



Inštitut za hmeljarstvo
in pivovarstvo
Slovenije

UTJECAJ STAROG HMELJA NA SENZORSKA SVOJSTVA PIVA PRILIKOM KETTLE I DRY HOPPINGA

INFLUENCE OF AGED HOPS ON KETTLE AND DRY HOPPED BEERS QUALITY

Iztok Jože Košir, Ksenija Rutnik, Miha OCVIRK

2. stručni skup S pivarima, za pivare '24, Karlovac, 2024

Uvod

- Lupulin sadrži hmeljne smole i esencijalna ulja – najvažnije sastojke hmelja.
- Uz hmeljne smole i esencijalnog ulja, važan je parametar HSI. (indeks starenja hmelja)
- Utjecaj na kvalitetu hmelja: uvjeti uzgoja, sorta, temperatura sušenja, vrijeme čekanja od berbe do sušenja, vlažnost hmelja, proces peletiranja i **način skladištenja**.
- Može se skladištiti na različitim temperaturama, pod različitim atmosferama i pod različitim pristupom svjetlosti → utjecaj na sadržaj alfa-kiselina, beta-kiselina, esencijalnog ulja, sastav i vrijednost HSI → utjecaj na kvalitetu piva.
- U prošlosti su praćeni parametri kvalitete hmelja u različitim sortama, pod različitim uvjetima, u obliku češaraka i briketa.
- Utjecaj svježine hmelja na kemijska i senzorska svojstva piva (aroma i gorčina) pri dva različita postupka hmeljenja; tradicionalno i dry hopping.



Kemijski sastav

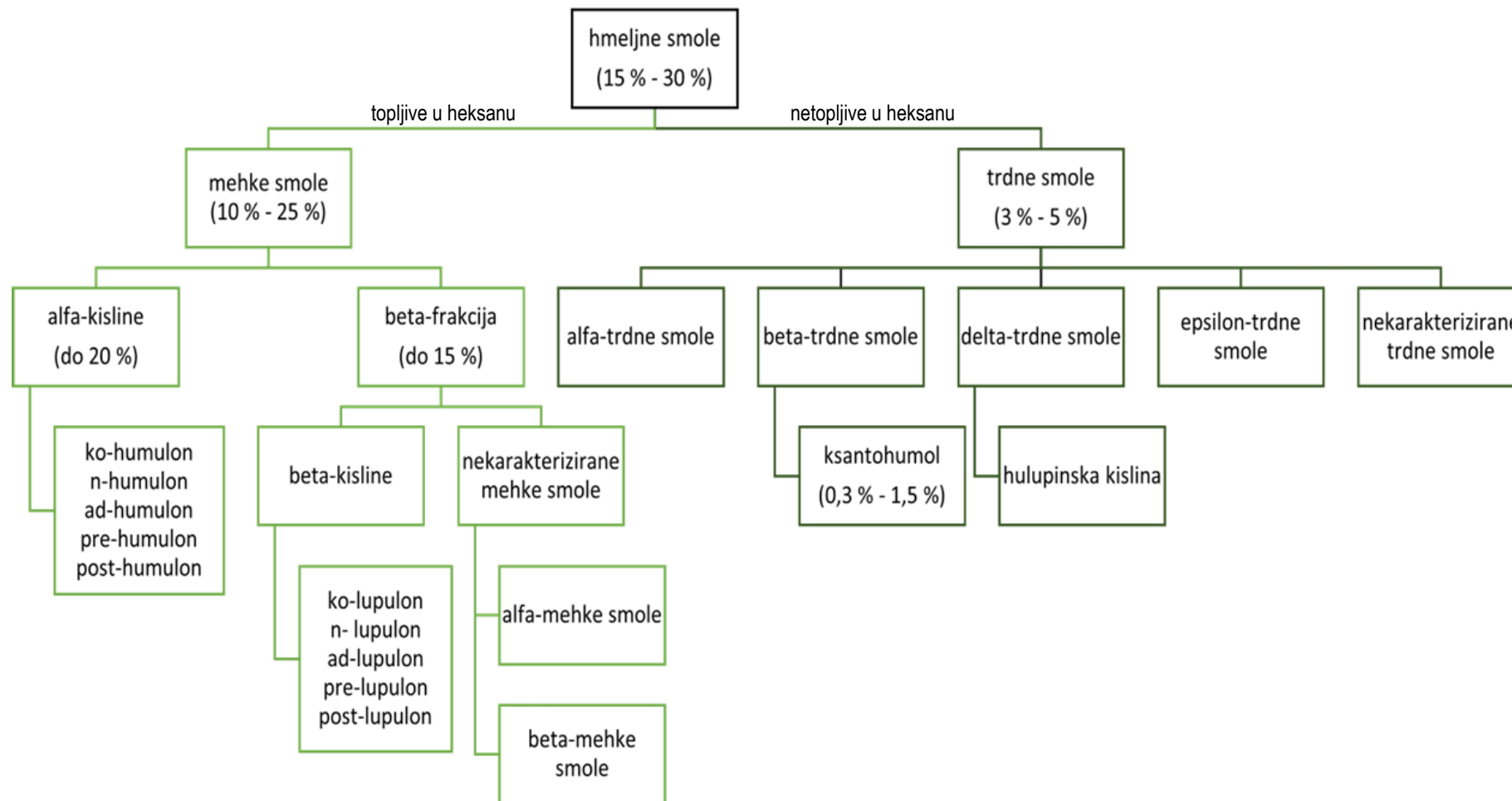


Šišarke hmelja: smole hmelja, esencijalna ulja, proteini, polifenoli, monosaharidi, pektini, voskovi, steroidi, minerali, voda i celuloza.

Kemijski sastav



Šišarke hmelja: **smole hmelja**, esencijalna ulja, proteini, polifenoli, monosaharidi, pektini, voskovi, steroidi, minerali, voda i celuloza.

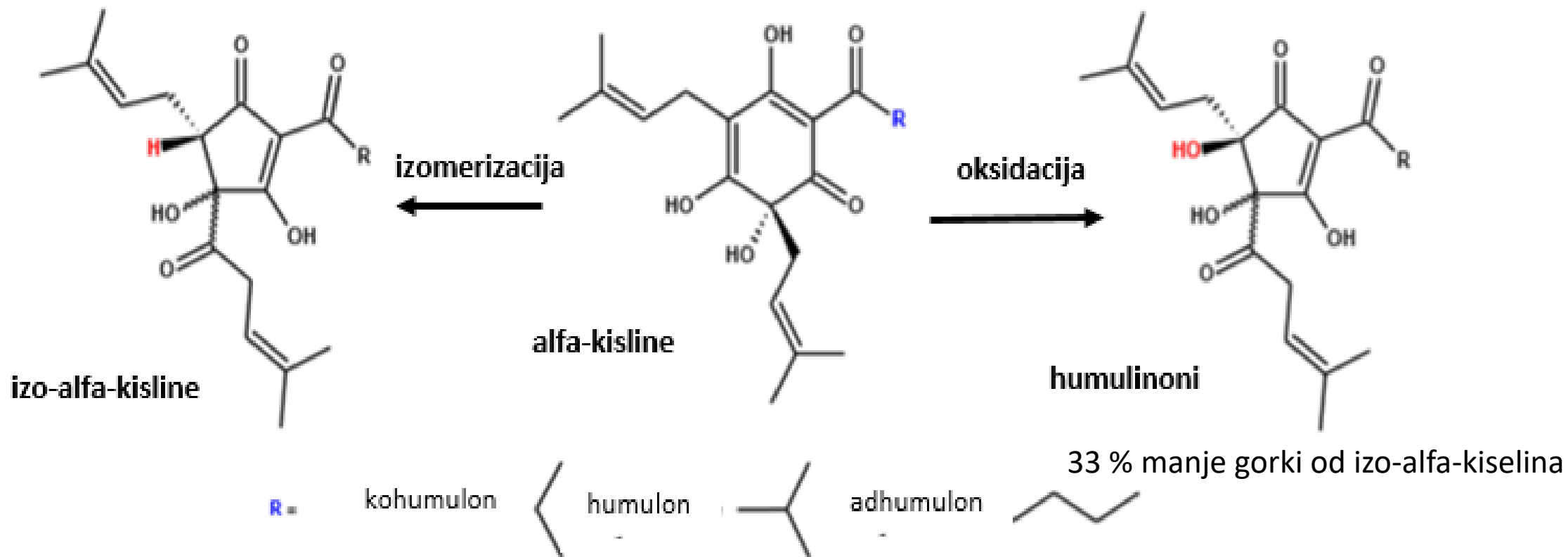


Alfa-kiseline (humuloni)



Najvažnije komponente u hmelju;

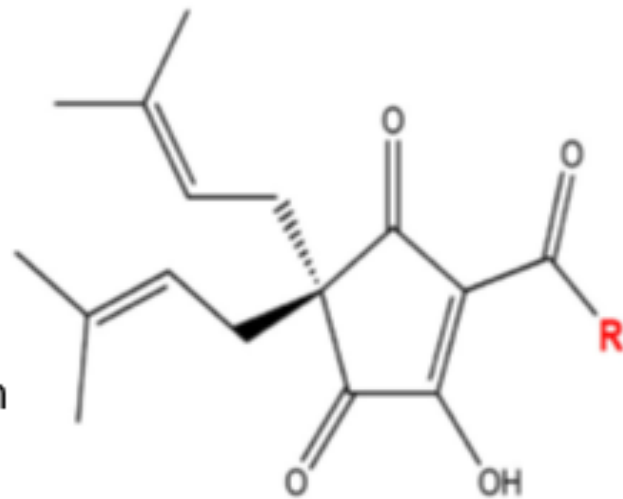
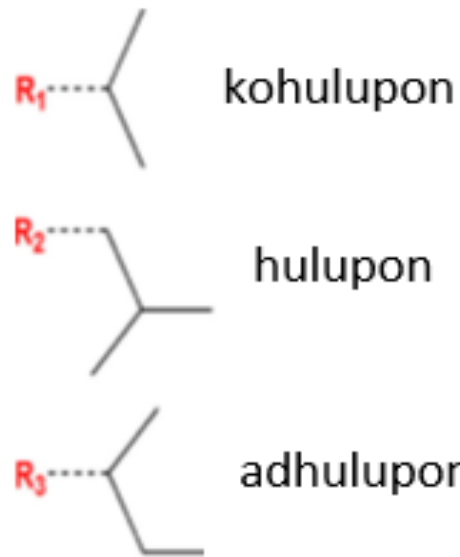
- pridonose gorčini piva,
- mogu odrediti cijenu hmelja.



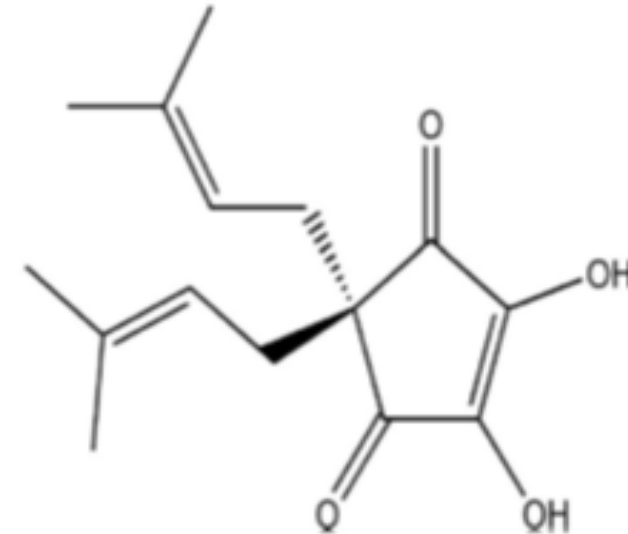
Beta-kiseline (lupuloni)



- 5 analoga - lupuloni
- ne izomeriziraju
- antimikrobni učinci
- veoma podložni oksidaciji, produkti su huluponi



26 % manj gorki od izo-alfa-kiselina

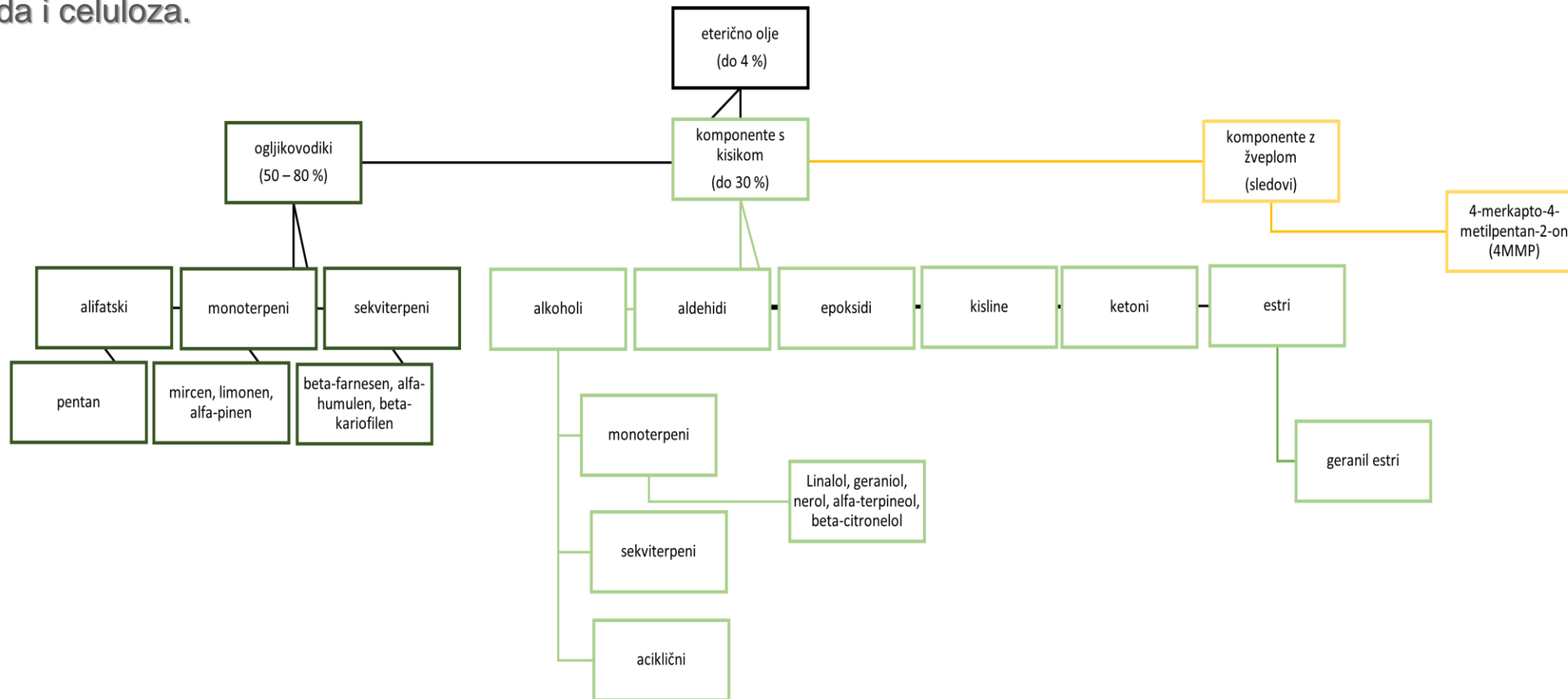


hulupinska kislina

Esencijalno ulje



Šišarke hmelja: smole hmelja, ESENCIJALNA ULJA, proteini, polifenoli, monosaharidi, pektini, voskovi, steroidi, minerali, voda i celuloza.



Esencijalno ulje formira aromu piva

Ovisno o sastavu esencijalnog ulja, pivu se može dodati nekoliko različitih aroma: voćna, citrusna, biljna, cvjetna, tipična aroma hmelja

INDEKS STARENJA HMELJA - HSI

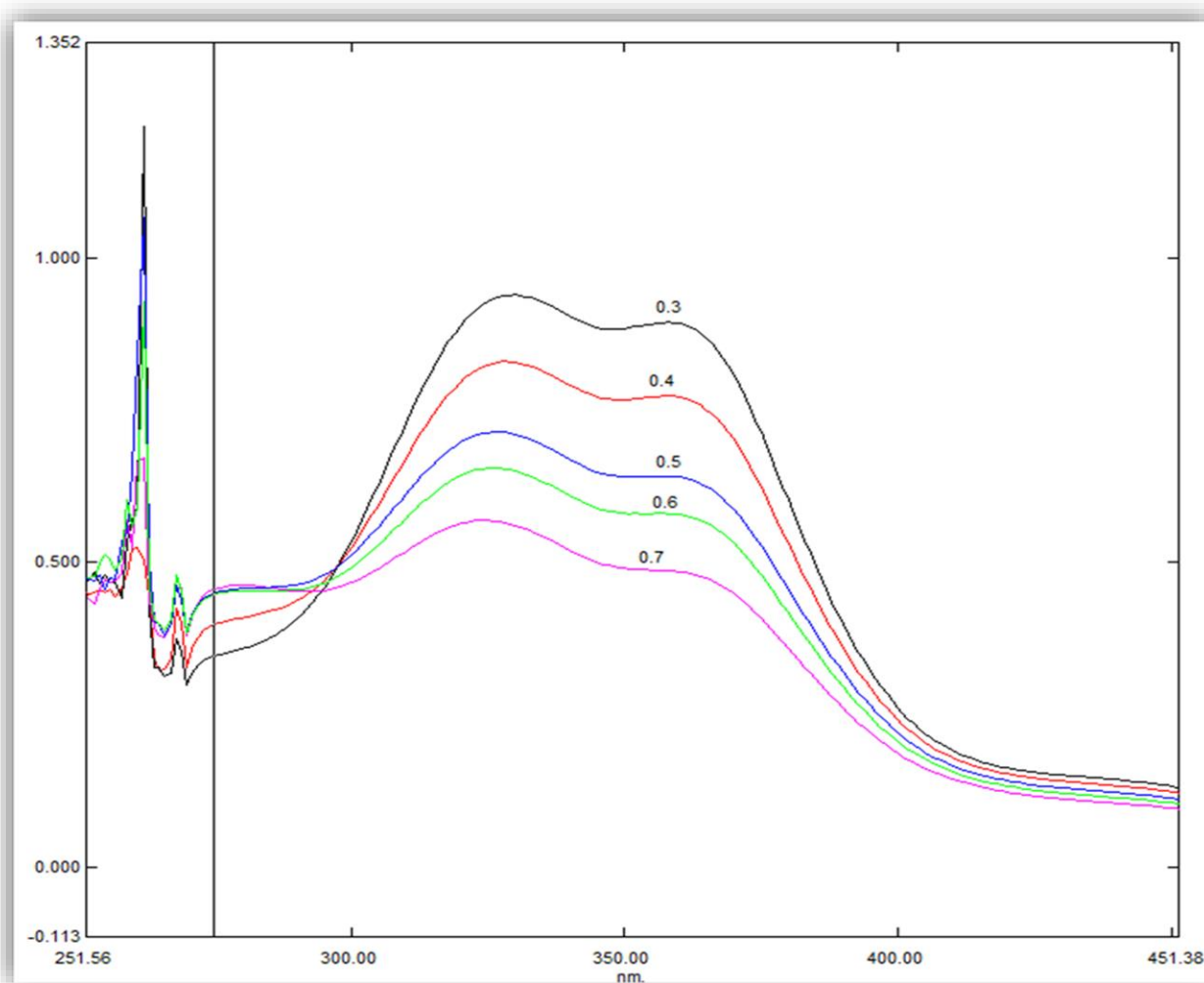


- pokazatelj stopena oksidacije alfa- in beta-kiselina
- predstavlja omjer između produkata oksidacije kiselina i između kiselina (A_{275}/A_{325})

Kategorizacija hmelja prema vrijednosti indeksa starenja hmelja.

Kategorija hmelja	Indeks starenja hmelja (HSI)
svjež	< 0,32
malo ostario	0,33 – 0,40
star	0,40 – 0,50
vrlo star	0,51 – 0,60
prestar	> 0,61

- vrijednost je rezultat cjelokupnog rukovanja hmeljem od berbe do skladištenja, a ne samo starosti



Promjene kemijskog sastava tijekom starenja

6 različitih sorti, u obliku češarka i briketa



hranjenje kod **četiri** različita načina

hladionica, 4 °C

aerobni

anaerobni

sobna temperatura

aerobni

anaerobni



Mjesečno praćenje alfa-, beta-kiselina, esencijalnog ulja, sastave esencijlanog ulja i HSI

HPLC

destilacija sa vodenom parom

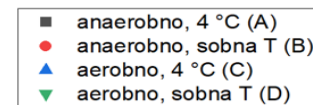
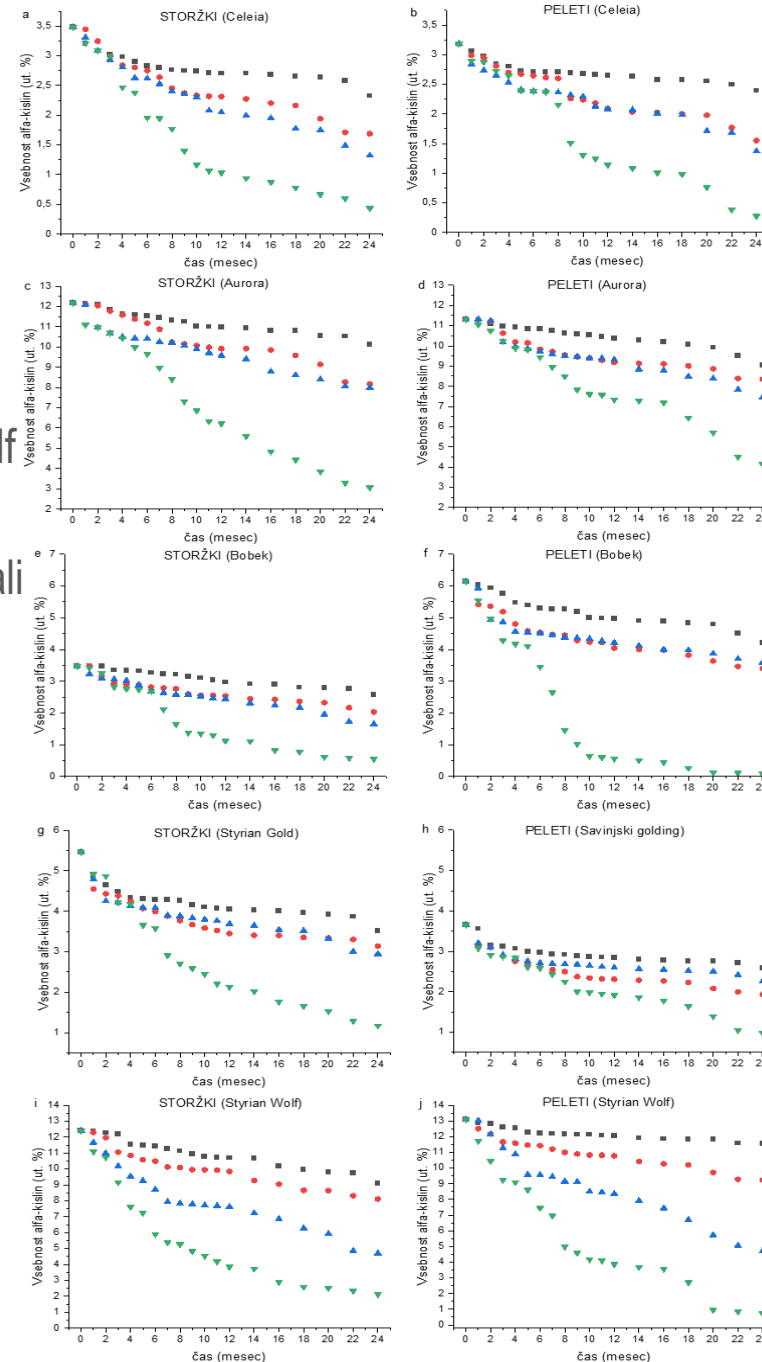
GC

UV - VIS

Alfa-kiseline



- Najbolje skladištenje - uvjeti A → 11% - 35% gubitka
- Pod uvjetima D, gubitak alfa-kiselina je 74% - 99%
- Uvjeti B i C vrlo su usporedivi, posebno u prvim mjesecima, izuzetak; Styrian Wolf → vrlo osjetljiva sorta na kisik
- Razlika između češarka i peleta nakon dvije godine - NIJE STATIČKI BITNO, mali pokazatelj da su peleti stabilniji



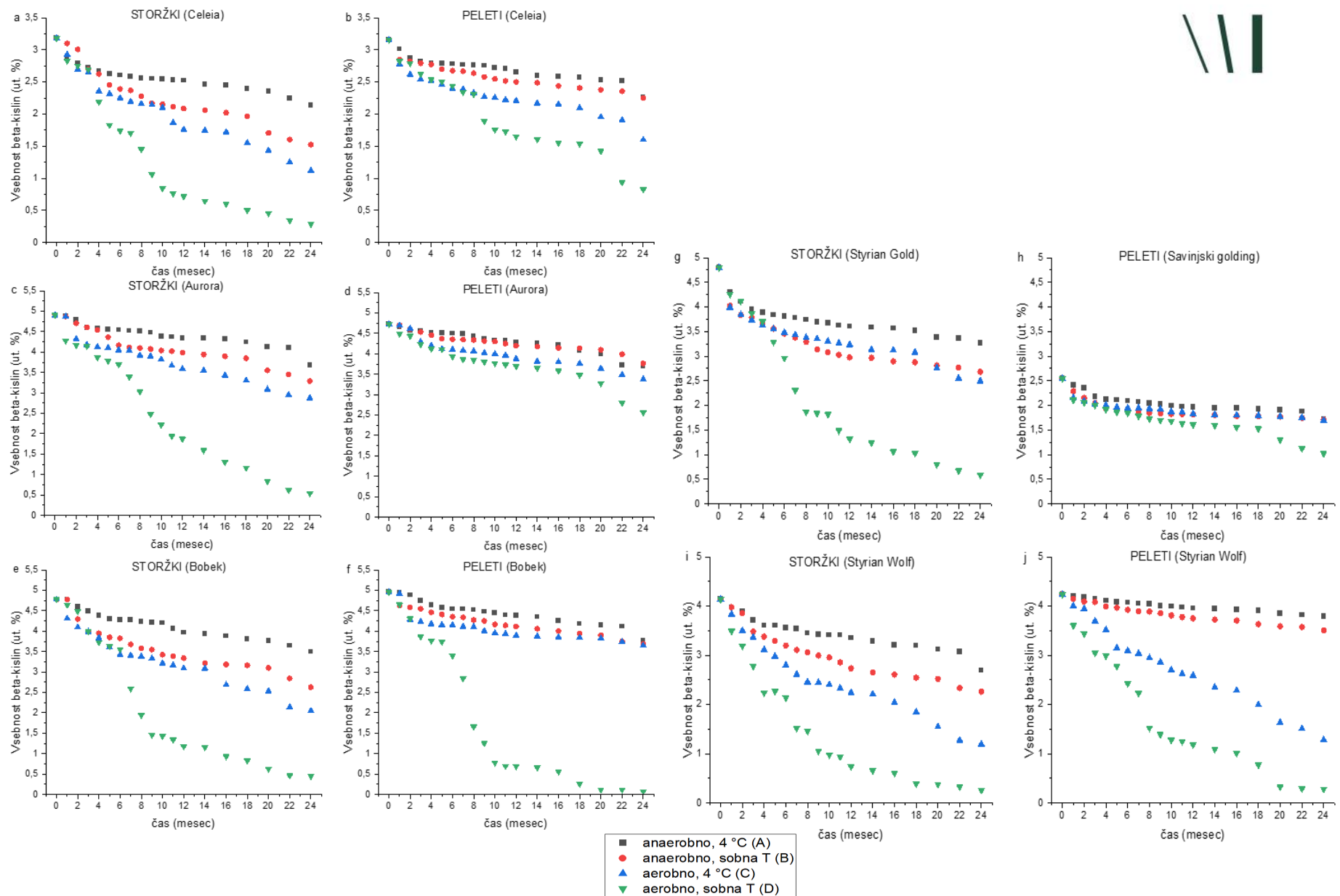
pogoji skladištenja	sorta	oblika hmelja	izguba alfa-kislin [%]
anaerobni pogoji, 4 °C	Celeia	storžki	33,3 ± 0,8
	Celeia	peleti	24,8 ± 0,6
	Aurora	storžki	16,8 ± 0,4
	Aurora	peleti	20,1 ± 0,5
	Bobek	storžki	26,1 ± 0,6
	Bobek	peleti	31,7 ± 0,8
	Styrian Wolf	storžki	26,8 ± 0,7
	Styrian Wolf	peleti	11,8 ± 0,3
	Styrian Gold	storžki	35,5 ± 0,9
	Savinjski golding	peleti	29,0 ± 0,7

Promjena sadržaja alfa-kiselina tijekom dvije godine u svim kulivarima i svim uvjetima

Beta-kiseline



- Za razliku od alfa-kiselina, beta-kiseline su statistički postojanije u peletima nego u češarcima
- Usporedba pod uvjetima A, dvije godine:
 ČEŠARCI (25% - 35% gubitka),
 PELETI (11% - 33% gubitka)
- Uvjeti B i C manje su usporedivi nego za alfa-kiseline; veći gubici skladištenja pod C uvjetima
- Uvjeti D; češarci su izgubili više od 88% beta-kiselina, u slučaju peleta gubitak više ovisi o sorti;
 - Aurora najstabilnija, Bobek najmanje

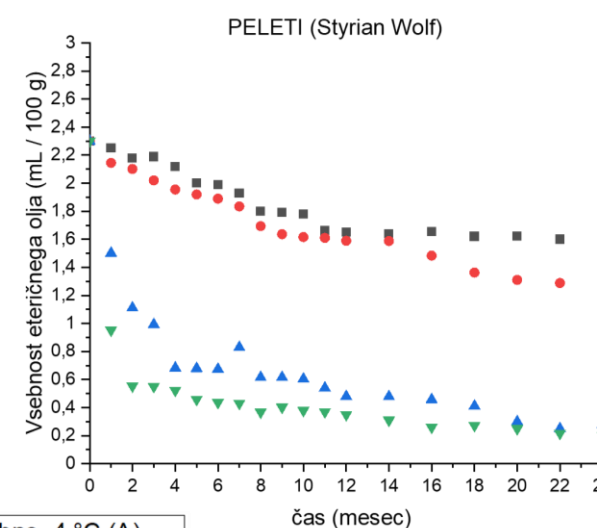
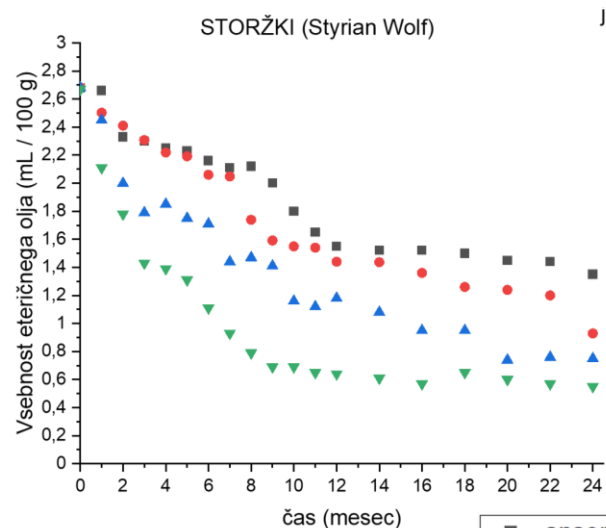
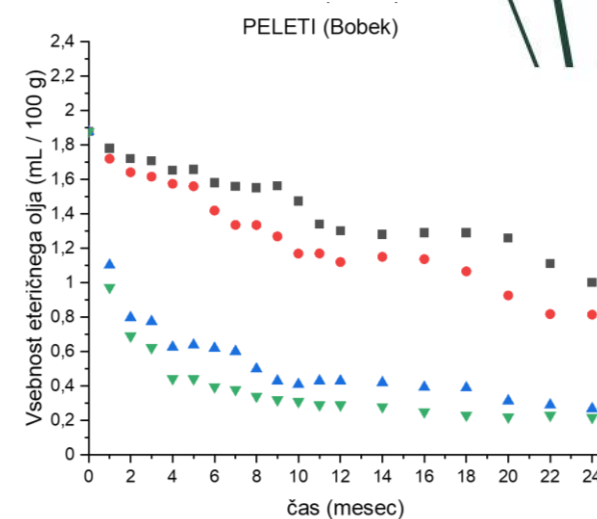
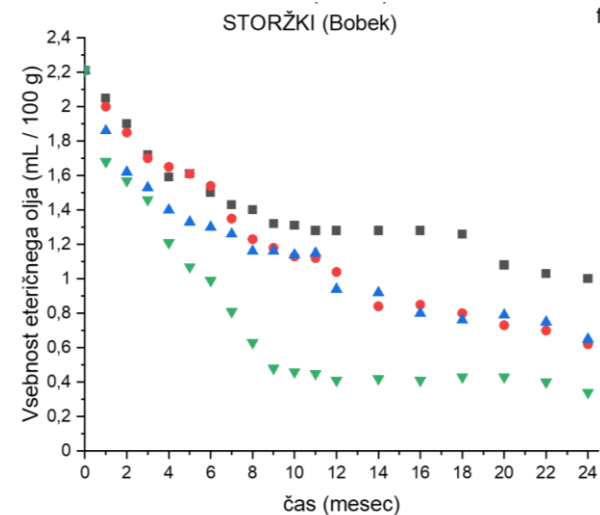


Promjena sadržaja beta-kiselina tijekom dvije godine u svim kultivarima i svim uvjetima.

Esencijalno ulje

- Najbolje skladištenje - uvjeti A → gubitak 31% - 63%
- Uvjeti D → 71% - 91% gubitka – nema vrijednosti kuhanja u smislu prinosa arome
- Uvjeti B i C: češarci su usporedivi, peleti imaju bolju izdržljivost pod uvjetima B
- Za očuvanje esencijalnog ulja češarci bolje funkcioniraju u aerobnim uvjetima, a peleti u anaerobnim uvjetima
- Najstabilnija sorta (u smislu gubitka ulja): Aurora
- Najmanje stabilna sorta: Celeia
- Styrian Wolf: Stabilnost ovisna o obliku

pogoji skladišćenja	sorta	oblika	izguba ulja [%] [povprečje ± SD]
anaerobni pogoji, 4 °C	Celeia	storžki	63,3 ± 0,8
	Celeia	peleti	53,3 ± 0,7
	Aurora	storžki	35,6 ± 0,4
	Aurora	peleti	31,0 ± 0,4
	Bobek	storžki	54,8 ± 0,7
	Bobek	peleti	46,8 ± 0,6
	Styrian Gold	storžki	45,0 ± 0,6
	Savinjski golding	peleti	44,0 ± 0,5
	Styrian Wolf	storžki	49,6 ± 0,6
	Styrian Wolf	peleti	31,2 ± 0,4



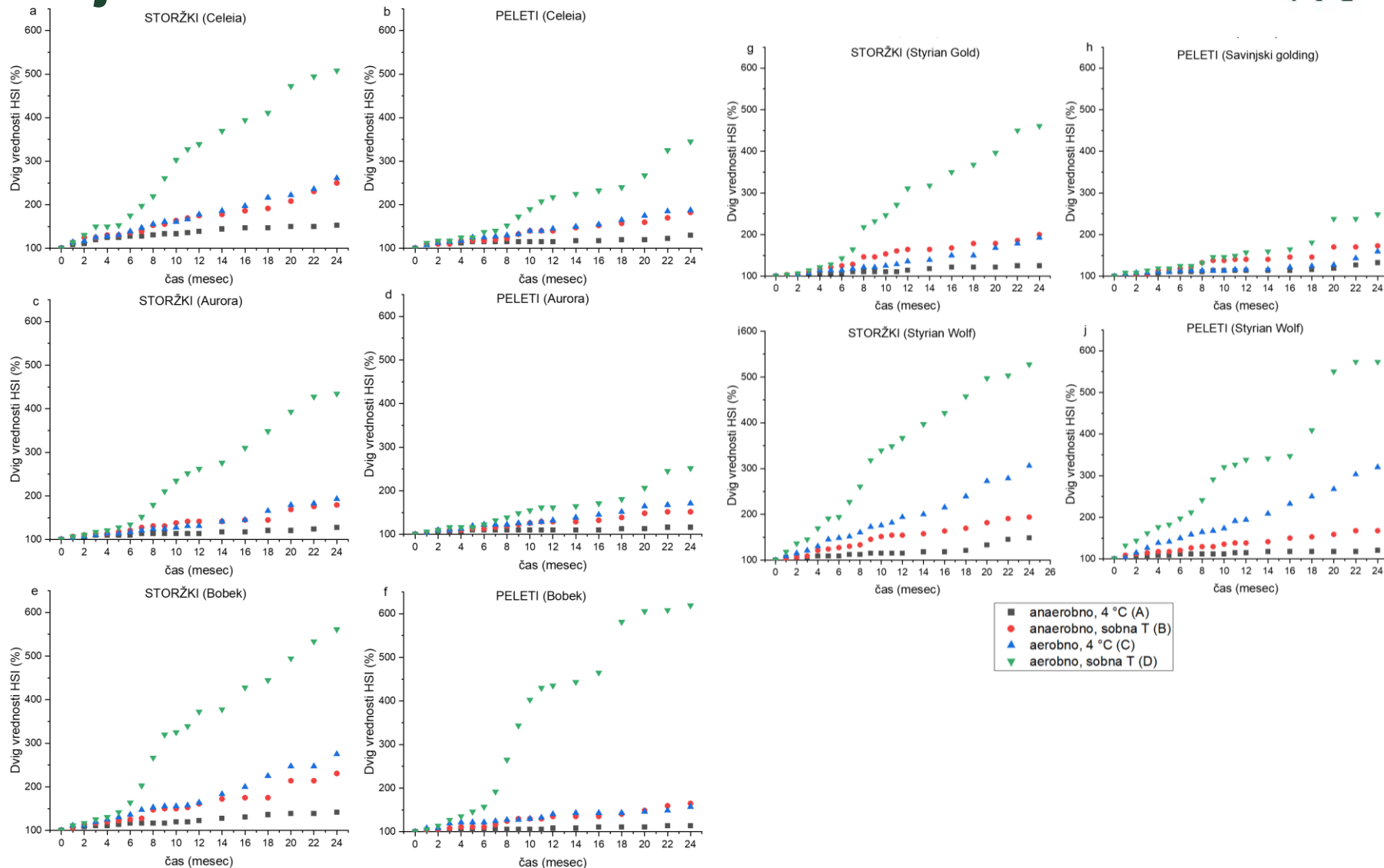
- anaerobno, 4 °C (A)
- anaerobno, sobna T (B)
- ▲ aerobno, 4 °C (C)
- ▼ aerobno, sobna T (D)

Promjena esencijalnog ulja tijekom dvije godine.

Indeks starenja hmelja



- Minimalno povećanje HSI pod uvjetima A (16% - 50% povećanje, nakon dvije godine)
- Pod D uvjetima: 1,5 – 6 puta više od početne vrijednosti
- Uvjeti B i C usporedivi, osim Styrian Wolf
- Statistički značajno niže povećanje HSI u peletima nego u peletima → na HSI vrijednost utječu produkti oksidacije alfa- i beta-kiselina
- nakon 4-6 mjeseci skladištenja primjetan je intenzivniji porast
- Parametar koji vrlo ovisi o sorti



Promjena HSI-ja tijekom dviju godina kod različitih sorta i uvjeta.

Utjecaj starog hmelja na aromu i gorčinu piva

3 različite sorte (Celeia, Aurora, Styrian Wolf)

↓
skladištenje na sobnoj temperaturi i u aerobnim uvjetima

↓
tjedno praćenje HSI

↓
skladištenje uzoraka

↓
PRIPREMA PIVA

↙
kettle hopping
(5 min, 45 min, 90 min)

↘
dry hopping

Teoretički dio pivarskog procesa



Varenje piva:

Slad, kvasac, voda, hmelj → pivo

1. priprema slada
2. komljenje
3. precejanje
4. kuhanje sladovine sa dodavanjem hmelja

***kettle hopping**

***dry hopping**

5. fermentacija

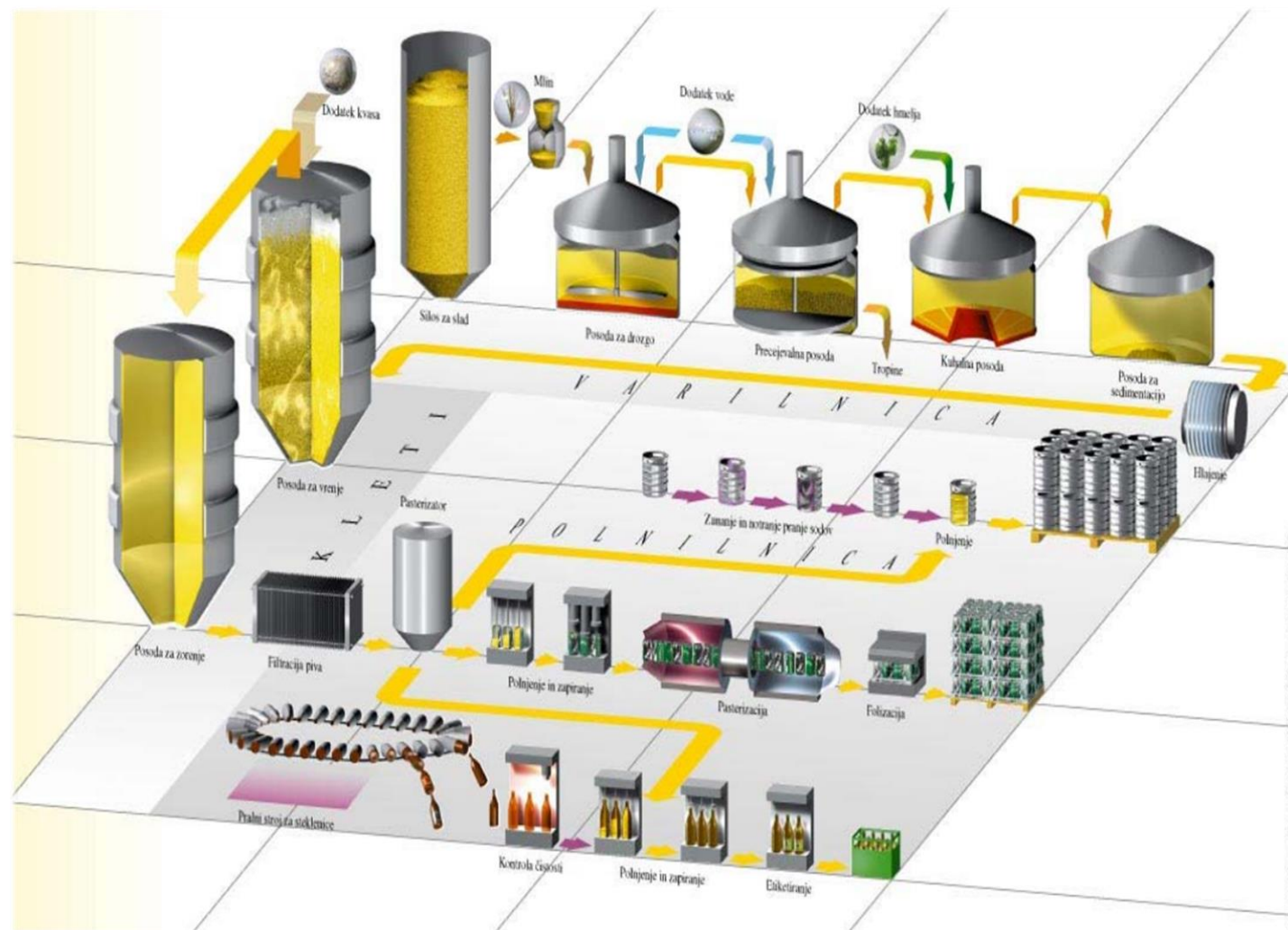
***ale kvasac (18 °C – 22 °C)**

***lager kvasac (7 °C – 15 °C)**

6. Zorenje

***dry hopping**

7. Filtracija i punjenje



Dry hopping



- Celeia, Aurora, Styrian Wolf
- HSI 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7
- Priprema sladovine (sladni ekstrakt + dekstroza + voda)
- dodatak kvasa i fermentacija – 5 dana (kvas gornjeg vrenja)
- hmeljenje – 5 dana
- filtracija
- analiza in senzorika

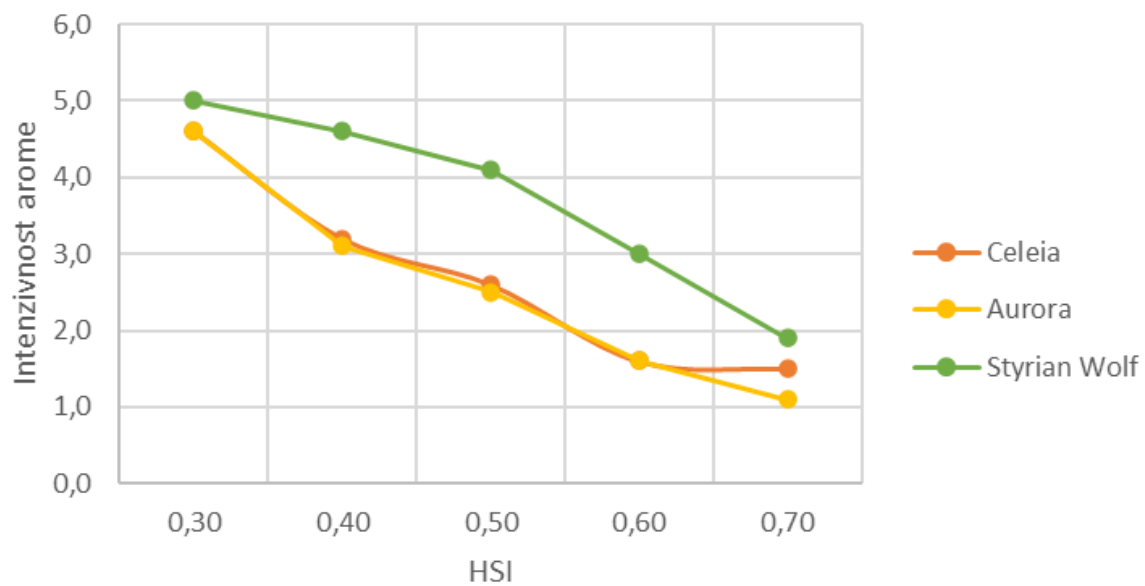


Dry hopping

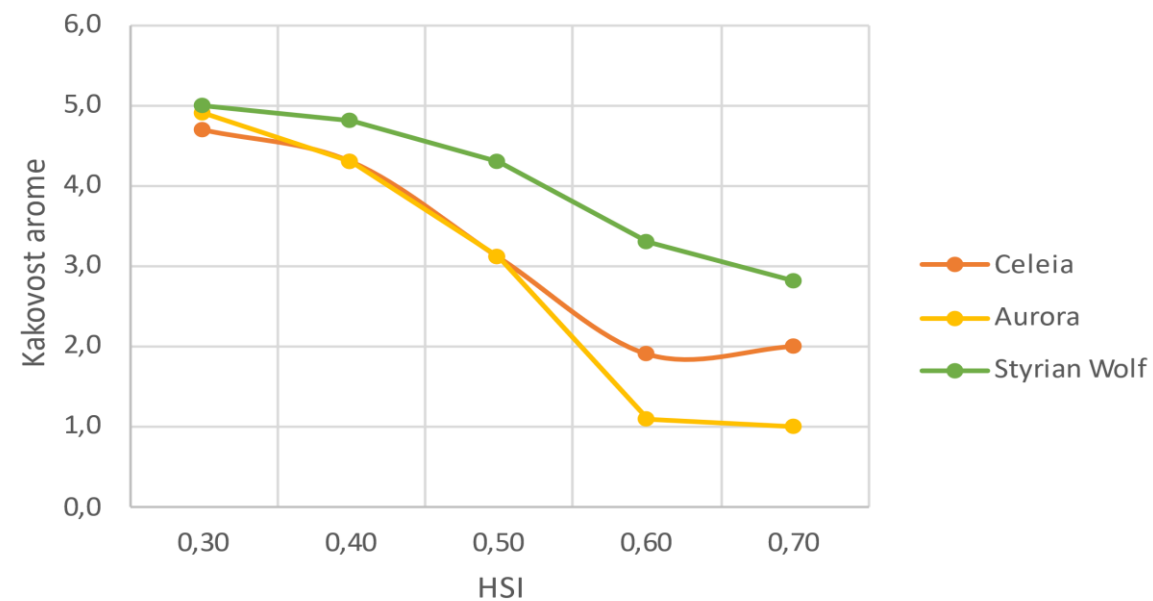
Aroma piva – senzorna procjena



Intenzivnost hmeljne arome



Kakovost hmeljne arome



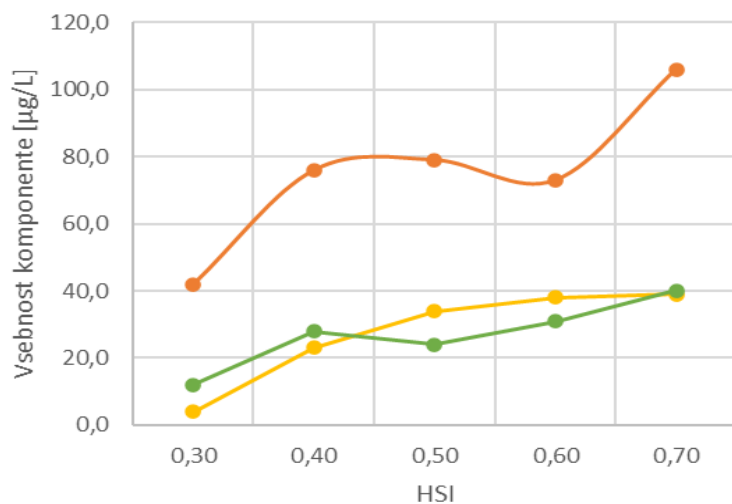
Dry hopping

Aroma piva – kemijska analiza piva

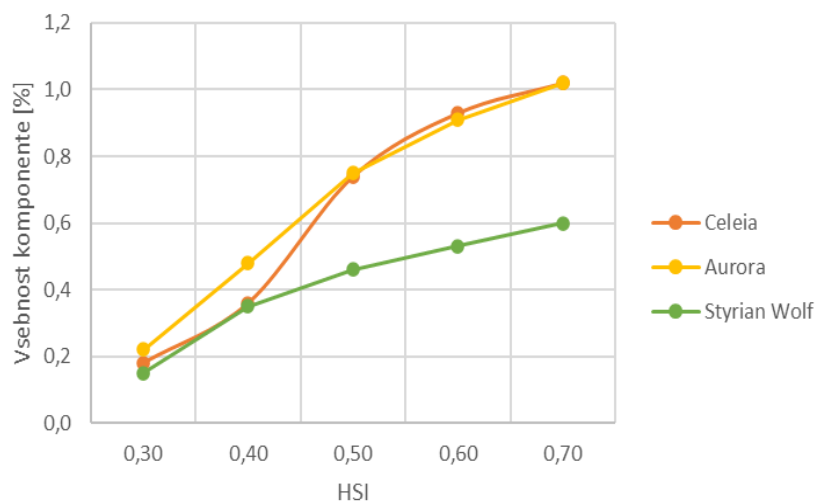


- smanjenje mircena, linalola, alfa-terpineola, geraniola, beta-kariofilena, alfa-humulena
- povečanje proizvoda oksidacije; kariofilen oksid, humulen epoksid, humulenol II – aromi piva pridoniju mirisu po starom i pljesnivom

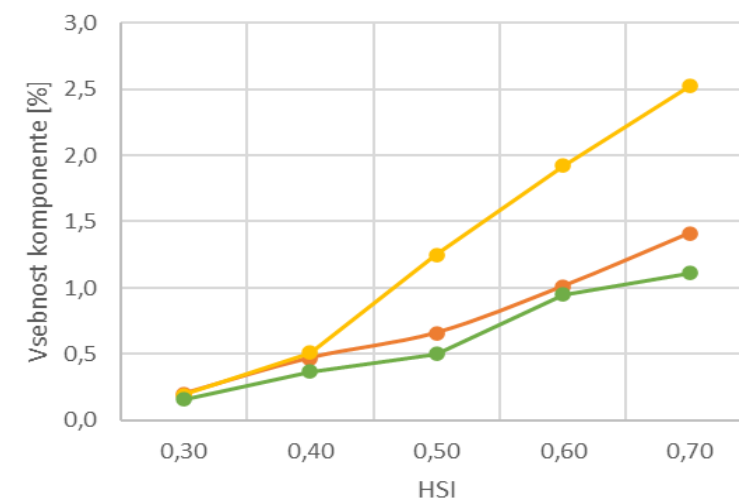
kariofilen oksid



humulen epoksid



humulenol II

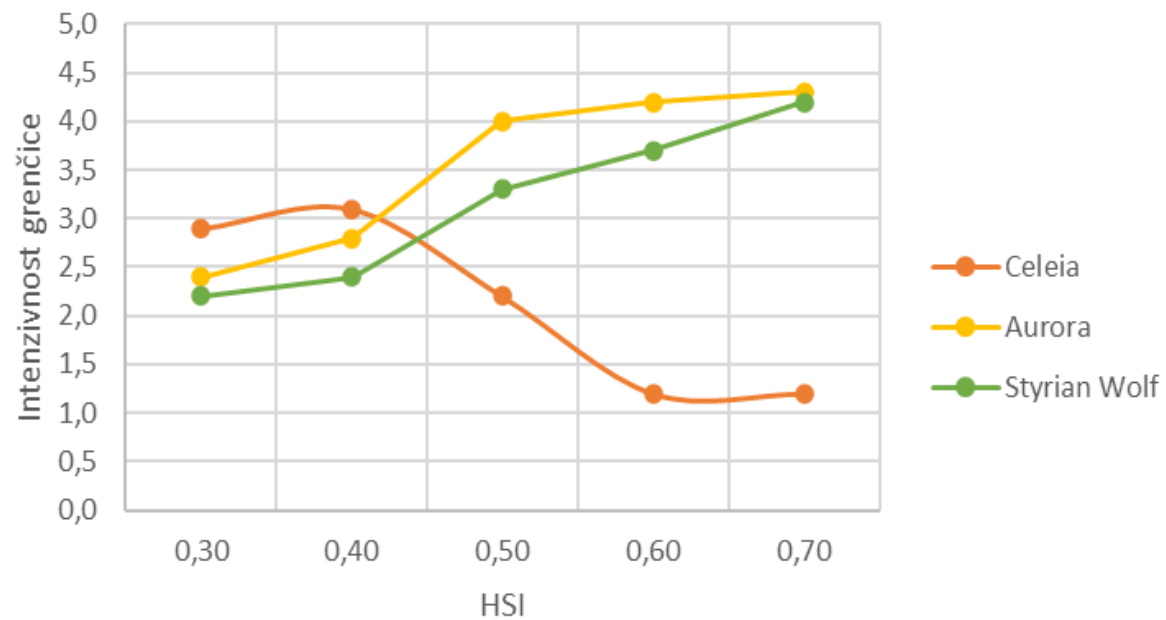


Dry hopping

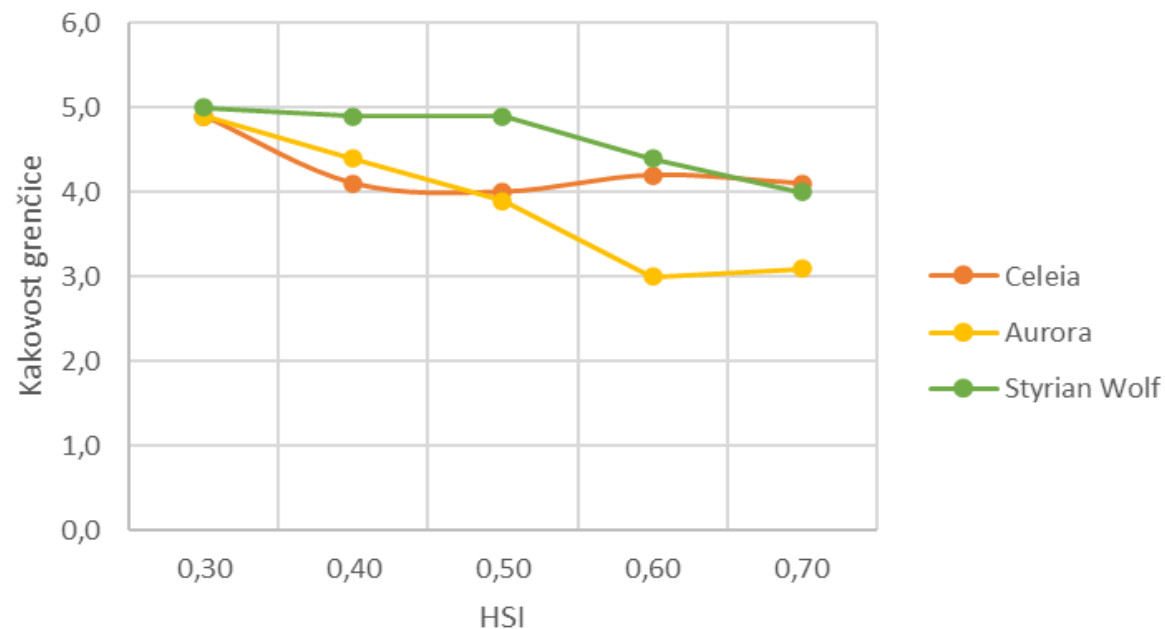
Gorčina piva – senzorna procjena



Intenzivnost grenčice



Kakovost grenčice



Dry hopping

Prekomjerno pjenjenje – “gushing”



Prva studija koja je pokazala da korištenje starog hmelja kod dry hoppinga potiče prekomjerno pjenjenje.

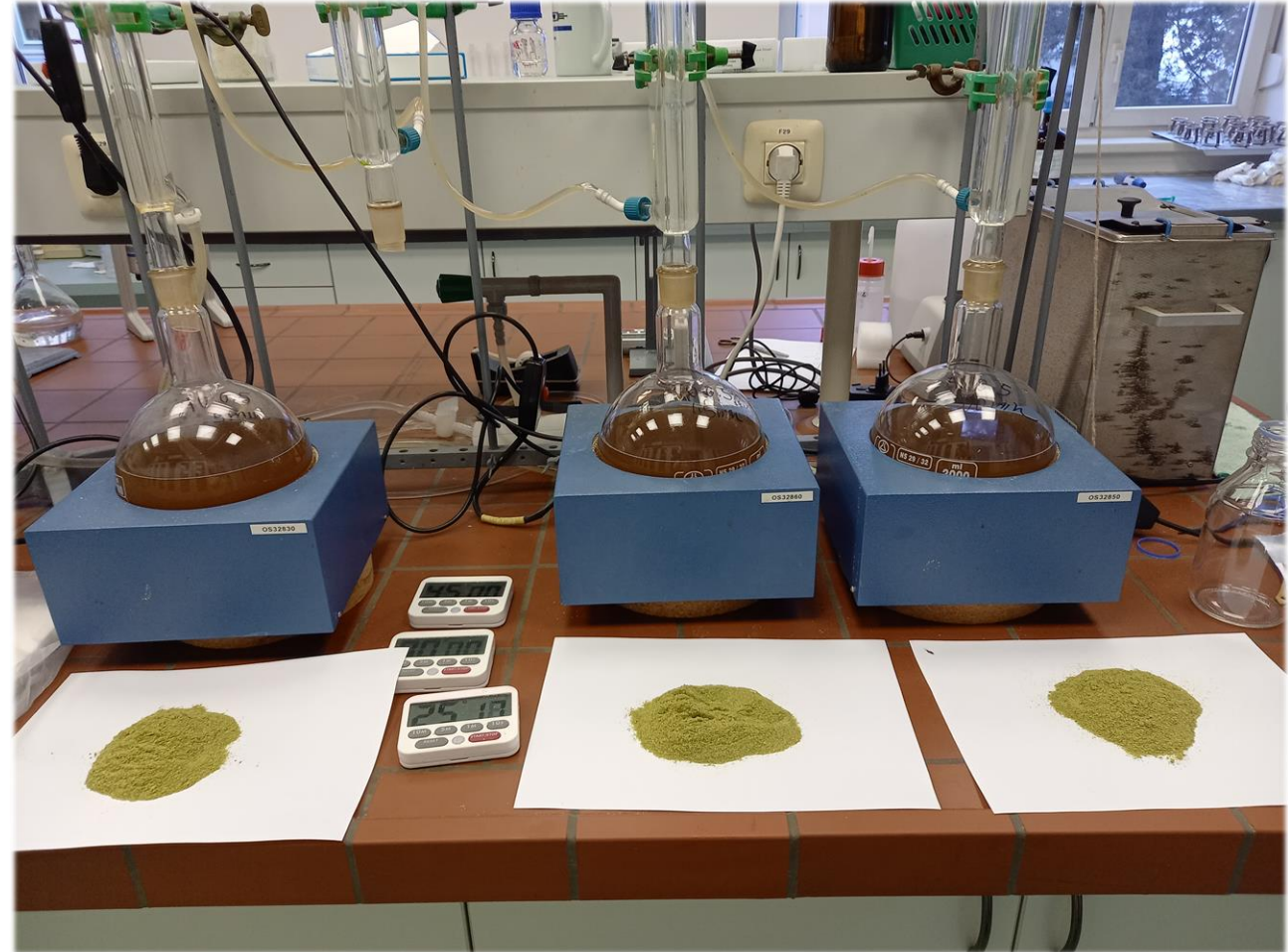
$HSI \geq 0.6$ (Aurora ≥ 0.5) → prekomjerno penjenje



Tradicionalni postopek hmeljenja - kettle



- Celeia, Aurora, Styrian Wolf
- HSI 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7
- priprava sladovine (sladni ekstrakt + dekstroza + voda)
- 1,5 L sladovine, dodatek hmelja (15g)
- 3X isti vzorec, 3. različna vremena kuhanja (5 min, 45 min, 90 min) → simulacija dodavanja različnih obroka hmelja
- hladenje na 20 °C
- Precejanje
- dodatek kvasa (5 dana, kvas gornjega vrenja)
- zrenje (16 dni)
- vzorkovanje po vrenju, fermentaciji in zrenju

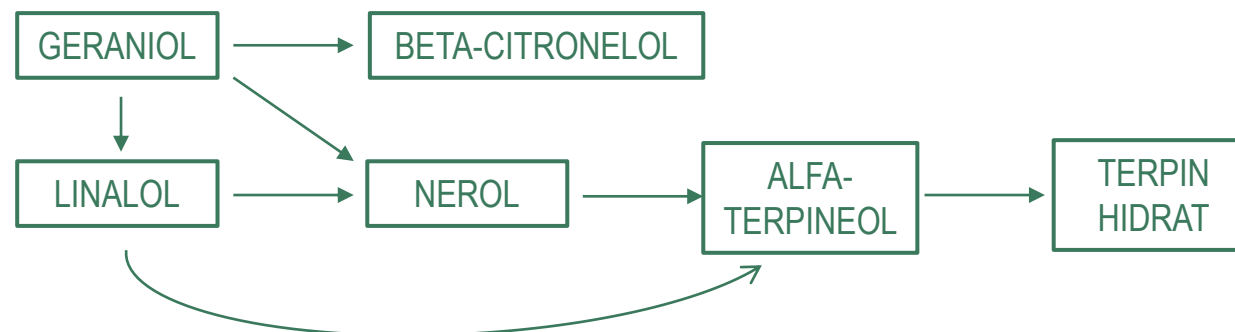


Tradicionalni postupak hmeljenja - kettle

Aroma piva – kemijska analiza piva



Opadanje tijekom cijelog procesa	Opadanje posle fermentacije, kasnije Upad po fermentaciji, zatim podizanje sadržaja	Podizanje posle fermentacije, nakon opad sadržaja	Podizanje skroz cijeli proces	Ovisno o sorti
mircen, alfa-humulen, beta-kariofilen	linalol, geraniol, humulen epoksid I, humulenol II	alfa-terpineol	Beta citronelol, nerol	Kariofilen oksid – opad kod SW i AU, CE – podizanje

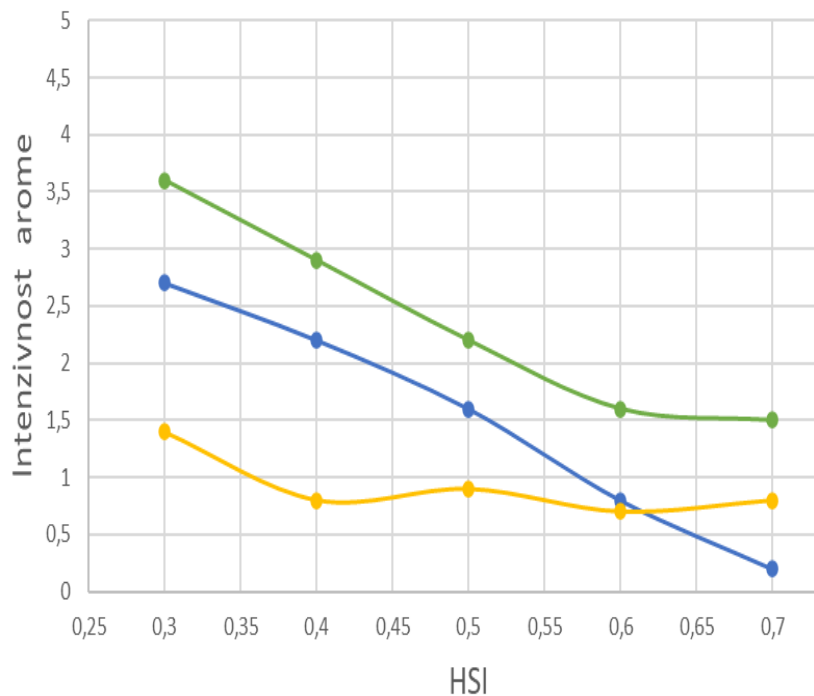


Tradicionalni postopak hmeljenja – kettle

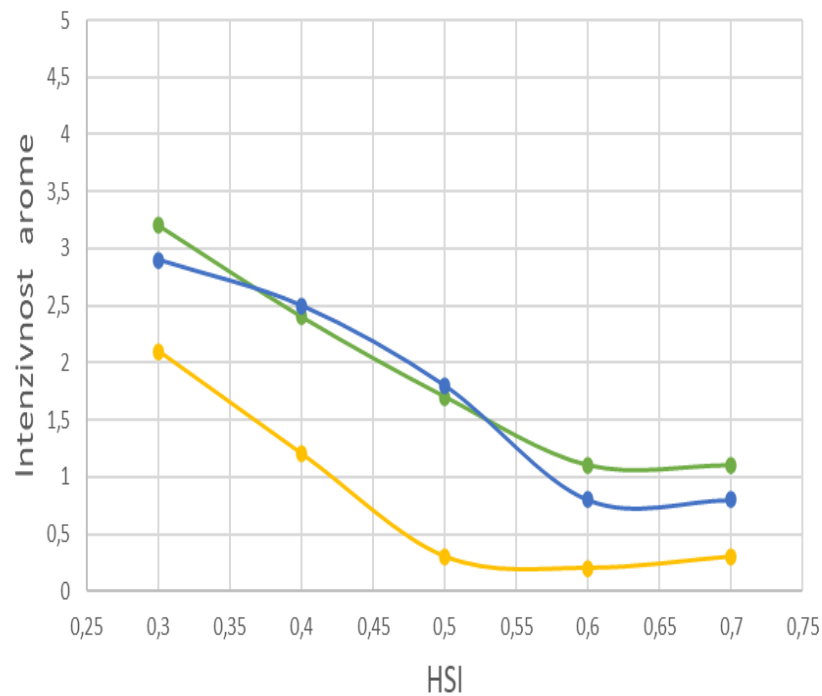
Aroma piva – senzorna procjena piva posle zrenja



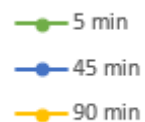
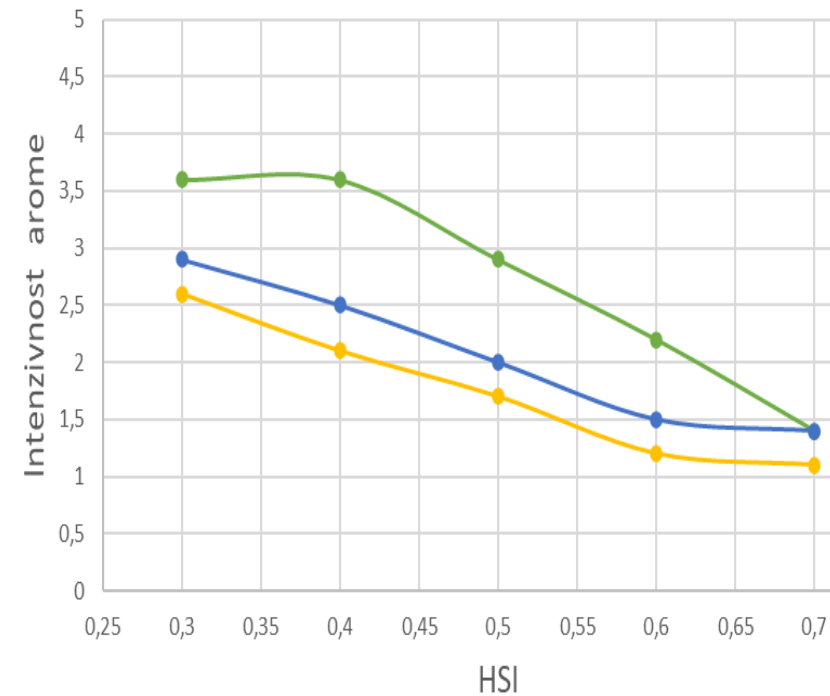
Celeia - intenzivnost arome



Aurora - intenzivnost arome



Styrian Wolf - intenzivnost arome

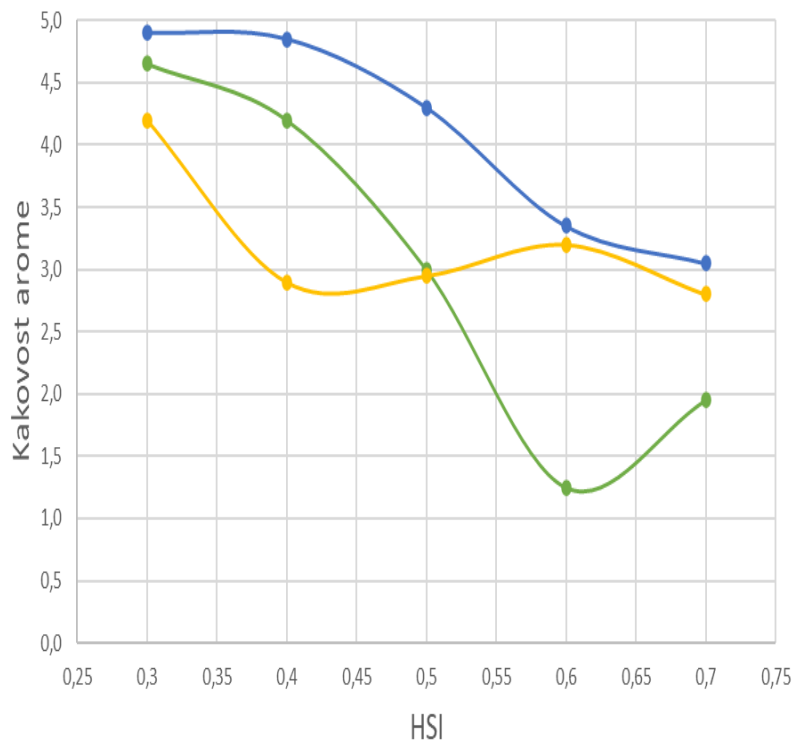


Tradicionalni postupak hmeljenja - kettle

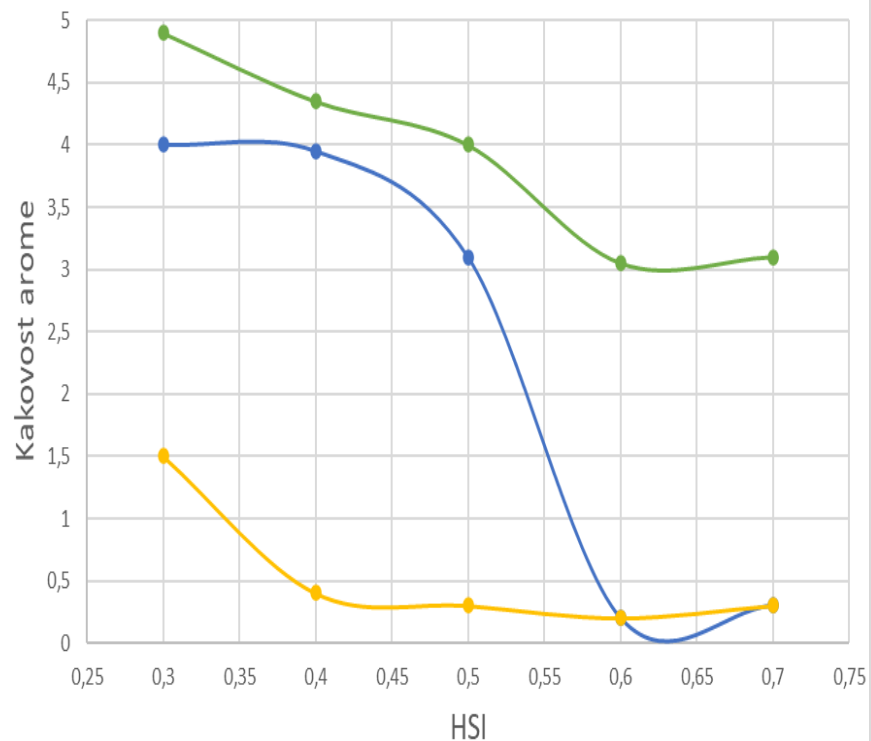
Aroma piva – senzorna procjena piva posle zrenja



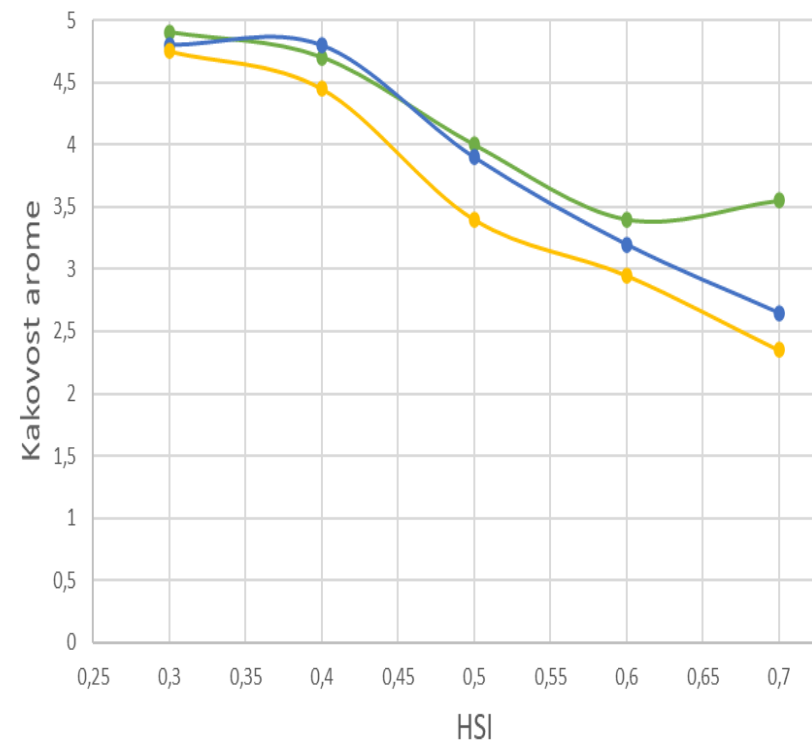
Celeia - kakovost arome



Aurora - kakovost arome



Styrian Wolf - kakovost arome



5 min
45 min
90 min

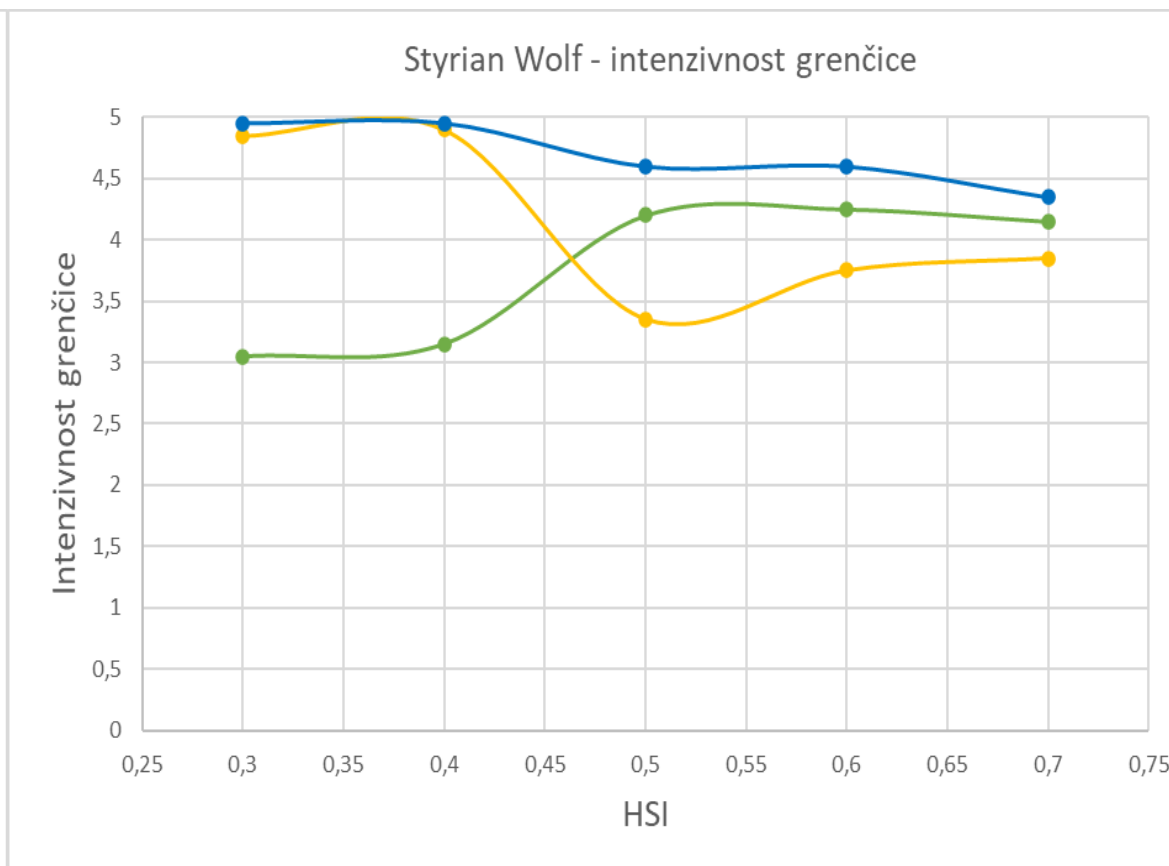
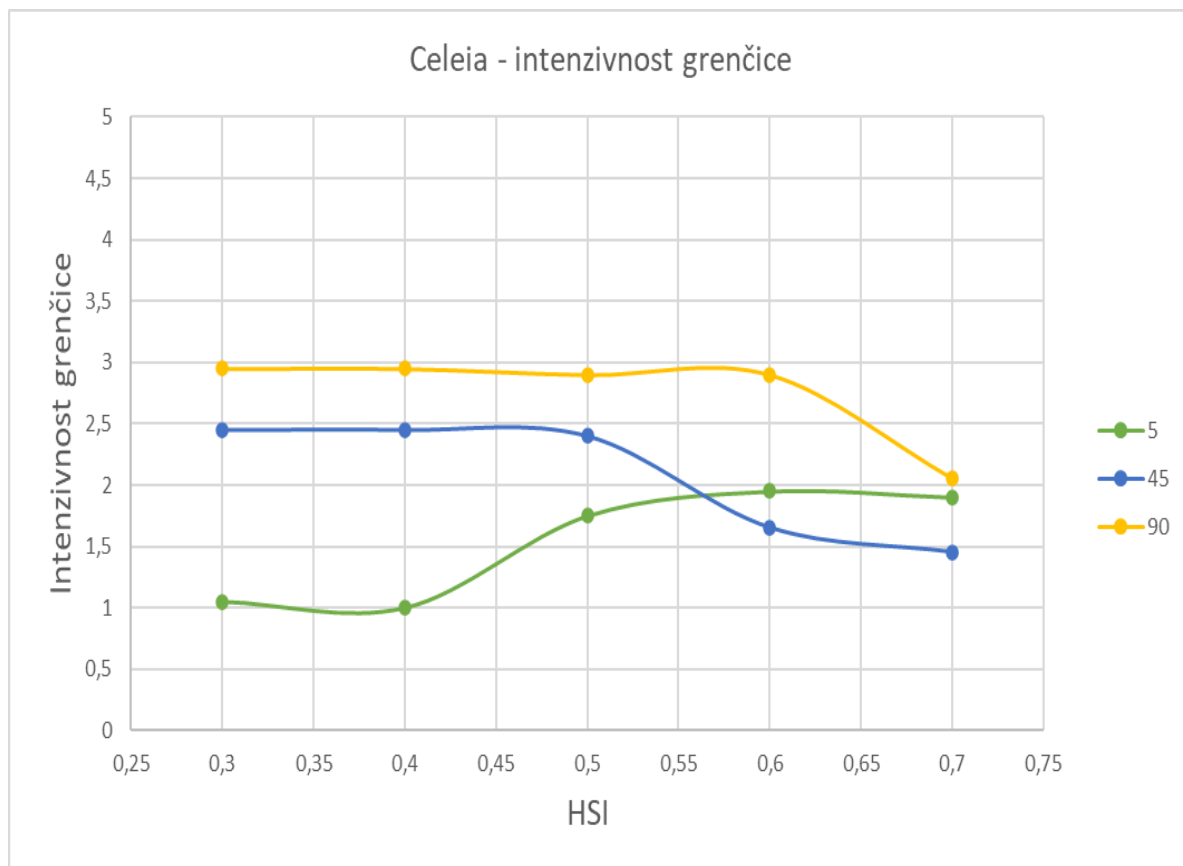
HSI 0,5 – miris po starom i oksigeniranom

Kemijska analiza piva - smanjenje linalola i geraniola i višanje humulen epoksida I i humulenola II sa višim HSI

Tradicionalni postupak hmeljenja - kettle Gorčina piva – senzorna procjena posle zrenja



Viši HSI – niže alfa-kiseline – niže izo-alfa-kiseline – humulinoni

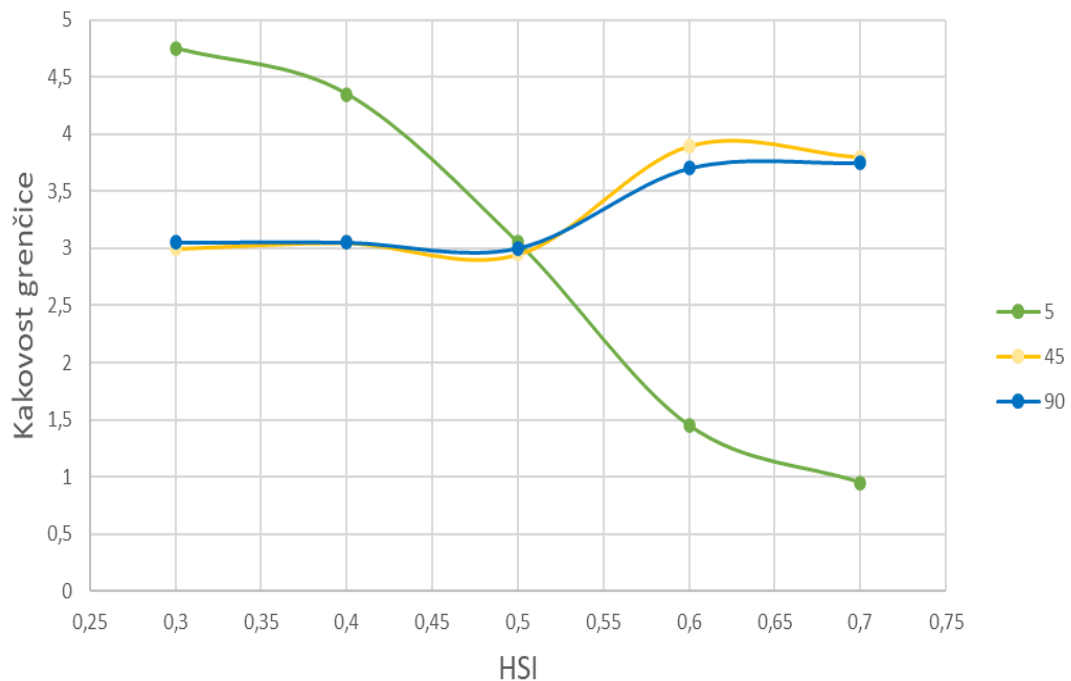


Tradicionalni postupak hmeljenja - kettle

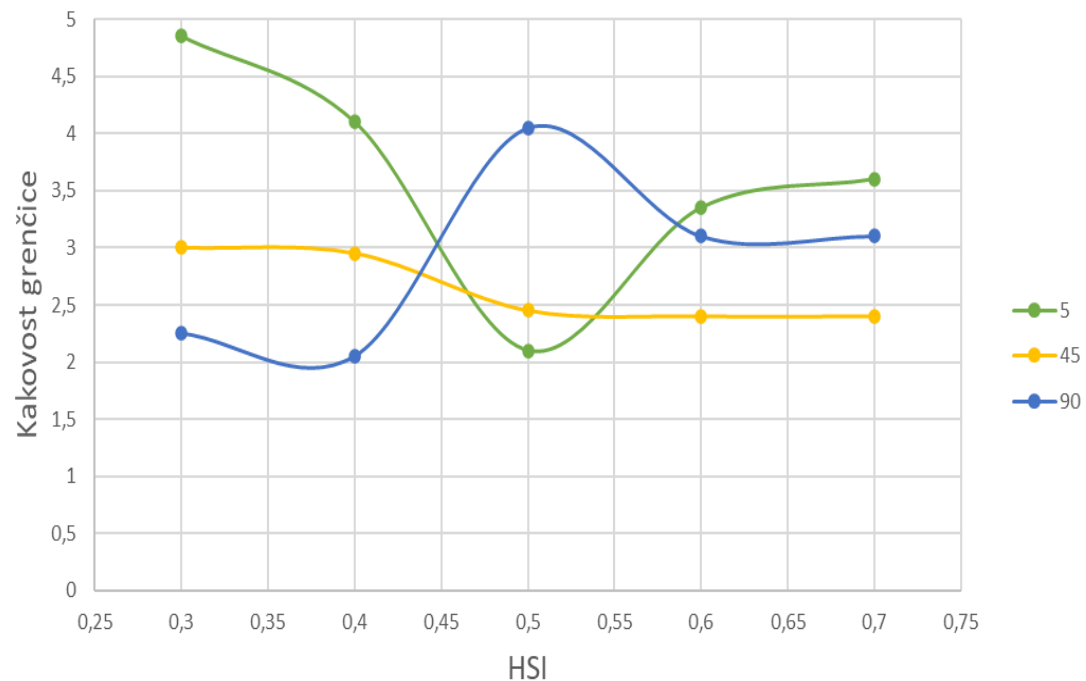
Gorčina piva – senzorna procjena posle zrenja



Celeia - kakovost grenčice



Styrian Wolf - kakovost grenčice



CE – prema dry hoppingu i intenzitetu

SW – nema trenda

Doprinos produkata oksidacije beta-kiselina – koristili smo češarke u aerobnim uvjetima

Zaključak



- Ispitali smo utjecaj različitih uvjeta skladištenja i oblika proizvoda od hmelja na sadržaj alfa-kiselina, beta-kiselina, sadržaj i sastav esencijalnog ulja te HSI vrijednost tijekom dvije godine.
- Najprikladniji uvjeti za skladištenje su anaerobni uvjeti, pri niskim temperaturama (ispod 4°C)
- U slučaju esencijalnog ulja češarci su stabilniji od peleta u aerobnim uvjetima, u anaerobnim uvjetima peleti su stabilniji
- Star hmelj utječe na kvalitetu arome i gorčinu piva –
- kod dry hoppinga hmeljenja prikladno je koristiti CE i AU do HSI 0,4, SW do 0,5,
- kod tradicionalnog hmeljenja (kettle) utjecaj je manji, pa možemo koristiti hmelj do HSI 0,5.
- U slučaju dry hoppinga starim hmeljem (HSI > 0,6), otkriveno je prekomjerno pjenjenje (gushing).

Znanstvene publikacije na kojima se temelji ova prezentacija



RUTNIK, Ksenija, OCVIRK, Miha, KOŠIR, Iztok Jože. **The stability of hop (*Humulus lupulus* L.) resins during long-period storage.** *Plants*. 2023, vol. 12, no. 4, art. 936, str. 1-16, ilustr. ISSN 2223-7747. <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/4/936>, DOI: 10.3390/plants12040936.

RUTNIK, Ksenija, OCVIRK, Miha, KOŠIR, Iztok Jože. **Impact of hop freshness on dry hopped beer quality.** *Foods*. 2022, vol. 11, iss. 9, art. 1310, str. 1-14, ilustr. ISSN 2304-8158. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/9/1310>, DOI: [10.3390/foods11091310](https://doi.org/10.3390/foods11091310).

RUTNIK, Ksenija, OCVIRK, Miha, KOŠIR, Iztok Jože. **Changes in hop (*Humulus lupulus* L.) oil content and composition during long-term storage under different conditions.** *Foods*. 2022, vol. 11, iss. 19, art. 3089, str. 1-20, ilustr. ISSN 2304-8158. <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/19/3089>, DOI: 10.3390/foods11193089.

RUTNIK, Ksenija, KNEZ MAREVCI, Maša, KOŠIR, Iztok Jože. **Hop essential oil: chemical composition, extraction, analysis, and applications.** *Food reviews international*. 2022, vol. 38, no. s1, str. 529-551. ISSN 8755-9129. DOI: 10.1080/87559129.2021.1874413.

RUTNIK, Ksenija, KOŠIR, Iztok Jože, OCVIRK, Miha. **Vpliv staranja na kemijsko sestavo hmelja = Impact of aging on hop chemical composition.** *Hmeljarski bilten*. [Tiskana izd.]. 2019, 26, str. 91-98, ilustr. ISSN 0350-0756. <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-JDPXW76Y>.

RUTNIK, Ksenija, OCVIRK, Miha, KOŠIR, Iztok Jože. **Impact of Hop Freshness on Kettle-Hopped Beers.** *Foods*. Dec. 2023, vol. 12, iss. 23, [article no.] 4353, str. 1-24, ilustr. ISSN 2304-8158. DOI: 10.3390/foods12234353.

Zahvala – suradnici odjela za agrokemiju i pivarstvo



Hvala vam na pažnji!