonation	2.5	2.3	2.1	2.2	2.4	2.1	2.3	2.3	2.3	1.9	2.2	1.9	2.5	1.8	2.2	2.1	2.6	2.9
body-fulness	2.7	2.9	2.8	2.7	2.7	2.3	2.6	2.3	2.5	2.0	2.5	2.3	2.8	2.9	2.8	2.8	2.8	2.9
bitterness	2.6	2.5	2.3	2.7	2.2	2.2	2.1	2.4	2.3	2.2	2.3	2.2	2.8	2.7	2.5	2.2	2.9	3.2
bitterness-lingering	2.1	2.5	2.1	2.2	2.0	2.0	1.8	2.0	2.1	1.9	2.2	2.3	3.3	3.3	2.6	3.2	2.6	2.8
bitterness-character	2.5	2.6	2.5	2.6	2.1	2.2	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.5	3.2	3.2	2.8	2.9	2.9	2.7
astringency	1.4	1.5	1.8	1.6	1.4	1.4	1.8	1.7	1.7	1.8	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.6	1.8
sweetness	1.9	2.4	2.3	1.8	2.5	2.5	2.3	2.0	1.7	2.0	1.8	2.2	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.7
sourness	0.9	1.0	1.0	1.5	1.3	1.2	1.8	2.0	2.1	1.9	1.8	2.1	1.3	1.2	1.2	1.1	2.3	2.0
hoppy	0.8	0.8	0.7	1.1	1.0	1.6	0.4	0.8	0.8	0.5	0.4	0.8	1.7	2.2	1.8	2.3	1.0	1.2
fruity-esteric	1.2	1.9	1.0	1.5	1.5	1.6	1.6	1.3	1.4	1.6	1.5	1.3	1.9	1.8	1.8	1.8	1.3	1.4
caramel														0.4				
yeasty	0.5												0.4				0.6	
parfum						0.8						0.6					0.6	0.9
oxidized/pasteration	0.8					0.3	1.2	1.0	1.5	1.3	1.3	1.2			0.4		0.6	0.5
grainy																		
syrup				0.4			1.1	0.8	0.6	0.9	0.8	1.0	0.7	0.8			0.4	0.4
DMS													0.7	0.8	0.6			
solvent-like		0.4				0.6	0.7	0.4	0.7	0.8	0.6	0.9			0.6	0.6		
moldy																		0.4
diacetyl	1.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6												
burnt	0.5	0.5	0.6		0.5		0.6		0.4	0.5	0.5	0.5					0.8	0.7
stale	0.4		0.4				1.5	1.3	1.0	1.8	1.1	1.1	0.8	0.9	0.7	0.5	1.0	1.2
metallic	0.6		0.6	0.4	0.7	0.6	0.7	0.5			0.8	0.6						
citrusy				0.3		0.4												0.5
<b>overall impression</b>	<b>5.0</b>	<b>5.1</b>	<b>5.0</b>	<b>4.5</b>	<b>4.9</b>	<b>5.8</b>	<b>5.7</b>	<b>5.6</b>	<b>5.5</b>	<b>6.7</b>	<b>5.6</b>	<b>6.3</b>	<b>5.4</b>	<b>5.3</b>	<b>4.9</b>	<b>5.1</b>	<b>5.2</b>	<b>5.1</b>

1 - kettle hopping; 2 - kettle+dry hopping

descriptors: ascending scale of 0 (imperceptible) to 5 (very strong)

bitterness-character : scale 1 (soft) to 5 (harsh. lingering)

overall impression: descending scale of 1-9 (1 - excelent. 9 - undrinkable)

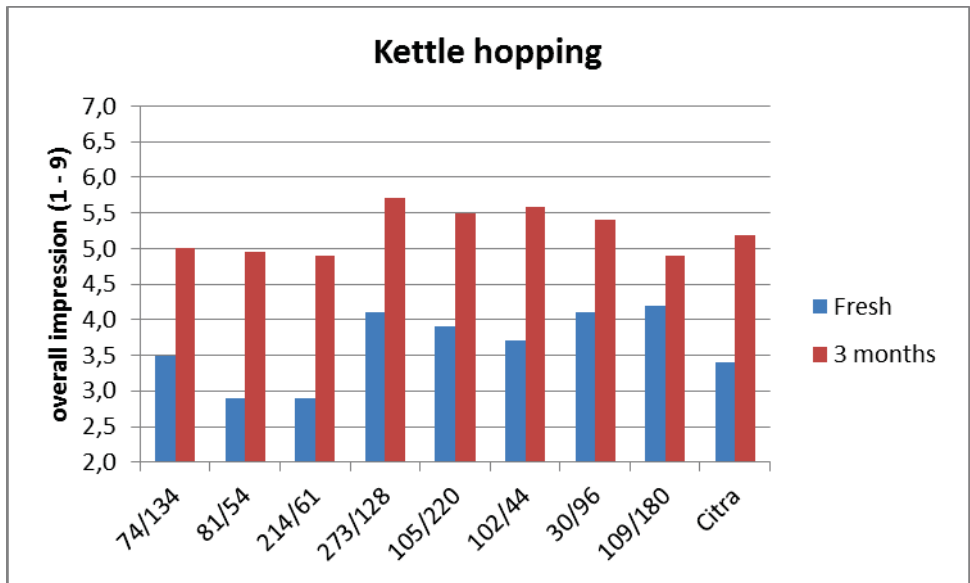


Fig. 7 Comparison of overall impression of fresh and aged beera – kettle hopping

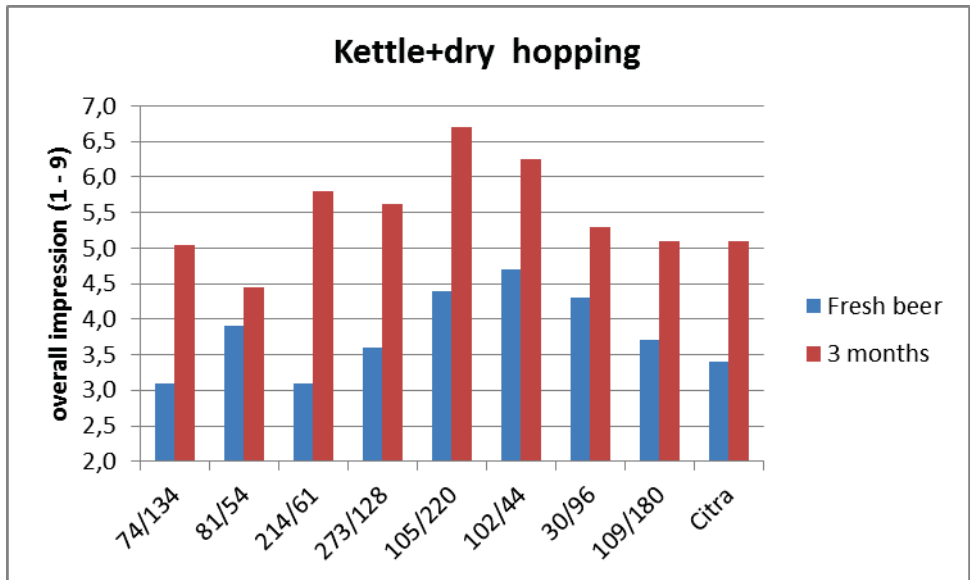


Fig. 8 Comparison of overall impression of fresh and aged beera – kettle+dry hopping

Table 12: Results of bitterness lingering assessment (Kettle hopping) - 3 months of storage

Brew No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Code	37406	37407	37408	37409	37410	37411	37412	37413	37414
Hop sample	74/134	81/54	214/61	273/128	105/220	102/44	30/96	109/180	Citra
before swallow (-10 sec)	1.6	1.8	1.9	1.5	1.7	1.8	1.9	1.7	2.3
0 sec	2.4	2.4	2.1	2.1	2.3	2.6	2.3	2.1	3.0
10 sec	2.6	2.3	2.5	2.3	2.7	2.7	2.5	2.5	3.0
20 sec	2.5	2.2	2.2	2.0	2.5	2.4	2.1	2.2	2.5
30 sec	2.0	1.6	2.0	1.9	2.1	2.0	1.5	1.9	2.0
40 sec	1.8	1.5	1.6	1.6	1.8	1.6	1.5	1.8	2.0
50 sec	1.2	1.2	1.2	1.1	1.4	1.3	1.0	1.5	1.5
60 sec	1.0	1.0	0.7	0.8	1.3	1.2	0.9	1.1	1.0
90 sec	0.5	0.3	0.5	0.3	0.8	0.8	0.3	0.5	0.5
120 sec	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	0.6	0.0	0.2	0.1
bitterness-character 0 sec	2.5	2.4	2.0	2.3	2.3	2.6	2.5	2.3	2.5
bitterness-character 40 sec	2.3	2.0	2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.1	2.6

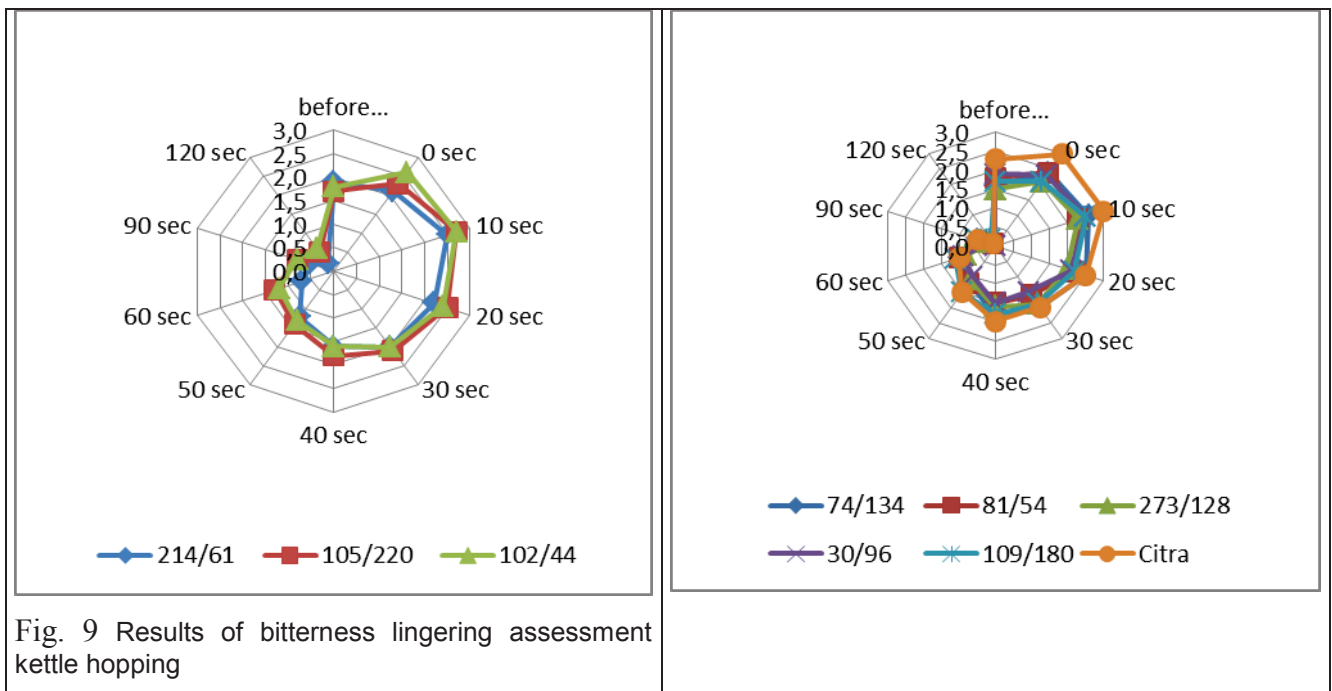


Fig. 9 Results of bitterness lingering assessment kettle hopping

Table 13: Results of bitterness lingering assessment (Kettle +dry hopping) - 3 months of storage

Brew No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Code	37436	37437	37438	37439	37440	37441	37442	37443	37444
Hop sample	74/134	81/54	214/61	273/128	105/220	102/44	30/96	109/180	Citra
before swallow (-10 sec)	1.9	1.7	1.9	1.8	1.7	1.8	1.8	1.9	2.4
90 sec	2.7	2.6	2.1	2.6	2.1	2.4	2.6	2.6	3.0
0 sec	2.7	2.9	2.3	2.5	2.3	2.5	3.1	3.0	3.1
10 sec	2.6	2.8	2.0	2.4	2.2	2.1	3.0	3.1	2.7
20 sec	2.3	2.2	1.8	1.8	1.8	1.9	2.2	2.5	2.2
120 sec	1.8	2.2	1.5	1.7	1.5	1.6	1.7	2.2	2.0
30 sec	1.3	1.7	1.4	1.1	1.2	1.4	1.5	1.4	1.6
40 sec	1.1	1.4	0.9	1.0	1.0	1.3	1.1	1.2	0.9
50 sec	0.8	0.8	0.6	0.5	0.7	0.9	0.4	0.6	0.3
60 sec	0.1	0.2	0.4	0.2	0.3	0.7	0.0	0.3	0.0
bitterness-character 0 sec	2.4	2.6	2.2	2.5	2.7	2.3	2.6	2.4	2.4
bitterness-character 40 sec	2.3	2.6	2.1	2.2	2.3	2.2	2.2	2.1	2.3

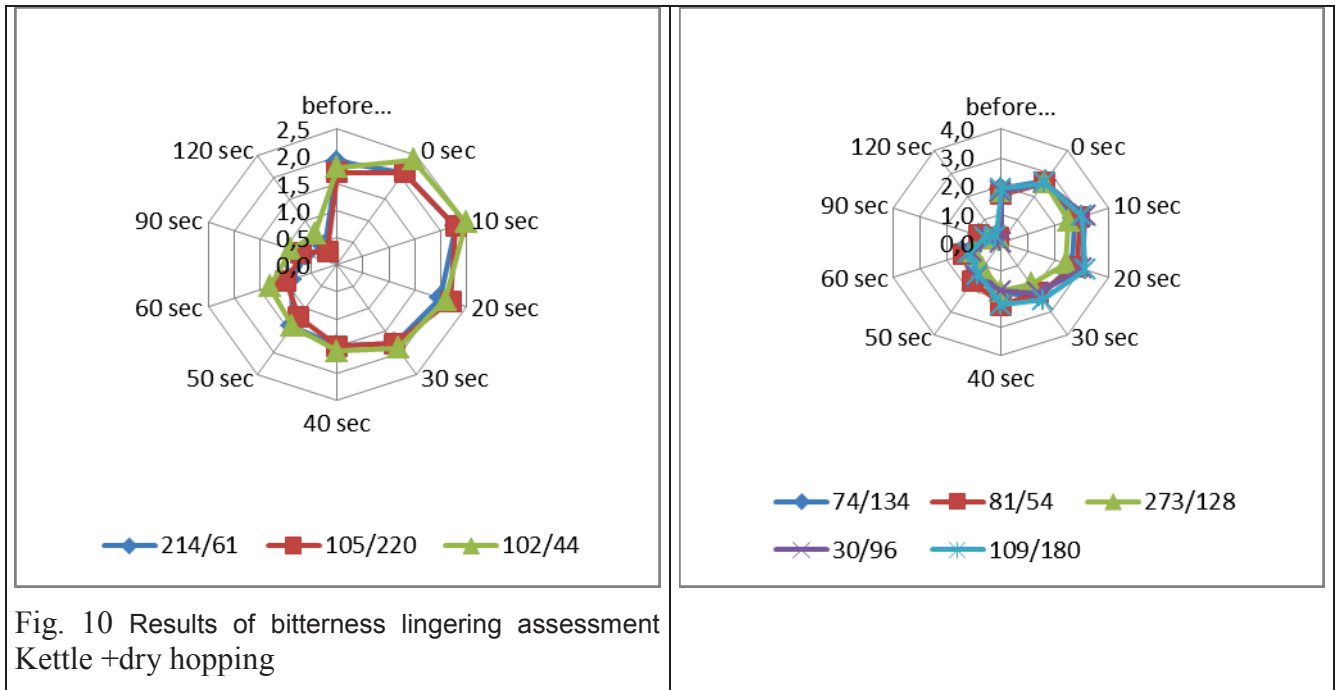


Fig. 10 Results of bitterness lingering assessment Kettle +dry hopping

## REFERENCES

ANONYMUS (2010): Analytica EBC, European Brewery Convention, Carl-Hans Verlag, Nürnberg.

ČEJKA, P., KELLNER, V., ČULÍK, J., HORÁK, T, JURKOVÁ, M. (2002): Modern Methods of Evaluating the Results of Sensory Analysis. Kvasny Prum., **48** (5): 114-119.

MIKYŠKA, A., ČEJKA, P. (2013): Determination of Sensorial Bitterness of Beer. Certified methodology, RIBM Prague, ISBN 978-80-86576-59-6.

**Author :** Ing. Alexandr Mikyška