

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Optimalizace sklizně chmele ve vztahu k dosažení maximálních kvalitativních ukazatelů produktu.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Vypracoval: Bc. Milan Pešina

České Budějovice, duben 2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Milan PEŠINA**
Osobní číslo: **Z11567**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Optimalizace sklizně chmele ve vztahu k dosažení maximálních kvalitativních ukazatelů produktu**
Zadávací katedra: **Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je zpracovat návrh metody optimalizace sběru chmele tak, aby bylo dosaženo maximálního obsahu kvalitativních ukazatelů produktu.

Hypotéza: Termín zahájení sběru chmele má vliv na obsah kvalitativních ukazatelů výsledného produktu.

Výsledky: Tabulkové a grafické zpracování zjištěných údajů a jejich vyhodnocení.

Diskuse: Porovnání dosažených výsledků se zjištěnými literárními údaji.

Závěr: Přehledné shrnutí nejdůležitějších výsledků a doporučení vyplývajících z řešené problematiky.

Seznam použité literatury: V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 Bibliografická citace.

Obsah: Uvedení stran jednotlivých kapitol práce.

Rozsah grafických prací: 10-20 stran (tabulky, grafy)

Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Prugar, J. et al.: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha, VÚPS, 1. vyd., 2008, 328 s.
- Rosa, Z.: Czech hops 2007 = Český chmel 2007. Praha: Ministerstvo zemědělství a výživy ČR, 2007. 28 s. ISBN 978-807084-652-0
- Šnobl, J. et al.: Základy rostlinné produkce. 2., přeprac. vyd.. Praha: ČZU (Praha), 2005. 172 s. ISBN 80-213-1340-4 : 203.00
- Odborné články týkající se sledované problematiky v časopisech: Agromagazín, Perspektivy jakosti, Journal of the Science of Food and Agricultural, Fleischwirtschaft International, Maso a ze sborníků z odborných konferencí
- Internetové databáze: ISI Web of Knowledge (Current Contents), Agroweb,

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Konzultant diplomové práce: Ing. Jiří Smetana

ARIX a.s. Žatec

Datum zadání diplomové práce: 12. března 2012

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2013



Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 13
370 05 České Budějovice



prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 12. března 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D., za pomoc, odborné vedení a trpělivý přístup a firmě PP servis a.s. za spolupráci při tvorbě této diplomové práce.

ABSTRAKT

V diplomové práci je analyzován a hodnocen obsah a složení hořkých kyselin metodou HPLC a index skladování chmele (HSI). Uvedené metody byly aplikovány na vzorcích odebíraných ze čtyř odrůd chmele (Žatecký poloraný červeňák, Sládek, Premiant a Agnus) ve čtyřech lokalitách (Blšany, Běsno, Nesuchyně a Strojetic) žatecké chmelařské oblasti v období od 18. 8. 2012 do 4. 9. 2012 během sklizně chmele. Dále byl sledován vliv procesu sušení na chmel, tzn., rozdíl v obsahu a složení hořkých kyselin mezi zeleným a suchým chmelem a porovnání mezi pásovými a komorovými sušárnami.

Klíčová slova: Chmel, sušení, pásová sušárna, komorová sušárna

ABSTRACT

The thesis analyses and evaluates content and composition of bitter acids by HPLC method and Hop Storage Index (HSI). These methods were applied on samples taken from four varieties of hop (Saaz, Brewer, Premiant and Agnus) in four locations (Blšany, Běsno, Nesuchyně and Strojetic) of žatec hop-growing area in the period from 18. 8. 2012 to 4. 9. 2012 during the hop harvest. Furthermore, the influence of the drying procedures on the hops was monitored, it means, difference in the content and composition of bitter acids between green and dry hops and the comparison between the band and chamber drying rooms.

Keywords: Hops, drying, belt drying, drying chamber

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1 České odrůdy chmele	10
2.2 Morfologie chmelové rostliny	14
2.2.1 Kořenová soustava	14
2.2.2 Soustava podzemních lodyžních orgánů (babka).....	15
2.2.3 Soustava nadzemních vegetativních orgánů	15
2.2.4 Soustava generativních orgánů	16
2.3 Chemické složení	17
2.3.1 Voda	18
2.3.2 Chmelové pryskyřice	18
2.3.3 Chmelové silice.....	20
2.3.4 Chmelové polyfenoly.....	21
2.3.5 Chemické složení měřených odrůd chmele.....	22
2.4 Sušení chmele.....	22
2.4.1 Komorové sušárny	23
2.4.2 Pásové sušárny	24
2.4.3 Klimatizace usušeného chmele	25
3. Cíl práce	26
4. Metodika	27
5. Výsledky a diskuse.....	30
5.1 Obsah a složení chmelových pryskyřic	30
5.1.1 Žatecký poloraný červeňák	30
5.1.2 Sládek.....	32
5.1.3 Premiant	33

5.1.4	Agnus	35
5.2	Obsah a složení chmelových pryskyřic, porovnání pásových sušáren.....	37
5.2.1	Žatecký poloraný červeňák	37
5.2.2	Premiant	39
5.3	Obsah a složení chmelových pryskyřic, porovnání komorových sušáren...	41
5.3.1	Žatecký poloraný červeňák	41
5.4	Obsah a složení chmelových pryskyřic, porovnání suchého a zeleného chmele	43
5.5	Index skladování chmele (HSI).....	48
5.5.1	Porovnání odrůd dle středisek.....	48
5.5.2	Porovnání pásových sušáren	50
5.5.3	Porovnání komorových sušáren	52
5.5.4	Porovnání suchého a zeleného chmele.....	54
6.	Závěr	55
7.	Seznam Literatury	57

1. Úvod

Chmel patří k velmi starým kulturním plodinám. Pěstování chmele má v českých zemích tisíciletou tradici. První zprávy o chmelu pocházejí z 8. a 9. století. Na přelomu tisíciletí je zřejmé, že šlo o plodinu významného hospodářského využití. Již začátkem druhého tisíciletí se chmel z Čech vyvážel po Labi do sousedních zemí. Chmel neboli *humulus* je také v seznamu vyváženého zboží z Čech roku 1101, který se dostával v Hamburku na známé "*Forum humuli*", kde byl hodnocen zvláštními znalci. Nadační listina Vratislava II. z roku 1088 ukládá knížecím statkům povinnost odevzdávat vyšehradskému kostelu desátek chmele.

K významnému rozšíření a zlepšení v chmelařství došlo za panování císaře Karla IV. Chmel se pěstoval na mnoha místech, ale postupem se jeho pěstování soustřeďovalo na Rakovnicko, Lounsko, Ústěcko a Klatovsko. Vytvářela se sdružení měšťanů, která vydávala platné řády pro pěstitele chmele, a současně vznikaly nové profese zabezpečující ochranu chmele - dozorci, cejchovníci, měřiči aj. V období třicetileté války (1618 až 1648) bylo pěstování chmele v českých zemích vážně ohroženo, to byla příležitost pro jiné země k rozšíření jeho pěstování. Sád' českého chmele se používala pro zakládání chmelnic např. v Braniborsku, Slezsku, Bavorsku, Štýrsku, Bádensku, Rusku a jinde.

K dalšímu rozmachu chmelařství v českých zemích došlo za Josefa II. Četné posudky z druhé poloviny 18. století potvrzují, že již tehdy měl český chmel výbornou kvalitu. S rozvojem pivovarnictví a obchodu v 18. a zejména 19. století se objevují i některé negativní jevy, jako je snaha prodávat za český chmel i méně hodnotné zboží. Dříve přijatá opatření nestačila, proto byla zřízena v roce 1884 Známkovna chmele v Žatci. Od této doby byla přijata řada zákonných opatření.

V současné době patří Česká republika tradičně mezi největší světové producenty chmele. Podle údajů Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ) celková sklizňová plocha chmele v ČR v roce 2012 je 4 366 ha, pěstována ve třech chmelařských oblastech. Největší z nich je Žatecká chmelařská oblast, zde se pěstuje nejkvalitnější odrůda Žatecký poloraný červeňák, který zaujímá 87 % z celkové výměry chmele v České republice. Zbylé dvě oblasti, kde se v České republice chmel pěstuje, jsou Ústěcko v Polabí a Tršicko na Hané.

2. Literární přehled

2.1 České odrůdy chmele

Humulus lupulus (*H. lupulus*) více známý jako chmel, je člen rodiny *Cannabaceae* s mužským a ženským rodem na různých rostlinách. To je přirozené v Evropě včetně Litvy, Asie a Severní Ameriky. Chmel byl uznáván jako léčivá rostlina po staletí, nicméně jsou různé léčivé schopnosti chmele, které byly objeveny až v poslední době. Důležitou složkou chmele jsou chmelové kyseliny, které jsou klasifikovány jako kyseliny alfa a beta. Různé odrůdy chmele se liší v množství a složení těchto chmelových kyselin (Kornysova *et al.*, 2009).

Žatecký poloraný červeňák

Žatecký poloraný červeňák byl získán klonovou selekcí v původních porostech v žatecké a úštěcké oblasti. Tato odrůda je pěstována v devíti klonech: Osvaldův klon 31 (1952), Osvaldův klon 72 (1952), Osvaldův klon 114 (1952), Sřem (1969), Blato (1974), Lučan (1974), Zlatan (1976), Podlešák (1989), Blšanka (1993).

Žatecký poloraný červeňák (obrázek 1) má pravou, jemnou chmelovou vůni. Chmelové hlávky jsou střední až dlouze vejčité, hustě nasazené. Průměrná hmotnost 100 ks hlávek je v rozpětí 12 – 14 g. Vřeténko je jemné, pravidelné, dlouhé 16 – 19 mm (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Obrázek 1 Žatecký poloraný červeňák



Zdroj: Chmelařský institut s.r.o., 2012

Sládek

Sládek (obrázek 2) byl získán výběrem z hybridního potomstva šlechtitelského materiálu, kde v původu jsou odrůdy Northern Brewer a Žatecký poloraný červeňák. Jako perspektivní hybridní genotyp (aromatického typu) byl registrován v roce 1987 pod názvem VÚCH 71 a od roku 1994 je registrován pod názvem Sládek. Název získal pro svůj vliv na vyváženou hořkost a příjemné chmelové aroma v pivu.

Sládek má jemnou a chmelovou vůni hlávek. Chmelová hlávka je středně až dlouze vejčitá v bazální části čtyřboká, špičky krycích listů jsou mírně odkloněné od hlávky. Průměrná hmotnost 100 hlávek je 13 – 16 g. Vřetenko má jemné a průměrná délka je v rozpětí 16 – 21 mm (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Obrázek 2 Sládek



Zdroj: Chmelařský institut s.r.o., 2012

Premiant

Premiant (obrázek 3) byl získán výběrem z hybridního potomstva křížením inzuchtní linie Žateckého poloraného červeňáku a dalšího šlechtitelského materiálu. Název získal podle tradičního českého dvanáctistupňového piva „Premium“, pro něž je typická vysoká plnost chuti, silný říz a výrazná chmelová hořkost.

Premiant má příjemně chmelové aroma hlávek. Chmelové hlávky jsou dlouze vejčité, středně až hustě nasazené. Průměrná hmotnost 100 hlávek je 14 – 18 g. Vřetenko je pravidelné, dlouhé 16 – 22 mm. Je to hořká odrůda (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Obrázek 3 Premiant



Zdroj: Chmelařský institut s.r.o., 2012

Agnus

Agnus (obrázek 4) byl získán výběrem z hybridního potomstva, které má v původu odrůdy Sládek, Bor, Žatecký poloraný červeňák, Northern Brewer, Fuggle a další šlechtitelský materiál. Tato odrůda byla pojmenována na počest významného českého šlechtitele chmele Beránka, volně přeloženo do latiny „Agnus“.

Hlávky Agnusu mají vysokou intenzitu aroma, je chmelové až kořenité. Chmelové hlávky jsou vejčité, v apikální části špičaté, nasazení je řídké až středně husté. Průměrná hmotnost 100 hlávek je v rozmezí 19 – 24 g. Vřeténko je pravidelné, dlouhé 15 – 18 mm. Agnus je typický pro svou těžkost. Je to hořká odrůda (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Obrázek 4 Agnus



Zdroj: Chmelařský institut s.r.o., 2012

Saaz Late

Odrůda Saaz Late byla získána výběrem potomstva F1 generace po rodičovské kombinaci rozpracovaného šlechtitelského materiálu, který má v původu Žatecký poloraný červeňák. Aroma chmelových hlávek je pravé, jemné chmelové (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Kazbek

Odrůda Kazbek byla získána výběrem z potomstva hybridního materiálu, kde je v původu ruský planý chmel. Robustnost a stabilita jsou zakotveny v názvu odrůdy, protože Kazbek je nejvyšší horou středního Kavkazu, a tyto vlastnosti jsou pro ni charakteristické. Aroma chmelových hlávek je kořenité – citronové (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Bohemie

Odrůda Bohemie byla získána výběrem z potomstva F1 generace po matečné aromatické odrůdě Sládek a z rozpracovaného šlechtitelského materiálu, který má v původu Žatecký poloraný červeňák. Aroma chmelových hlávek je slabě kořenité, chmelové (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Harmonie

Harmonie je několikanásobný kříženec hybridního materiálu (Premiant, ŽPČ, Northern Brewer), který má v původu téměř 60% Žateckého poloraného červeňáku. Název je odvozen od harmonického složení chmelových pryskyřic. Aroma odrůdy Harmonie je kořenité, chmelové. Po technické zralosti může vůně vykazovat pavůni (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Bor

Bor byl získán výběrem z hybridního potomstva odrůdy Northern Brewer. Semena tohoto potomstva byla ozářena na gama poli. Jako perspektivní hybridní genotyp (tehdy hořkého typu) byl registrován v roce 1987 pod názvem VÚCH 70 a od roku 1994 pod názvem Bor. Název je odvozen od borových lesů, které se vyskytují na území přírodního parku „Džbán“, který se nachází na pomezí okresů Louny, Kladno a Rakovník. Aroma hlávek je příjemně chmelové (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Rubín

Rubín byl získán výběrem z potomstva Bor a samčí rostliny, která je několikanásobným křížencem hybridního materiálu – Žateckého poloraného červeňáku a odrůdy Northern Brewer. Název Rubín je dán barvou révy. Aroma chmelových hlávek je kořenité až hrubě kořenité. Po technické zralosti může vůně vykazovat sirné stopy, což je způsobeno vysokým obsahem siličných složek selinenu (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

Vital

Vital byl získán výběrem z potomstva F1 generace po matečné odrůdě Agnus a z rozpracovaného šlechtitelského materiálu. Je výsledkem šlechtění chmele pro farmaceutické a biomedicínální účely, vykazuje vysoký obsah xanthohumolu a desmethylxanthohumolu, které mají příznivý vliv na lidské zdraví. Z tohoto důvodu byl zvolen Vital jako „zdraví“. Aroma chmelových hlávek je kořenité, chmelové (Chmelařský institut s.r.o., 2012).

2.2 Morfologie chmelové rostliny

U chmelové rostliny rozlišujeme čtyři orgánové soustavy:

- kořenová soustava
- soustava podzemních lodyžních orgánů tzv. babka
- soustava nadzemních vegetativních orgánů
- soustava nadzemních generativních orgánů (Špaldon *et al.*, 1986).

2.2.1 Kořenová soustava

Chmelová rostlina se vyznačuje mohutnou kořenovou soustavou rozkládající se do značné hloubky. Kořeny dělíme na:

- kosterní (skeletové), rozrůstají se vertikálním a horizontálním směrem. Vertikálně rostoucí kořeny dosahují značné hloubky (Vrzalová a Fric, 1994). V propustných půdách s nízkou hladinou spodní vody do hloubky 4 až 6 m (Rybáček *et al.*, 1980). Základní funkce kosterních kořenů spočívá v zajištění vytrvalého charakteru rostliny ve vzestupném proudění rostlinných šťáv a v ukládání zásobních látek;

- koncové kořínky kam řadíme kořínky o průměru 1 mm. Vyrůstají jak z kosterních kořenů, tak z celé soustavy podzemních lodyžních orgánů. Jejich hlavní funkce je přijímání vodních roztoků s rozpuštěnými minerálními látkami z půdního prostředí;
- kořenové hlízy – kořenové ztlustěninny převážně vertikálních skeletových kořenů. Tvoří zásobní orgán rostliny, kam ukládá rostlinné asimiláty (škrob), kterých používá v počátečních růstových fázích nové vegetace, zejména v době kdy příjem živin z půdního prostředí je omezen.

2.2.2 Soustava podzemních lodyžních orgánů (babka)

Během vegetativního rozmnožování tvoří základ pro vznik nové rostliny (Vrzalová a Fric, 1994). Podzemní část chmelové rostliny se skládá z babky a kořenového systému. Babka tvoří víceletý základ chmelové rostliny. Jejím základem je zdřevnatělá část, tzv. staré dřevo, nacházející se v hloubce 10 až 30 cm pod povrchem půdy.

Část lodyhy (výhonu) mezi horní částí babky a povrchem půdy v průběhu vegetace zesílí, založí se na ní kruhy oček a nodů – je označována jako nové dřevo. Nové dřevo je jednoleté, silné v průměru 2,0 až 2,5 cm, článkované, každoročně jej při řezu chmele odstraňujeme (Šnobl, 2004).

K podzemním lodyžním orgánům dále patří horizontálně rostoucí lodyžní orgány (*stolones*) označované jako vlky. Pomocí vlků se rostlina samovolně horizontálně rozmnožuje na přirozených stanovištích (Vrzalová a Fric, 1994). Jejich přítomnost je však nežádoucí (vedlo by k přílišnému rozrůstání podzemní části chmelové rostliny do stran), a proto vlky při následném řezu chmele odřezáváme a odstraňujeme z půdy (Šnobl, 2004).

2.2.3 Soustava nadzemních vegetativních orgánů

Z vytrvalé podzemní lodyžní části rostliny vzrůstá rozdílný počet výhonů. U mladých (jednoletých) rostlin je tento počet nízký, zpravidla 1 až 3 výhony u starších rostlin může dosáhnout vysokého počtu, uvádí se až 30 výhonů (Vrzalová a Fric, 1994).

Réva vzniká pokračováním růstu vzešlých a zavedených výhonů na chmelovod, tvoří základ nadzemní části rostliny. Dorůstá výšky 8 až 9 m, dosahuje tloušťky 0,7 až 1,3 cm (Šnobl, 2004).

V úžlabí révových listů vyrůstají postranní větévky (pazochy). Pazochové listy jsou oproti révovým listům menší, mladší listy mají srdcovitý tvar (Vrzalová a Fric, 1994). Dorůstající délky od 30 do 100 cm (Šnobl, 2004).

2.2.4 Soustava generativních orgánů

Chmel je rostlinou dvoudomou, tj. má rostliny s odděleným květenstvím. K produkčnímu využití slouží pouze rostliny samičí. Samčí rostliny jsou likvidovány i v okolí produkčních ploch chmelnic. Pěstitelským záměrem je sklizeň neoplozených chmelových plodenství (chmelové hlávky), kdy na úkor tvorby plodů (semen) je zvýrazněna tvorba lupulinových žlázek (chmelová moučka, lupulin), (Vrzalová a Fric, 1994).

Samičí květenství se zakládají na květonosných větévkách po 20 až 40 kusech jako malé paličky. Po jejich rozvinutí se objevují hustá šištice květenství, složená z 20 až 60 kvítků se štětičkovitě vyniklými bliznami (osýpkami). Osýpka se pak postupně vyvíjí v chmelovou hlávku.

Chmelová hlávka (šištice) je plodenství samičí chmelové rostliny. Základní osu chmelové hlávky tvoří článkované věténko. Je ukončeno stopkou, která spojuje hlávku s květonosnou větévkou. Počet zalomení (článků) věténka souvisí s délkou samotné hlávky a může činit průměrně od 8 do 16 článků.

Na spodu chmelové hlávky je 5 kališních lístků. Na každém článku chmelového věténka přisedají 2 listeny krycí a 4 listeny pravé. Listeny pravé jsou menší, na konci oblé, mají jemnější nervaturu, jsou nepatrně světleji zelené barvy a na jejich dolní části ulpívají lupulinové žlázy (žlutý lupulinový prášek), (Šnobl, 2004). Lupulin je nejcennější součástí hlávek. Je to odborné označení pro mnohobuněčné lupulinové žlázy, které se vytvářejí z buněk pokožky (*epidermis*). Mají pohárkovitý, až kulovitý tvar. Uvnitř se naplňují extraktem, v němž jsou obsaženy silice a pryskyřice způsobující zažloutlé zbarvení lupulinu. Ten se vytváří na všech částech hlávky, nejvíce na listenech (Rybáček *et al.*, 1980). V době květu vytvořený semeník se 2 nitkovitými bliznami,

umístěný za každým pravým listenem směrem dovnitř, se normálně nevyvíjí, ve vlhčím roce semeník zdužnatí – vzniká tzv. pecička. Pecičky jsou měkké a jejich přítomnost nezhoršuje kvalitu hlávek. Při nežádoucím opylení samičího květenství pak vznikají ze semeníků semena – tzv. pecky. Pecky jsou tvrdé a jejich přítomnost ve chmelových hlávkách je nežádoucí, neboť zhoršují kvalitu hlávek (Šnobl, 2004).

Mechanický rozbor chmelové hlávky slouží pro stanovení odrůdové odlišnosti a pro charakterizaci odrůd. Dle platné metodiky se hodnotí 7 znaků, a to délka věténka, počet článků na věténku, hmotnost věténka, hmotnost hlávek, procento větének, hustota zalomení a těžkost (Nesvadba, 2003). Tvar chmelových hlávek je velmi variabilní. Může být vejčitého, kulatého, kuželovitého, válcovitého nebo přechodného tvaru. Hlávky dorůstají průměrné délky od 15 do 35 mm. Jejich základní barva je zelená, mnohdy poznamenaná stopami poškození po chorobách a škůdcích.

Vřeténko je jedním z velmi důležitých jakostních ukazatelů. Vedle pravidelnosti jeho stavby, úhlu zalomení článků, je velký důraz kladen na jemnost stavby věténka. Z celkové hmotnosti hlávek u jemných chmelů připadá na věténko 8 – 10 %. Hlávky s podílem věténka přes 12 % z celkové hmotnosti hlávek jsou označovány jako hrubé (Šnobl, 2004).

2.3 Chemické složení

Původně se chmel používal v pivovarské technologii, především pro své bakteriostatické účinky zajišťující vyšší trvanlivost piva. Teprve mnohem později se začal používat pro dodání hořké chuti a úpravu dalších vlastností piva. Chemická skladba chmele zahrnuje pivovarsky důležité složky, ke kterým patří chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly (Prugar *et al.*, 2008). Chmel se skládá převážně z celulózy a ligninu (až 50%), (Kornysova *et al.*, 2009). Z ostatních přítomných látek se věnuje pozornost tzv. problémovým složkám, které mohou kvalitu chmele či chmelových výrobků pro pivovarské využití ovlivnit negativně (Prugar *et al.*, 2008).

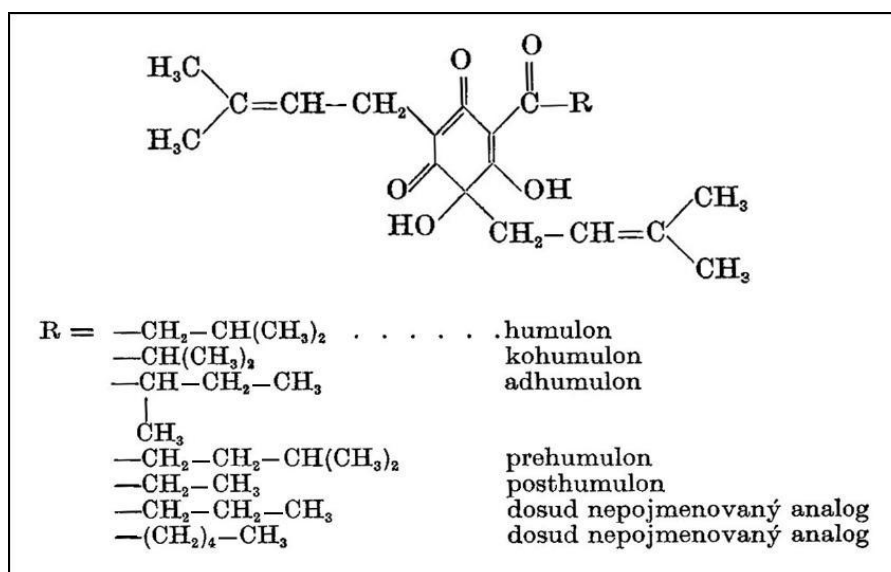
2.3.1 Voda

Obsah vody v ocesaných hlávkách činí 78 až 82 % (Šnobl, 2005) a ovlivňuje vlastnosti chmele během skladování. Příliš suché chmele s vlhkostí pod 10 % se drolí a dochází ke ztrátám technologicky cenných, především hořkých látek. Naopak chmele s obsahem vody nad 12 %, které mají vlhčí především vnitřní části hlávek, vřetenko a střední listeny, jsou snadno napadány mikroorganismy a podléhají více i oxidačním a polymeračním změnám. Proto obsah vody v chmelových hlávkách po usušení by se měl pohybovat v rozmezí 10 až 11 % (Basařová, 2010).

2.3.2 Chmelové pryskyřice

Transformační produkty chmelových pryskyřic, tvořící se při chmelovaru, jsou zdrojem typické hořkosti piva, stabilizují pивní pěnu a díky antiseptickým účinkům zvyšují biologickou trvanlivost piva. Patří k nim především α -hořké (obrázek 5) a β -hořké kyseliny (obrázek 6), které jsou v čistém stavu bez chuti a vůně a málo rozpustné ve vodě (Bamforth, 2004). Obsah chmelových pryskyřic je nejvýznamnějším kvalitativním znakem chmele. Chmelové pryskyřice (tabulka 1) se člení na měkké pryskyřice (α , β - hořké kyseliny) a tvrdé pryskyřice (Horejsek a Zich, 1990). Chmelové kyseliny, hořké látky odvozené od rostliny chmele (*Humulus lupulus*) jsou schopné vyvinout širokou škálu pozitivních vlastností. Vykazují potenciální protinádorové aktivity. Navíc, chmelové hořké kyseliny jsou účinné proti zánětlivým a metabolickým poruchám, které z nich dělají náročné kandidáty pro léčbu kardiovaskulárních onemocnění a metabolických syndromů (Van Cleemput *et al.*, 2009). Tvorba chmelových pryskyřic probíhá ve čtyřech etapách, nejprve dochází k vytvoření floroglucinového systému, kdy z příslušných aminokyselin vznikají keto-kyseliny. Z nich se postupně váží acyly jednotlivých homologů β a α -hořkých kyselin (lupulon a humulon). V druhé etapě z floroglucinového jádra vznikají β -hořké kyseliny, vlivem slunečního záření dochází ke změnám na α -hořké kyseliny. Obsah α -hořkých kyselin je ovlivněn délkou dozrávání a intenzitou osvětlení (Peacock, 1998). α -kyseliny (humulon) jsou bez chuti (Kornysova *et al.*, 2009). V poslední fázi se tvoří další měkké pryskyřice (Horejsek a Zich, 1990).

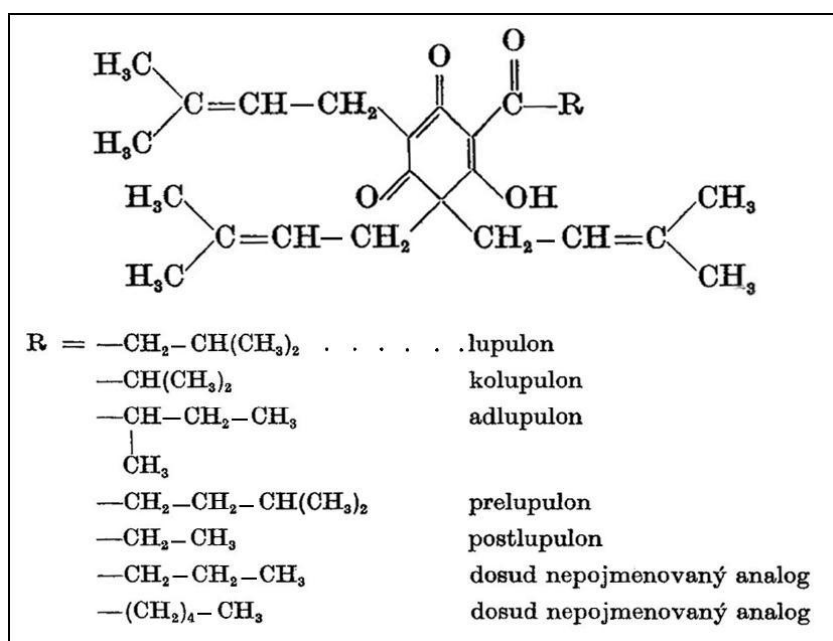
Obrázek 5 Strukturální vzorec α -hořkých kyselin



Zdroj: (Hlaváček a Lhotský, 1972)

Pro pivovarské využití mají prvořadý význam α -hořké kyseliny, které jsou základní hořící složkou piva (Peacock, 1998). Tyto kyseliny jsou tvořeny směsí sedmi dosud známých analogů humulonů. V přirozených směsích α -hořkých kyselin převládají kohumulon, humulon a adhumulon. Analogy vytvářejí i β -hořké kyseliny, z nichž nejvíc jsou zastoupeny kolupulon, lupulon a adlupulon.

Obrázek 6 Strukturální vzorec β -hořkých kyselin



Zdroj: (Hlaváček a Lhotský, 1972)

V průběhu chmelovaru dochází k izomeraci α -hořkých kyselin na iso- α -hořké kyseliny. Tyto látky jsou rozpustné ve vodě a jsou hlavním zdrojem hořkosti piva (Bamforth, 2004). Iso- α -kyseliny jsou silně hořké (Kornysova *et al.*, 2009). Přibližně 10 % celkové hořkosti piva pochází z transformačních produktů β -hořkých kyselin (Bamforth, 2004).

2.3.3 Chmelové silice

Chmelové silice jsou nejdůležitější skupinou látek odpovědných za aroma chmele (Čepička, 2000). Obsahují těkavé a sensoricky aktivní látky. Jsou proto nositeli chmelové vůně. Její intenzita se mění v průběhu zrání chmele. Složení silic je rovněž závislé na odrůdě, na klimatických a půdních podmínkách stanoviště. Zráním chmele obsah silic stoupá, sušením část vytéká (Horejsek a Zich, 1990). Silice jsou přítomny v lupulinových zrnech chmelové hlávky a chmel jich obsahuje 0,5 až 3,0 %. Jsou složitou směsí několika set přírodních látek převážně terpenického charakteru a různého chemického složení. Některé jsou zastoupeny v řádově desítkách procent, mnoho dalších se vyskytuje v malém až stopovém množství. Všechny se společně podílejí na vzniku charakteristického chmelového aroma (Čepička, 2000).

Složky chmelových silic je možno rozdělit do tří skupin látek. Největší podíl připadá na uhlovodíkovou frakci, která u čerstvě sklizeného chmele tvoří 70 – 80 % celkové hmotnosti silic. Zbývající podíl (okolo 25 %) připadá na látky obsahující kyslík. Sirná frakce chmelových silic tvoří přibližně pouze 1 %, ale vzhledem k tomu, že se jedná o látky sensoricky vysoce aktivní, může mít (při vyšším obsahu) její vliv na celkové aroma význam. V pivovarském procesu se využije pouze malý podíl silic. Většina se ztrácí vytěkáním při chmelovaru, další odpadají při kvašení adsorpcí na kvasnice a kaly. Z tohoto důvodu se někdy zvýrazňuje chmelová vůně piva například dávkováním kvalitního aromatického chmele ke konci varného procesu (tzv. „late hopping“) nebo přidávkem chmele do piva v konečných fázích technologie – dry hopping“ (Prugar *et al.*, 2008).

2.3.4 Chmelové polyfenoly

Zahrnují jednoduché fenolové kyseliny (gallovou, hydroxyskořicovou, kávovou, kumarovou aj.) a jejich deriváty, dále polycyklické struktury nazývané flavonoidy. Chmel obsahuje 2 až 6 % polyfenolů (Čepička *et al.*, 2002). Polyfenolové látky chmele mají stejně jako skladové polyfenoly pozitivní i negativní význam v technologii a v kvalitě piva, mohou působit např. jako antioxidanty nebo prooxidanty (Fukumoto a Mazza, 2000). Polyfenoly mají redukční schopnosti, kterými chrání chmelové pryskyřice před oxidací. Díky své reaktivitě podporují tvorbu lomu při chmelovaru, ale hlavně čiření piva vylučováním kalů reakcemi s dusíkatými látkami v průběhu chlazení mladiny a kvašení, a to intenzivněji než sladové polyfenoly, resp. fenolové sloučeniny s nižším stupněm kondenzace a vyšším počtem hydroxylových skupin, mají příznivý vliv na redoxní vlastnosti mladiny a piva (Lermusieau *et al.*, 2001). Jsou přirozenými antioxidanty, podporují oddálení tvorby nebiologických zákalů (McMurrough *et al.*, 1993) a stárnutí chuti stočeného piva (Kaneda *et al.*, 1995). Podílejí se na plnosti chuti piva a jsou jim stejně jako dalším látkám chmele připisovány příznivé zdravotní vlastnosti.

Chmelové polyfenoly jsou v mladině a pivu obsaženy v menším množství než sladové, mají polární charakter, jsou ve vodě snáze rozpustné a podílejí se z 20 až 30 % na celkovém obsahu polyfenolů piva v závislosti na dávce a odrůdě použitého chmele (Van Sumere *et al.*, 1987) či chmelového přípravku. Obecně vykazují vyšší hladiny polyfenolů odrůdy jemných aromatických chmelů, především žateckého poloraného červeňáku (3,5 až 4,5 % v sušině) než vysokoobsažné hrubé odrůdy chmele. Nižší hladiny polyfenolů jsou obvykle v chmelových přípravcích, chybí v jednosložkových extraktech získaných se superkritickým oxidem uhličitým (Basařová, 2010).

2.3.5 Chemické složení měřených odrůd chmele

Tabulka 1 Chemické složení měřených odrůd chmele

	ŽPČ	Sládek	Premiant	Agnus
Celkové pryskyřice (% hm.)	13 – 20	17 – 24	19 – 25	26 – 32
Alfa kyseliny (% hm.)	2,5 – 4,5	4,5 – 8,0	7,0 – 10,0	9,0 – 12,0
Beta kyseliny (% hm.)	4,0 – 6,0	4,0 – 7,0	3,5 – 5,5	4,0 – 6,5
Kohumulon (% rel.)	23 – 26	23 – 30	18 – 23	29 – 38
Kolupulon (% rel.)	39 – 43	44 – 50	39 – 44	51 – 59

Zdroj: (Chmelařský institut s.r.o., 2012)

2.4 Sušení chmele

Očesaný chmel je stále živým rostlinným materiálem. Na poškození, k němuž dochází při česání, reaguje zvýšenou intenzitou dýchání. Důsledkem toho je hromadění vlhkosti v mase hlávek a posléze i zvýšení teploty (Vrzalová a Fric, 1994). Hrozí nebezpečí zapaření až znehodnocení – ztráta lesku, změna základní barvy, negativní dopad na celkovou kvalitu hlávek (Šnobl, 2004). Proto v procesu sklizně je nejvhodnější takový postup, kdy chmel z česacího stroje přichází přímo do sušárny. Maximální časový interval mezi očesáním a sušením se uvádí 2 hodiny. Tato doba se v provozních podmínkách často prodlužuje a tím dochází k častému znehodnocení. Z tohoto důvodu se mezi česací stroje a sušárny vkládají různé typy zásobníků vybavených provzdušňováním (Vrzalová a Fric, 1994).

Sušení chmele a dokonalé balení mají velký vliv na rychlost stárnutí chmele během skladování. Při nedokonalém osušení a skladování s možností značného styku se vzdušným kyslíkem chmel rychle stárne a dochází k oxidačním změnám především pryskyřic a silic. Sušení chmele je nejjednodušší postup jeho konzervace a úpravy pro skladování.

Vlhkost je v chmelové hlávce rozložena nerovnoměrně, nižší obsah vody mají povrchové listeny, vyšší naopak vřetenko uprostřed hlávky, což je pro sušení nevýhodné. Nedostatečně vysušený chmel s vlhkostí nad 14 % rh může být při skladování napadán plísněmi a kvalita se může rapidně zhoršit. Obsah vody pod 10 % rh ale také není žádoucí, protože hlávky jsou pak velmi křehké a snadno se rozpadají, což je nevhodné pro další zpracování této suroviny (Basařová, 2010).

Při nízkém obsahu vody jsou chmelové hlávky křehké a při mechanickém namáhání se snadno rozplevují na věténka a listeny, což vede k velkým ztrátám lupulinu a značně znesnadňuje další zpracování. Při vyšší vlhkosti hrozí nebezpečí zapaření či dokonce samovznícení chmele (Krofta *et al.*, 2007).

Podle subjektivního posouzení hlávek se rozlišují dva stupně vysušení:

- na stopku – kdy celá stoka je křehká a při ohybu se láme, věténko zůstává pružné a ohebné, vlhkost se pohybuje v rozmezí 8 až 11 % rh;
- na věténko – kdy je suchá nejen stoka, ale i věténko, které je křehké a lámavé, vlhkost chmele se pohybuje podle tvaru a vyrovnanosti hlávek v rozmezí 5 až 7 % rh.

V současné době se suší „na věténko“ a následně se chmel upravuje v klimatizační skříní na vlhkost 10,5 až 11 % rh, aby se nerozpadl při dalších manipulacích (Basařová, 2010). Vývoj sušení chmele (Barth *et al.*, 1994) postupoval od přirozeného sušení na vzduchu k řízenému sušení, které se provádí:

- komorovými sušárnami;
- pásovými sušárnami.

2.4.1 Komorové sušárny

Komorové sušárny jsou vsádková zařízení, ve kterých sušící vzduch prostupuje vrstvou vlhkého chmele (Krofta *et al.*, 2007). Komorové sušárny jsou starším typem sušáren. Jedná se o protiproudý systém (postup sušení materiálu proti směru proudění vzduchu). Jsou to výškové typy sušáren, kde ve spodní části je topeniště (lehký topný olej, plyn). Nad topeništěm (minimální vzdálenost 6 m) je vlastní sušící prostor – žaluzie, chmel je sušen ve čtyřech vrstvách nad sebou každé podlaží tvoří sklopná žaluzie. Čerstvý chmel je rozkládán na nejvýše položenou žaluzii. Po nezbytném prosušení (vrstvy a potřebného odparu vlhkosti) se pomocí žaluziového systému spustí na druhou žaluzii a na první žaluzii se nasype opět čerstvý chmel. Takto se proces opakuje až do úplného zaplnění sušárny a konečného vysušení chmele.

Nejspodnější vrstva je řešena tak aby bylo umožněno vyprázdnění sušárny od usušeného chmele (vyprazdňovací vozíky nebo nekonečně pohyblivé pásy), (Vrzalová a Fric, 1994). Teploty sušení se pohybují nejvýše v rozsahu 55 až 60 °C, aby nedošlo ke změnám hořkých látek, silic a polyfenolů. Teploty se shora dolů zvyšují a doba sušení se snižuje. Čím je rychlost proudění sušícího vzduchu vyšší, tím lze použít vyšší teplotu (Basařová, 2010).

2.4.2 Pásové sušárny

Pásová sušárna je kontinuální sušicí zařízení (Krofta *et al.*, 2007). Pásové sušárny jsou novějším typem sušáren. Jedná se rovněž o protiproudý systém. Chmel od česacích strojů přichází do násypky sušárny kde je rovnoměrně vrstven na celou šíři vynášecího dopravníku, kterým je vymezen na nejvýše umístěný sušicí pás (1. pás). Po průchodu sušícím tunelem je na protilehlém konci sušícího tunelu spouštěn na 2. pás sušárny, kterým je unášen protisměrem posunu 1. pásu na opačný konec tunelu kde spadává na 3. pás. Na tomto páse probíhá poslední fáze sušení a současně tímto pásem je usušený chmel vyneseno mimo vlastní sušicí tunel (Vrzalová a Fric, 1994). Suší se horkým vzduchem vytápěným lehkými hořáky na topný olej nebo plyn (Boehner, 2012). U obou typů sušáren se hlávky suší při teplotě 55 až 60 °C po dobu 6 až 9 hodin (Šnobl, 2004). Při teplotách sušení nad 60 °C dochází k barevným i senzorickým změnám sušeného chmele, který tak ztrácí na ceně (Krofta *et al.*, 2007). Při této teplotě (nad 60 °C) dochází ke zhnědnutí lupulinu (Šnobl, 2004).

K posunu chmele, jak již bylo dříve uvedeno, se používá protiproudý způsob. To znamená, že nejteplejší a nejsušší vzduch je přiváděn do nejvíce prosušeného materiálu. Dále sušárna musí být vybavena teplovzdušným výměníkem (výměna tepla spaliny – vzduch). Použití přímých spalin při sušení chmele není povoleno z hygienických důvodů. Sušárny musí být vybaveny snadnou a operativní regulací teploty. Posledním požadavkem je dostatečné množství do sušárny přiváděného a ze sušárny odváděného vzduchu (Vrzalová a Fric, 1994).

2.4.3 Klimatizace usušeného chmele

Usušené hlávky jsou křehké, snadno se rozpadají a poškozují, nejsou schopné další manipulace. Musí proto dojít k úpravě vlhkosti na 10,5 až 12,0 % rh. Nelze provést usušení hlávek přímo na vlhkost 10,5 až 12,0 % rh, neboť by při této vlhkosti nebylo úplně usušeno (umrtveno) věténko (Šnobl, 2004). Pokud by tomu tak nebylo, roste nebezpečí rozšiřování vlhkosti na listeny a tím ztráta přirozeného lesku hlávek, případně změna barvy hlávek.

K úpravě vlhkosti slouží speciální klimatizační komory, které jsou součástí pásových sušáren. U komorových sušáren jsou klimatizační komory budovány při provádění rekonstrukcí.

Princip klimatizace chmele je založen na využívání odpadního vzduchu odváděného ze sušárny. Tento vzduch má 42 až 45 °C a relativní vlhkost \pm 40 % rh. Ochlazením na teplotu 25 až 28 °C (průchodem přes vodní pračku) stoupne relativní vlhkost (Vrzalová a Fric, 1994). Hlávky jsou zvlhčovány vzduchem o relativní vlhkosti 70 – 75 % rh po dobu 70 – 90 minut (Šnobl, 2004). Při této vlhkosti v závislosti na čase stoupne vlhkost chmelových hlávek na 10,5, až 11 % rh. Podmínkou správné funkce klimatizační komory je dokonale vysušený chmel před vstupem do komory (Vrzalová a Fric, 1994). Po klimatizaci pak bezprostředně následuje balení hlávek a jejich odvoz k odběrateli. Pro skladování zabaleného chmele před odvozem pak postačí jen menší prostory (Šnobl, 2004).

3. Cíl práce

Cílem práce je zpracovat návrh metody optimalizace sušení vybraných odrůd chmele tak, aby bylo dosaženo maximálního obsahu kvalitativních ukazatelů produktu prostřednictvím různých technologických způsobů sušení.

4. Metodika

Sledované odrůdy byly sbírány a následně sušeny v žatecké chmelařské oblasti v lokalitách Blšany, Strojetic, Běsno a Nesuchyně v období od 18. 8. 2012 do 4. 9. 2012 během sklizně chmele. Všechny sledované odrůdy byly sbírány v dopoledních hodinách a to v rozmezí 9:00 až 12:00 hodin.

Sušení probíhalo na:

- pásových sušárnách – Běsno, Nesuchyně;
- komorových sušárnách – Blšany, Strojetic.

Sběr vzorků se zaměřil na čtyři hlavní odrůdy, a to Žatecký poloraný červeňák, Sládek, Premiant a Agnus.

Celkem bylo odebráno 117 vzorků, z toho:

- 72 vzorků odrůdy Žatecký poloraný červeňák;
- 23 vzorků odrůdy Sládek;
- 14 vzorků odrůdy Premiant;
- 8 vzorků odrůdy Agnus.

Dle jednotlivých typů sušáren bylo odebráno celkem 117 vzorků:

Pásové sušárny (celkem 65 vzorků):

- 36 vzorků odrůdy Žatecký poloraný červeňák;
- 11 vzorků odrůdy Sládek;
- 10 vzorků odrůdy Premiant;
- 8 vzorků odrůdy Agnus.

Komorové sušárny (celkem 52 vzorků):

- 36 vzorků odrůdy Žatecký poloraný červeňák;
- 12 vzorků odrůdy Sládek;
- 4 vzorky odrůdy Premiant;

Všechny vzorky byly odebírány stejným způsobem, nejprve byl odebrán vzorek zeleného ještě neusušeného chmele. Výška vstupující vrstvy na začátku sušení byla v rozmezí 19 až 30 cm při teplotě 26 až 33 °C. Poté, co chmel prošel celým procesem sušení, byl odebrán nový již suchý vzorek stejného chmele. Na konci cyklu byla vystupující vrstva v rozmezí 25 až 30 cm (komorové sušárny) a 40 až 70 cm (pásové sušárny) při teplotě 48 až 56 °C.

U těchto vzorků se dále stanovovalo:

- index skladování chmele (HSI);
- obsah a složení hořkých kyselin metodou HPLC.

Index skladování chmele byl stanoven podle metody ASBC, Hops-6 na spektrofotometru Shimadzu UV 1601. Jedná se o bezrozměrný parametr známý z anglického překladu pod zkratkou HSI (Hop Storage Index). Je definován jako poměr absorbancí toluenového extraktu chmele v prostředí alkalického methanolu při 275 a 325 nm ($HSI = A_{275}/A_{325}$).

HPLC (high-performance liquid chromatography neboli vysokouúčinná kapalinová chromatografie). Obsah a složení hořkých kyselin bylo stanoveno podle metody EBC 7.7. na kapalinovém chromatografu Shimadzu LC-10A a koloně Nucleosil RP C18 (Macherey Nagel, Německo), 250 x 4,6 mm, 5 µm. Průtok mobilní fáze o složení methanol-voda-kyselina fosforečná (850:190:5 obj.) byl 0,8 ml/min. Analytický signál byl snímán DAD detektorem při vlnové délce 314 nm.

K měření teploty byl použit infračervený teploměr UT 302C, specifikace:

Měřicí rozsah: -32 °C až +650 °C (26 °F až 1202 °F).

Spektrální rozsah: 8 až 14 mikro přesnost +/- 1.8 % nebo (1.8 °C / 4 °F).

Při teplotě nižší než 0 °C je přesnost snížena o 1 °C / 2 °F.

Doporučená okolní teplota je 23 °C až 25 °C.

Opakovatelnost: 0.5 % z měření nebo 1 °C / 2 °F.

Čas odezvy (95 %): 250 mS.

Vzdálenost / bod (D:S) 20:1.

Nastavení zářivosti: 0.10 až 1.00.

Rozlišení displeje: +/- 0.1 °C / 0.1 °F.

Druhý displej: Maximum, Minimum, Rozdíl, Průměr.

Laser: Jednobodový.

Výkon laseru: Třída 2 (II), výkon 1 mW, vlnová délka 630 až 670 nm.

Napájení: 9 V baterie 6F22.

Výsledky byly zpracovány v programu Microsoft Excel a statisticky vyhodnoceny programem STATISTICA 10, StatSoft CZ, metodou Popisné statistiky a Anova.

5. Výsledky a diskuse

5.1 Obsah a složení chmelových pryskyřic

Všechny odrůdy byly porovnávány s Atlasem českých odrůd chmele (2012).

5.1.1 Žatecký poloraný červeňák

Ve sledovaném období byl naměřen (tabulka 2) nejvyšší obsah α -hořkých kyselin u odrůdy Žatecký poloraný červeňák ve Strojeticích (4,53 % hm.), druhý nejvyšší v Blšanech (3,95 % hm.), nižší hodnota byla naměřena v Nesuchyni (3,86 % hm.) a v Běsně (3,82 % hm.). Všechny tyto hodnoty odpovídají rozmezí dle Atlasu českých odrůd chmele (2012), kde je uvedeno 2,5 až 4,5 % hm.

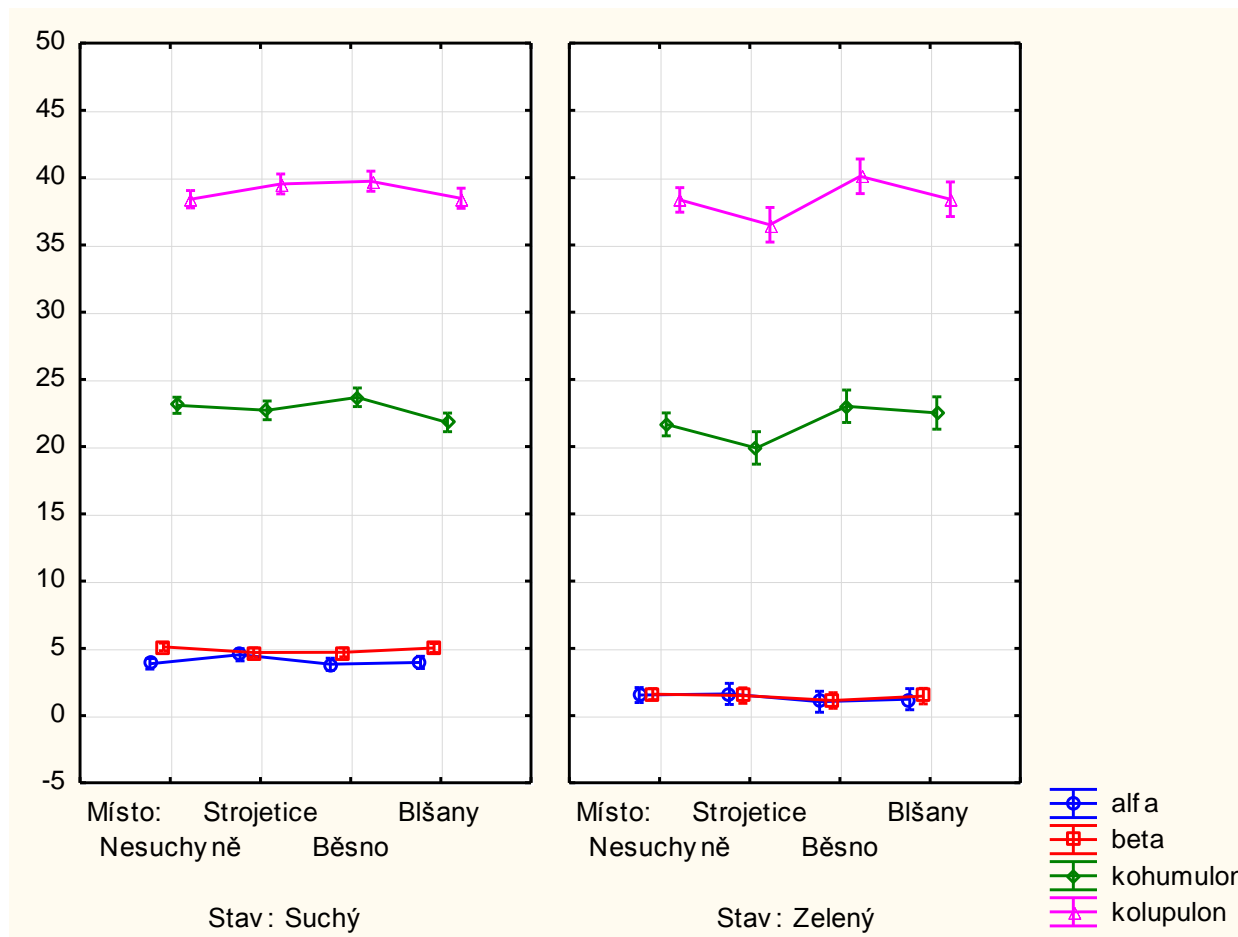
Tabulka 2 Obsah a složení chmelových pryskyřic ŽPČ

ŽPČ	Suchý chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	3,86	5,11	23,08	38,40
Strojetic	4,53	4,70	22,70	39,53
Běsno	3,82	4,70	23,67	39,73
Blšany	3,95	5,03	21,80	38,47
\bar{x}	4,02	4,90	22,83	38,98
Min.	3,47	4,49	21,70	38,10
Max.	4,80	5,60	23,90	39,80
s_x	0,40	0,30	0,81	0,64
ŽPČ	Zelený chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	1,53	1,60	21,65	38,35
Strojetic	1,61	1,49	19,90	36,50
Běsno	1,03	1,12	23,00	40,10
Blšany	1,22	1,45	22,50	38,40
\bar{x}	1,38	1,45	21,74	38,34
Min.	1,03	1,12	19,90	36,50
Max.	1,94	1,73	23,00	40,10
s_x	0,38	0,22	1,24	1,55

Nejvíce β -hořkých kyselin bylo naměřeno v Nesuchyni (5,11 % hm.), dále v Blšanech (5,03 % hm.) a nejméně ve Strojeticích a Běsně (v obou 4,70 % hm.).

Hodnoty (graf 1) opět odpovídají rozmezí dle Atlasu českých odrůd chmele (2012), kde je uvedeno 4,0 až 6,0 % hm.

Graf 1 Obsah a složení chmelových pryskyřic ŽPČ



Obsah kohumulonu splnily pouze v Běsně (23,67 % rel.) a v Nesuchyni (23,08 % rel.). Ve Strojeticích (22,70 % rel.) a Blšanech (21,80 % rel.) průměrné hodnoty nedosáhly – dle Atlasu českých odrůd chmele (2012) minima (23 až 26 % rel.).

Poslední měřená hodnota množství kolupulonu opět splnili pouze dvě lokality a to Běsno (39,73 % rel.) a Strojetice (39,53 % rel.). Zbývá dvě střediska Blšany (38,47 % rel.) a Nesuchyně (38,40 rel.) vykazovala hodnoty menší než minimum dle Atlasu českých odrůd chmele (2012) 39 až 43 % rel.

Rozdíl mezi zeleným a suchým chmelem je nejvyšší u β -hořkých kyselin a to v Blšanech a Běsně (3,58 % hm.), dále je velký rozdíl u α -hořkých kyselin nejvíce

ve Strojeticích (2,92 % hm.). Nejvyšší rozdíl kohumulonu je v lokalitě Strojetic (2,80 % rel.) a kolupulonu také ve Strojeticích (3,03 % rel.).

5.1.2 Sládek

Sládek byl na obsah a složení chmelových pryskyřic měřen (tabulka 3) pouze v lokalitách Nesuchyně a Blšany.

U této odrůdy je nejvyšší obsah α -hořkých kyselin v Nesuchyni (7,66 % hm.) méně v Blšanech (7,21 % hm.), obě hodnoty jsou v rozmezí Atlasu českých odrůd chmele (2012) 4,5 až 8,0 % hm.

Tabulka 3 Obsah a složení chmelových pryskyřic Sládek

Sládek	Suchý chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	7,66	6,25	21,83	43,60
Blšany	7,21	5,75	21,10	44,37
\bar{x}	7,43	6,00	21,47	43,98
Min.	6,96	5,51	20,70	43,50
Max.	7,83	6,35	21,90	44,60
Sx	0,31	0,31	0,47	0,50
Sládek	Zelený chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	2,50	1,92	21,50	42,30
Blšany	1,89	1,77	21,50	44,80
\bar{x}	2,20	1,85	21,50	43,55
Min.	1,89	1,77	21,50	42,30
Max.	2,50	1,92	21,50	44,80
Sx	0,43	0,11	0,00	1,77

Obsah β -hořkých kyselin je opět vyšší v Nesuchyni (6,25 % hm.), než v Blšanech (5,75 % hm.). Hodnoty splňují rozmezí Atlasu českých odrůd chmele (2012) 4,0 až 7,0 % hm.

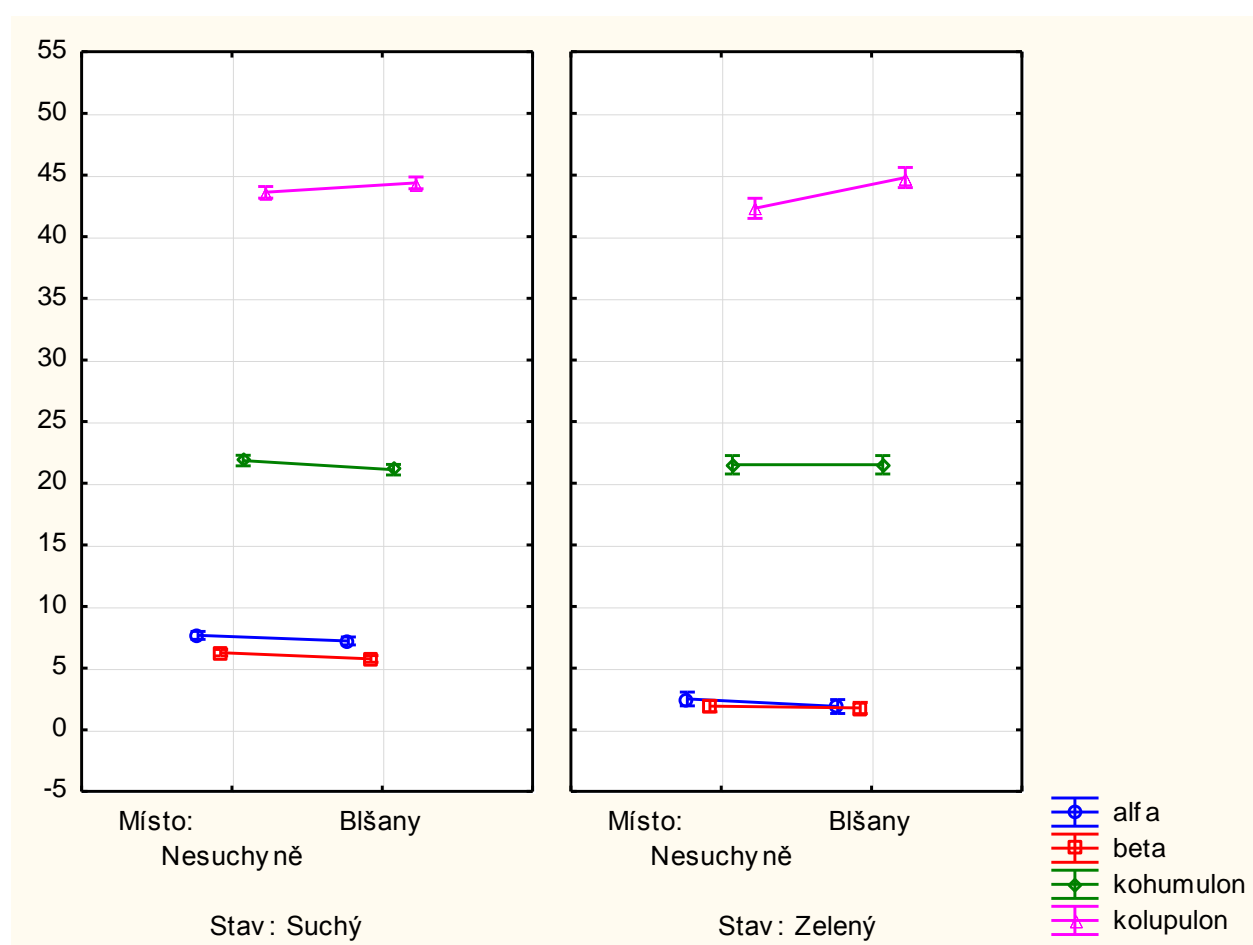
Relativní procentický obsah kohumulonu je v Nesuchyni (21,83 % hm.) a Blšanech (21,10 % hm.) menší než minimum uvedené v Atlasu českých odrůd chmele (2012), které činí 23 až 30 % rel.

Průměrný obsah kolupulonu, dle tabulky 3 splnily pouze Blšany (44,37 % rel.), jelikož obsah v Nesuchyni (43,60 % rel.) nedosahoval minima dle Atlasu českých odrůd chmele (2012) 44 až 50 % rel.

Rozdíl mezi zeleným a suchým (graf 2) chmelem je znatelný. Nejvíce u obsahu α -hořkých kyselin v Blšanech (5,32 % hm.), obsahu β -hořkých kyselin v Nesuchyni (4,33 % hm.).

U obsahu kohumulonu je rozdíl minimální a nejvyšší rozdíl kolupulonu je v Nesuchyni (1,3 % rel.).

Graf 2 Obsah a složení chmelových pryskyřic Sládek



5.1.3 Premiant

Odrůda Premiant nebyla sušena v lokalitě Blšany, z tohoto důvodu jsou zde hodnoty jen ze zbylých tří lokalit.

Premiant je dle mého měření (tabulka 4) odrůda s druhým nejvyšším obsahem α -hořkých kyselin. Všechny hodnoty jsou v rozmezí Atlasu českých odrůd chmele (2012) 7,0 až 10,0 % hm. Nejvyšší obsah je v Nesuchyni (9,33 % hm.), dále ve Strojeticích (8,79 % hm.) a nejméně v Běsně (8,42 % hm.).

Obsah β -hořkých kyselin je také nejvyšší v Nesuchyni (5,60 % hm.) dokonce je vyšší i než v Atlasu českých odrůd chmele (2012) 3,5 až 5,5 % hm. Méně bylo naměřeno ve Strojeticích (4,62 % hm.) a Běsně (4,18 % hm.).

U obsahu kohumulonu se do rozmezí Atlasu českých odrůd chmele (2012) 18 až 23 % rel. vešla pouze lokalita Běsno (18,73 % rel.), v lokalitách Strojeticice (17,67 % rel.) a Nesuchyně (17,63 % rel.) bylo naměřeno méně než minimum.

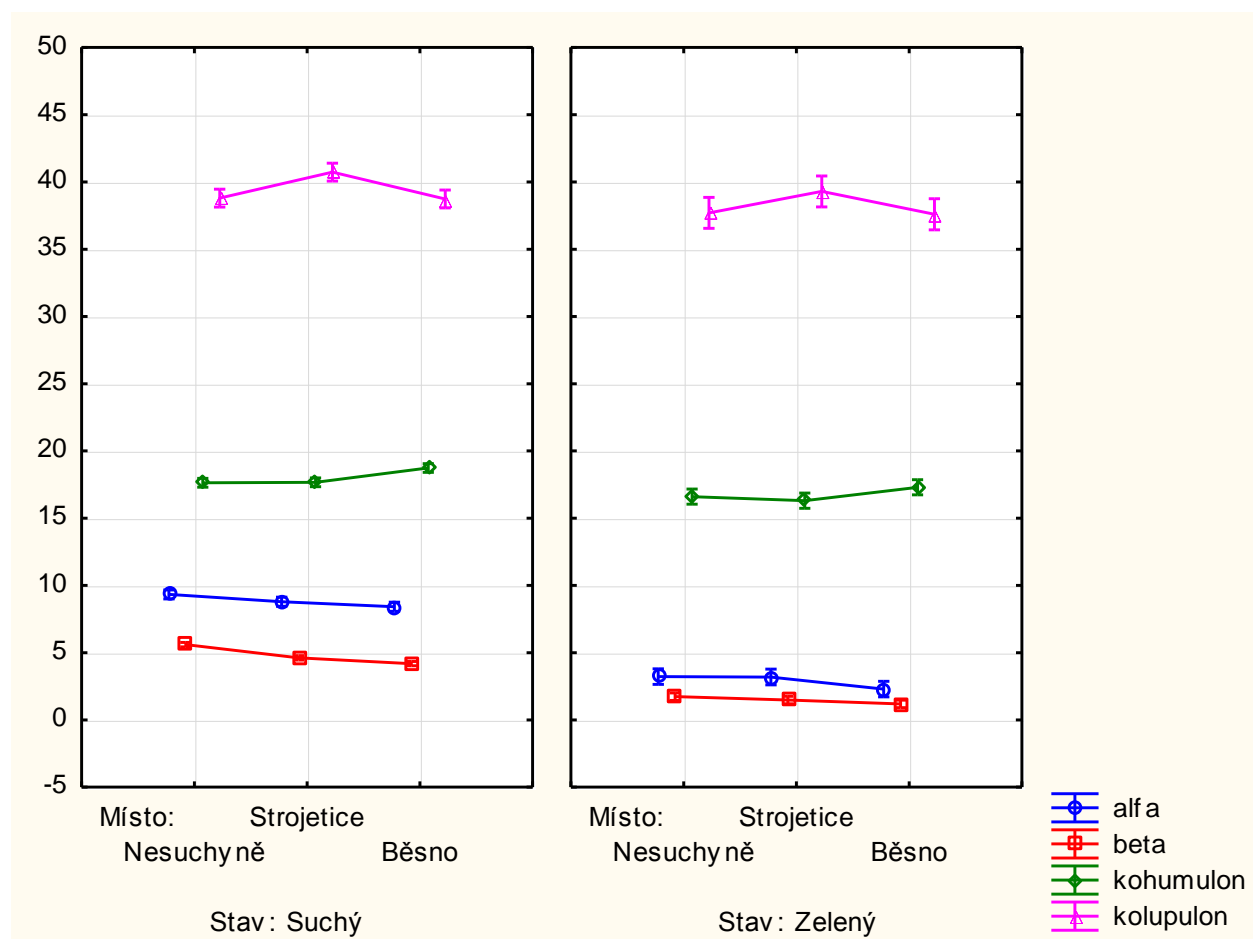
Obsah kolupulonu také splnila pouze jedna oblast, a to Strojeticice (40,73 % rel.). Nesuchyně (38,80 % rel.) a Běsno (38,73 % rel.) nesplnily minimální obsah stanovený Atlasem českých odrůd chmele (2012) 39 až 44 % rel.

Tabulka 4 Obsah a složení chmelových pryskyřic Premiant

Premiant	Suchý chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	9,33	5,60	17,63	38,80
Strojeticice	8,79	4,62	17,67	40,73
Běsno	8,42	4,18	18,73	38,73
\bar{x}	8,84	4,80	18,01	39,42
Min.	8,13	4,06	17,30	38,50
Max.	9,41	5,69	18,90	41,20
Sx	0,45	0,64	0,58	1,07
Premiant	Zelený chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	3,22	1,73	16,60	37,70
Strojeticice	3,19	1,48	16,30	39,30
Běsno	2,29	1,19	17,30	37,60
\bar{x}	2,90	1,47	16,73	38,20
Min.	2,29	1,19	16,30	37,60
Max.	3,22	1,73	17,30	39,30
Sx	0,53	0,27	0,51	0,95

Mezi zeleným a suchým chmelem (graf 3) je ve všech lokalitách podobný rozdíl α -hořkých kyselin, nejvyšší je v Běsně (6,13 % hm.), u β -hořkých kyselin je největší v Nesuchyni (3,87 % hm.). Rozdíl kohumulonu je nejvyšší v Běsně a kolupulonu ve Strojeticích (v obou 1,43 % rel.).

Graf 3 Obsah a složení chmelových pryskyřic Premiant



5.1.4 Agnus

Agnus byl sušen pouze v lokalitě Nesuchyně, proto je v tabulce 5 pouze porovnání mezi suchým a zeleným chmelem této odrůdy.

Agnus (graf 4) má z mnou měřených odrůd nejvyšší obsah α -hořkých kyselin a to 13,09 % hm. Je to o 8,08 % hm. vyšší obsah než obsahuje zelený chmel a dokonce o 1,09 % hm. více než je uvedeno v Atlasu českých odrůd chmele (2012) 9,0 až 12 % hm.

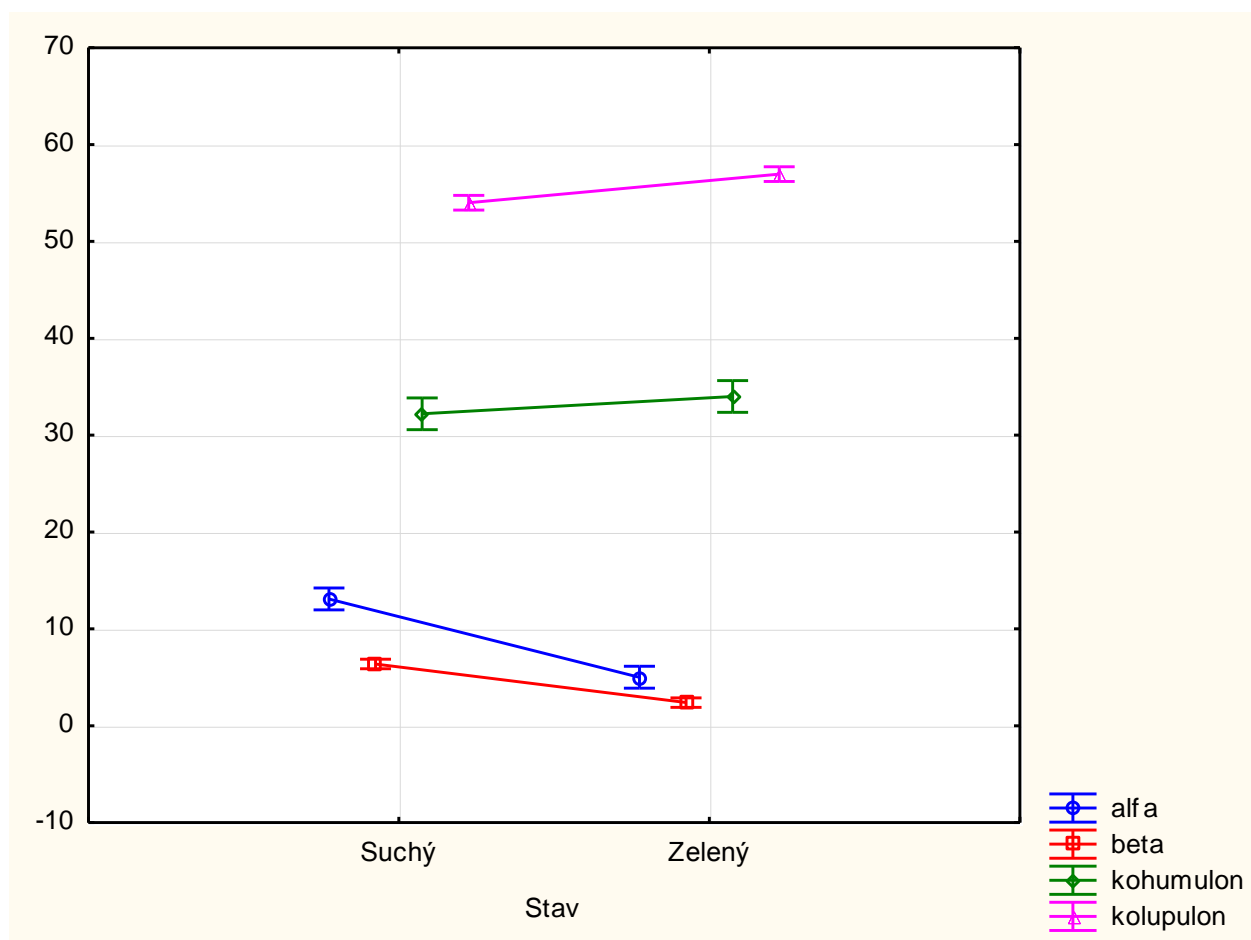
Obsah β -hořkých kyselin činí 6,37 % hm., splňuje rozmezí dle Atlasu českých odrůd chmele (2012) 4,0 až 6,5 % hm. Zelený chmel má na rozdíl od suchého chmele o 3,98 % hm. méně.

U této odrůdy obsah kohumulonu a kolupulonu stoupal, na rozdíl od ostatních odrůd, u kterých klesal. Kohumulon se zvýšil o 1,80 % rel. a kolupulon o 2,95 % rel.

Tabulka 5 Obsah a složení chmelových pryskyřic Agnus

Agnus	Suchý chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
\bar{x}	13,09	6,37	32,20	54,00
Min.	12,90	6,31	32,00	53,80
Max.	13,28	6,43	32,40	54,20
Sx	0,27	0,08	0,28	0,28
Agnus	Zelený chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
\bar{x}	5,01	2,39	34,00	56,95
Min.	4,69	2,24	33,50	56,80
Max.	5,33	2,54	34,50	57,10
Sx	0,45	0,21	0,71	0,21

Graf 4 Obsah a složení chmelových pryskyřic Agnus



5.2 Obsah a složení chmelových pryskyřic, porovnání pásových sušáren

5.2.1 Žatecký poloraný červeňák

Při porovnání pásových sušáren (tabulka 6), které se nacházejí v lokalitách Nesuchyně a Běsno, vychází, že rozdíly mezi sušárnami nejsou nijak markantní. Podíl α -hořkých kyselin je v Nesuchyni (3,86 % hm.) velmi podobný Běsnu (3,82 % hm.).

Tabulka 6 Obsah a složení chmelových pryskyřic na pásové sušárně ŽPČ

ŽPČ	Pásová sušárna - suchý chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	3,86	5,11	23,08	38,40
Běsno	3,82	4,70	23,67	39,73
\bar{x}	3,84	4,93	23,33	38,97
Min.	3,47	4,49	22,10	38,10
Max.	4,55	5,60	23,90	39,80
Sx	0,35	0,36	0,59	0,73
ŽPČ	Pásová sušárna - zelený chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	1,53	1,60	21,65	38,35
Běsno	1,03	1,12	23,00	40,10
\bar{x}	1,38	1,45	21,74	38,34
Min.	1,03	1,12	19,90	36,50
Max.	1,94	1,73	23,00	40,10
Sx	0,38	0,22	1,24	1,55

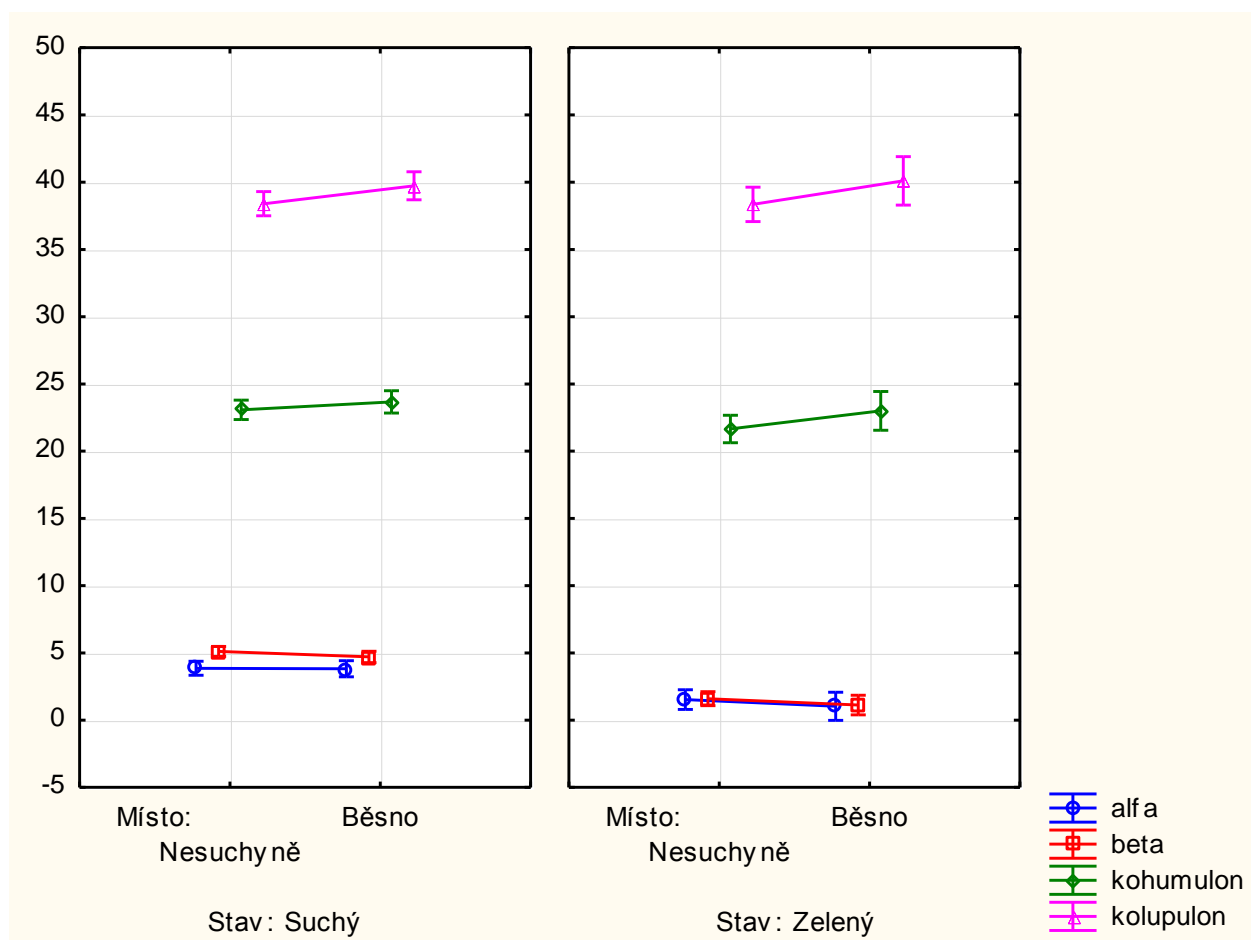
Obsah β -hořkých kyselin v Nesuchyni (5,11 % hm.) a v Běsně (4,70 % hm.), činí rozdíl 0,41 % hm.

Rozdíl mezi kohumulonem v Nesuchyni (23,08 % rel.) a Běsně (23,67) také nebyl moc odlišný (0,59 % rel.).

Nejvyšší rozdíl byl zaznamenán u kolupulonu v Běsně (39,73 % rel.) jeho obsah je vyšší o 1,33 % rel. oproti Nesuchyni (38,40 % rel.).

Mezi zeleným a suchým chmelem (graf 5) je větší rozdíl u α -hořkých kyselin (2,79 % hm.), β -hořkých kyselin (3,58 % hm.) a kolupulonu (-0,37 % rel.) v Běsně. V Nesuchyni je zaznamenán větší rozdíl než v Běsně jen u kohumulonu (1,43 % rel.).

Graf 5 Obsah a složení chmelových pryskyřic na pásové sušárně ŽPČ



5.2.2 Premiant

U odrůdy Premiant (tabulka 7) nejsou rozdíly mezi sušárnami o moc odlišnější než u Žateckého poloraného červeňáku. α -hořké kyseliny mají v Nesuchyni (9,33 % hm.) o 0,91 % hm. větší obsah než v Běsně (8,42 % hm.).

β -hořké kyseliny mají větší podíl v Nesuchyni (5,60 % hm.) o 1,42 % hm. než v Běsně (4,18 % hm.).

Množství humulonů je jako jediné větší v Běsně (18,73 % rel.) oproti Nesuchyni (17,63 % rel.) o 1,10 % rel.

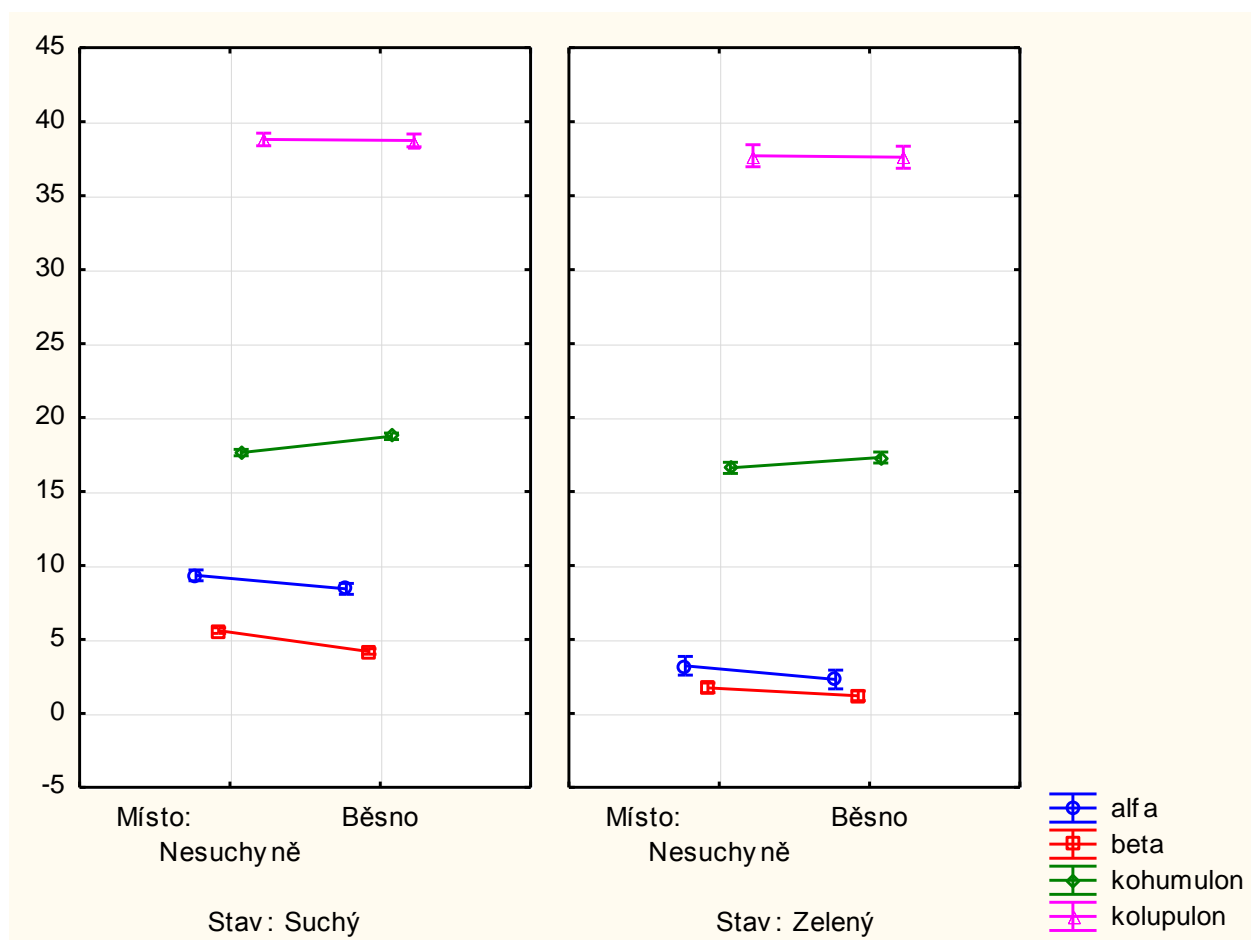
Kolupulon je v obou lokalitách téměř stejný, rozdíl je jen o 0,07 % rel. vyšší v Nesuchyni (38,80 % rel.) než v Běsně (38,73 % rel.).

Tabulka 7 Obsah a složení chmelových pryskyřic na pásové sušárně Premiant

Premiant	Pásová sušárna - suchý chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	9,33	5,60	17,63	38,80
Běsno	8,42	4,18	18,73	38,73
\bar{x}	8,87	4,89	18,18	38,77
Min.	8,13	4,06	17,50	38,50
Max.	9,41	5,69	18,90	39,10
Sx	0,54	0,78	0,61	0,24
Premiant	Pásová sušárna - zelený chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Nesuchyně	3,22	1,73	16,60	37,70
Běsno	2,29	1,19	17,30	37,60
\bar{x}	2,76	1,46	16,95	37,65
Min.	2,29	1,19	16,60	37,60
Max.	3,22	1,73	17,30	37,70
Sx	0,66	0,38	0,49	0,07

V tomto případě byl rozdíl mezi zeleným a suchým chmelem (graf 6) v obou sušárnách velmi malý. V Běsně je nepatrně vyšší rozdíl u α -hořkých kyselin (6,13 % hm.), kohumulonu (1,43 % rel.) a kolupulonu (1,13 % rel.). Nesuchyně má vyšší rozdíl jen v obsahu β -hořkých kyselin (3,87 % hm.).

Graf 6 Obsah a složení chmelových pryskyřic na pásové sušárně Premiant



5.3 Obsah a složení chmelových pryskyřic, porovnání komorových sušáren

5.3.1 Žatecký poloraný červeňák

Komorové sušárny se nacházejí v lokalitách Strojetice a Blšany. Dle tabulky 8 vidíme, že vyšší obsah α -hořkých kyselin je ve Strojeticích (4,53 % hm.) oproti Blšanům (3,95 % hm.).

Obsah β -hořkých kyselin je ovšem vyšší v Blšanech (5,03 % hm.) na rozdíl od Strojetic (4,70 % hm.).

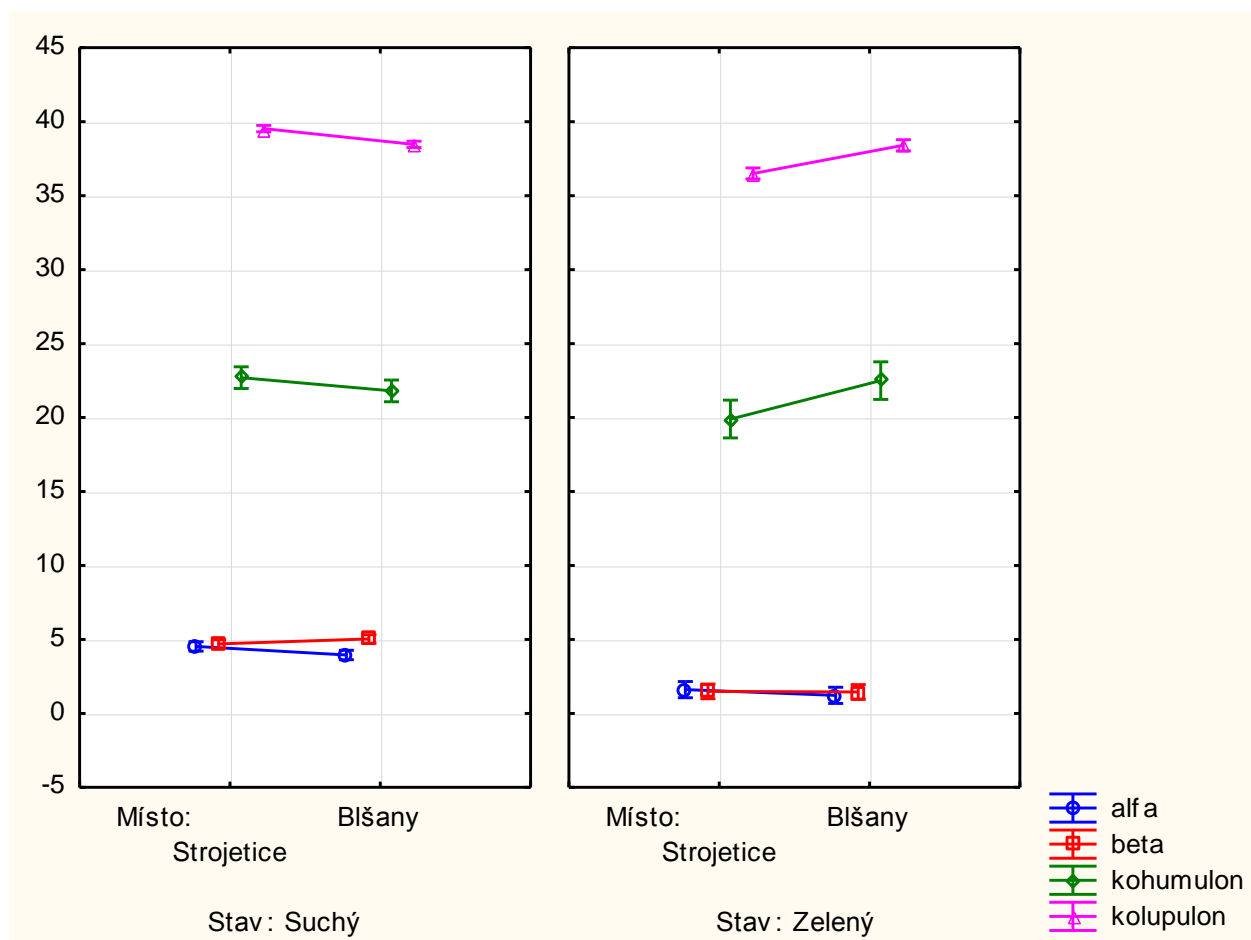
Kohumulon je opět vyšší ve Strojeticích (22,70 % rel.) stejně tak jako kolupulon (39,53 % rel.). Blšany mají kohumulon (21,80 % rel.) i s kolupulonem (38,47 % rel.) nižší.

Tabulka 8 Obsah a složení chmelových pryskyřic na komorové sušárně ŽPČ

ŽPČ	Komorová sušárna - suchý chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Strojetice	4,53	4,70	22,70	39,53
Blšany	3,95	5,03	21,80	38,47
\bar{x}	4,24	4,86	22,25	39,00
Min.	3,87	4,54	21,70	38,40
Max.	4,80	5,25	23,40	39,70
Sx	0,36	0,24	0,64	0,60
ŽPČ	Komorová sušárna - zelený chmel			
Lokalita	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
Strojetice	1,61	1,49	19,90	36,50
Blšany	1,22	1,45	22,50	38,40
\bar{x}	1,98	1,55	20,05	39,75
Min.	1,22	1,45	16,30	36,50
Max.	3,19	1,77	22,50	44,80
Sx	0,85	0,15	2,72	3,56

Rozdíl mezi zeleným a suchým chmelem (graf 7) je vyšší v Nesuchyni, a to v případě α -hořkých kyselin (2,92 % hm.), kohumulonu (2,80 % rel.) a kolupulonu (3,03 % rel.). Blšany mají vyšší rozdíl jen v obsahu β -hořkých kyselin (3,58 % hm.).

Graf 7 Obsah a složení chmelových pryskyřic na komorové sušárně ŽPČ



5.4 Obsah a složení chmelových pryskyřic, porovnání suchého a zeleného chmele

Při porovnání jednotlivých odrůd bez ohledu na lokality, z tabulky 9 vyplývá, že nejvyšší průměrný obsah všech složek má u suchého chmele Agnus - α -hořké kyseliny 13,09 % hm., β -hořké kyseliny 6,37 % hm., kohumulon 32,20 % rel., a kolupulon 54,00 % rel.

U α -hořkých kyselin má nižší obsah Premiant (8,84 % hm.), Sládek (7,43 % hm.) a nejnižší Žatecký poloraný červeňák (4,02 % hm.).

β -hořkých kyselin má nižší obsah Sládek (6,00 % hm.), Žatecký poloraný červeňák (4,90 % hm.) a nejnižší obsah má Premiant (4,80 % hm.).

U kohumulonu má méně než Agnus Žatecký poloraný červeňák (22,83 % rel.), Sládek (21,47 % rel.) a nejméně Premiant (18,01 % rel.).

Poslední hodnotou je kolupulon, zde má méně Sládek (43,98 % rel.) poté Premiant (39,42 % rel.) a nejméně Žatecký poloraný červeňák (38,98 % rel.).

Tabulka 9 Obsah a složení chmelových pryskyřic, porovnání suchého a zeleného chmele

Suchý chmel				
Odrůda	Alfa (% hm.)	Beta (% hm.)	Kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
ŽPČ	4,02	4,90	22,83	38,98
Sládek	7,43	6,00	21,47	43,98
Premiant	8,84	4,80	18,01	39,42
Agnus	13,09	6,37	32,20	54,00
Zelený chmel				
Odrůda	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
ŽPČ	1,38	1,45	21,74	38,34
Sládek	2,20	1,85	21,50	38,34
Premiant	2,90	1,47	16,73	38,20
Agnus	5,01	2,39	34,00	56,95
Rozdíl				
Odrůda	alfa (% hm.)	beta (% hm.)	kohumulon (% rel.)	kolupulon (% rel.)
ŽPČ	2,64	3,45	1,09	0,64
Sládek	5,24	4,16	-0,03	5,64
Premiant	5,94	3,33	1,28	1,22
Agnus	8,08	3,98	-1,80	-2,95

U zeleného chmele má obsah všech složek opět Agnus (graf 11) - α -hořké kyseliny

5,01 % hm., β -hořké kyseliny 2,39 % hm., kohumulon 34,00 % rel., a kolupulon 56,95 % rel.

Obsah α -hořkých kyselin má nižší než Agnus Premiant (2,90 % hm.), Sládek (2,20 % hm.) a nejnižší Žatecký poloraný červeňák (1,38 % hm.).

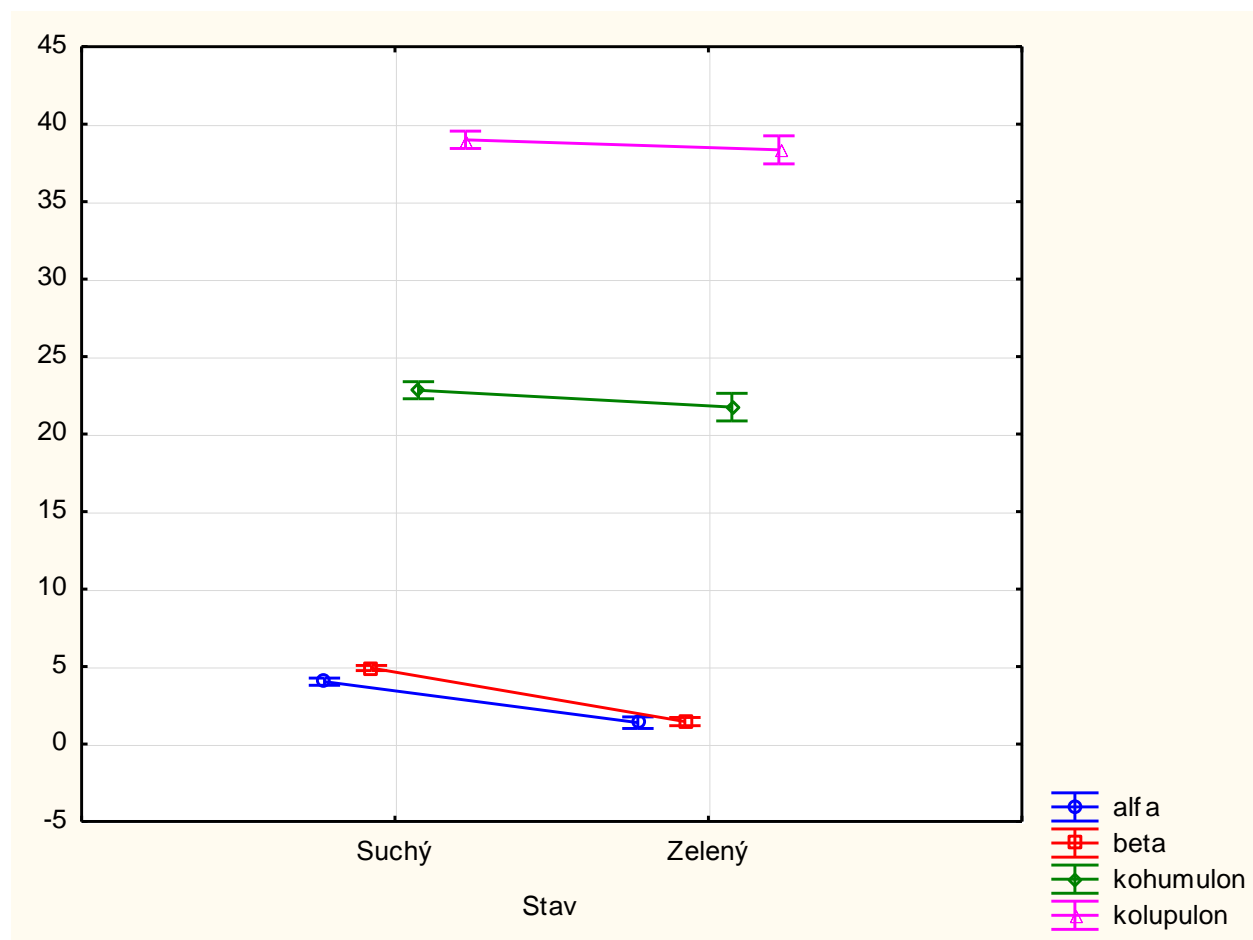
β -hořkých kyselin má nižší obsah Sládek (1,85 % hm.), (graf 9) Premiant (1,47 % hm.), (graf 10).

a nejnižší obsah má Žatecký poloraný červeňák (1,45 % hm.), (graf 8).

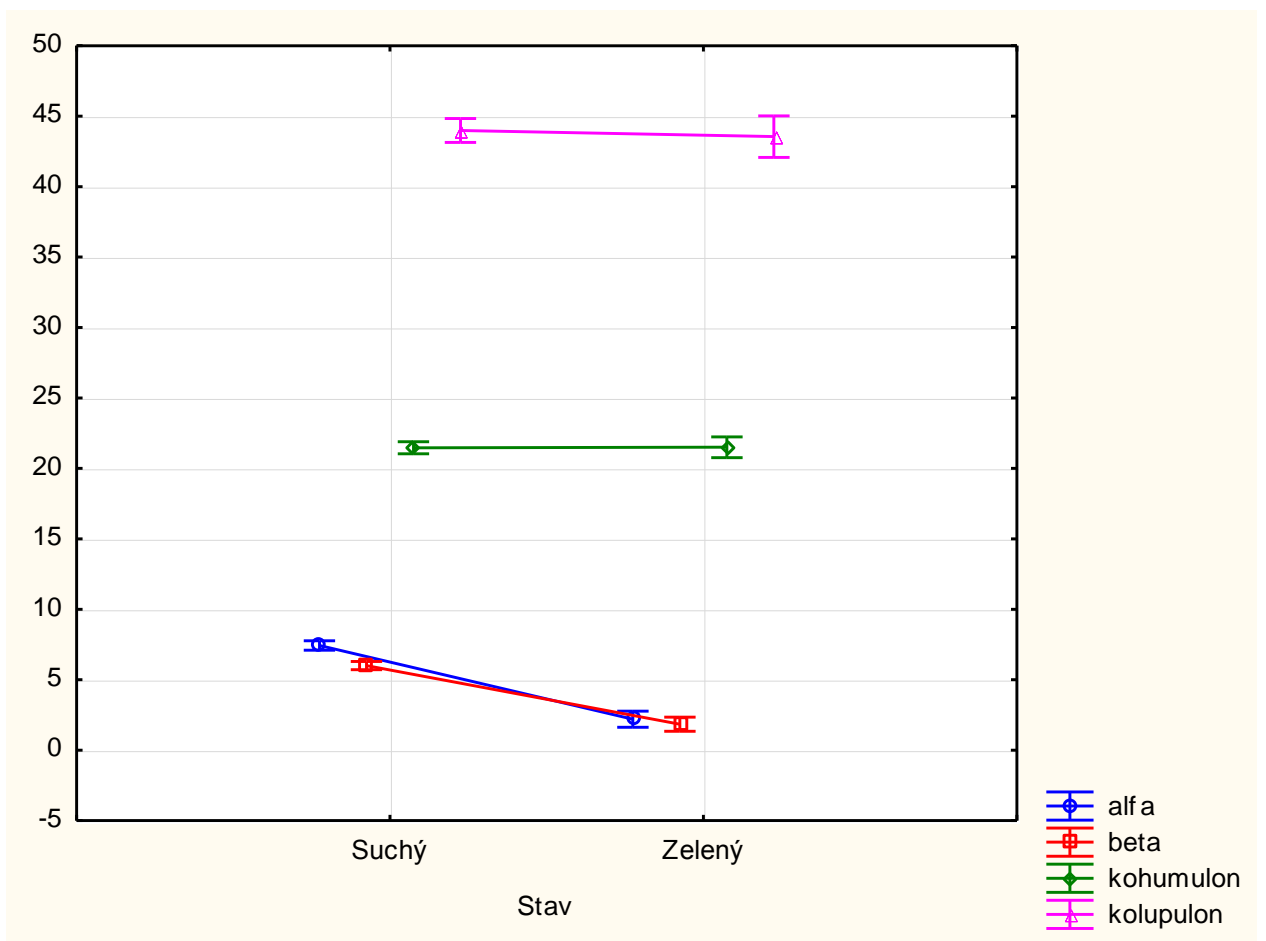
Kohumulonu má méně než Agnus Žatecký poloraný červeňák (21,74 % rel.), Sládek (21,50 % rel.) a nejméně Premiant (16,73 % rel.).

Poslední hodnotou je kolupulon, zde má méně Sládek a Žatecký poloraný červeňák (oba 38,34 % rel.) nejméně má Premiant (38,20 % rel.).

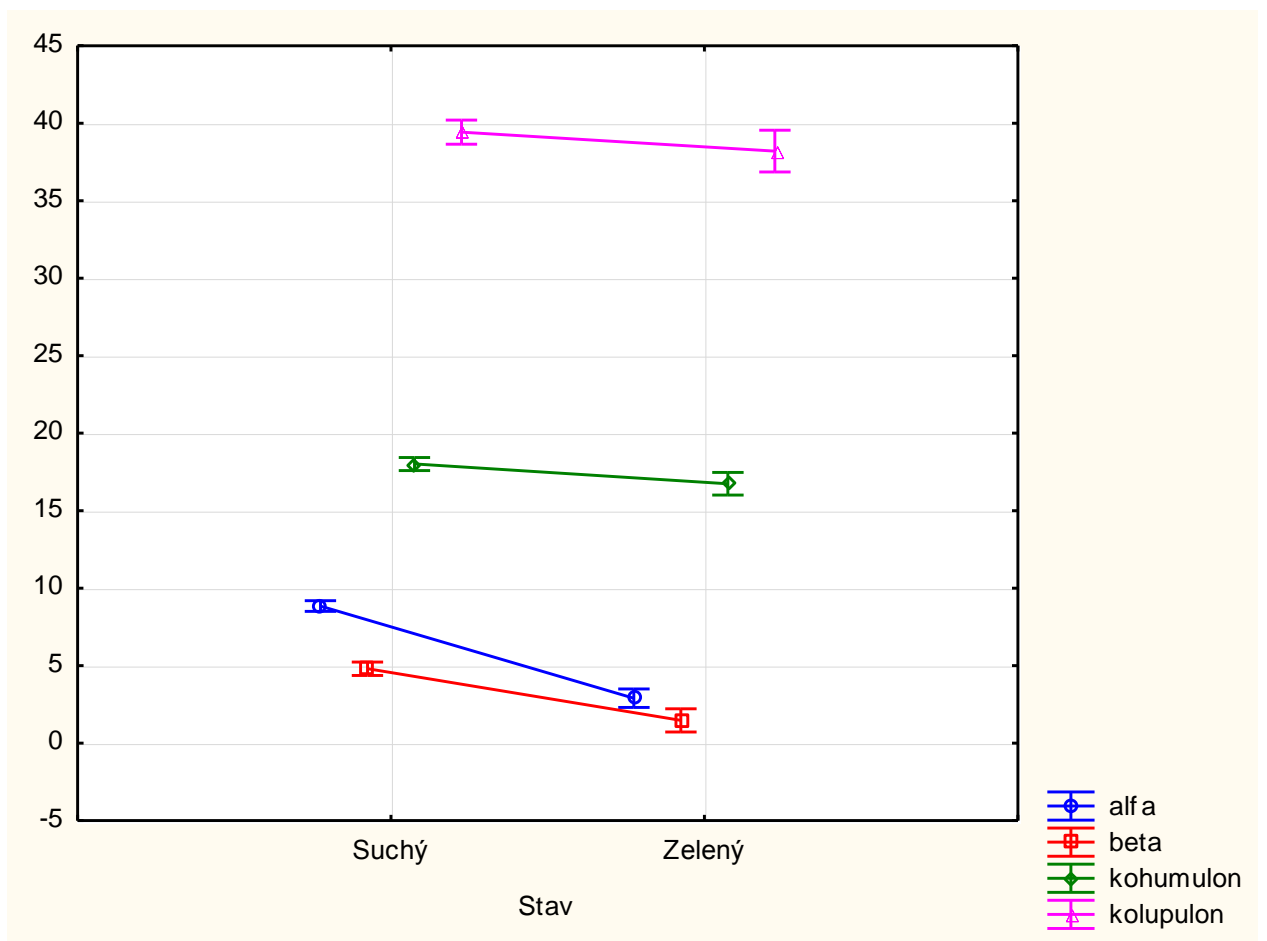
Graf 8 Porovnání suchého a zeleného chmele ŽPČ



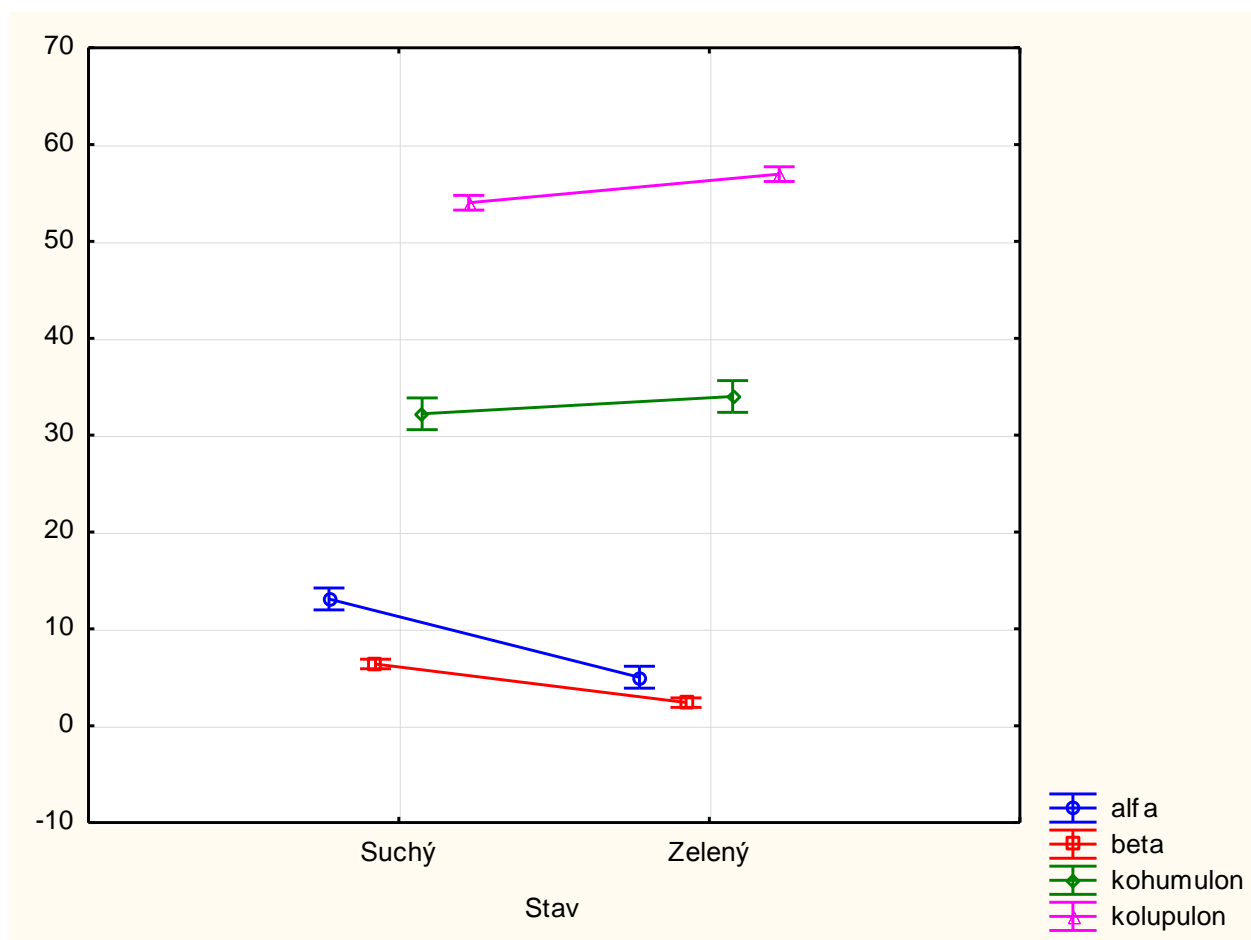
Graf 9 Porovnání suchého a zeleného chmele Sládek



Graf 10 Porovnání suchého a zeleného chmele Premiant



Graf 11 Porovnání suchého a zeleného chmele Agnus



5.5 Index skladování chmele (HSI)

Index skladování chmele by měl mít co nejnižší hodnotu, bohužel však stoupá v důsledku chemických změn chmelových pryskyřic.

5.5.1 Porovnání odrůd dle středisek

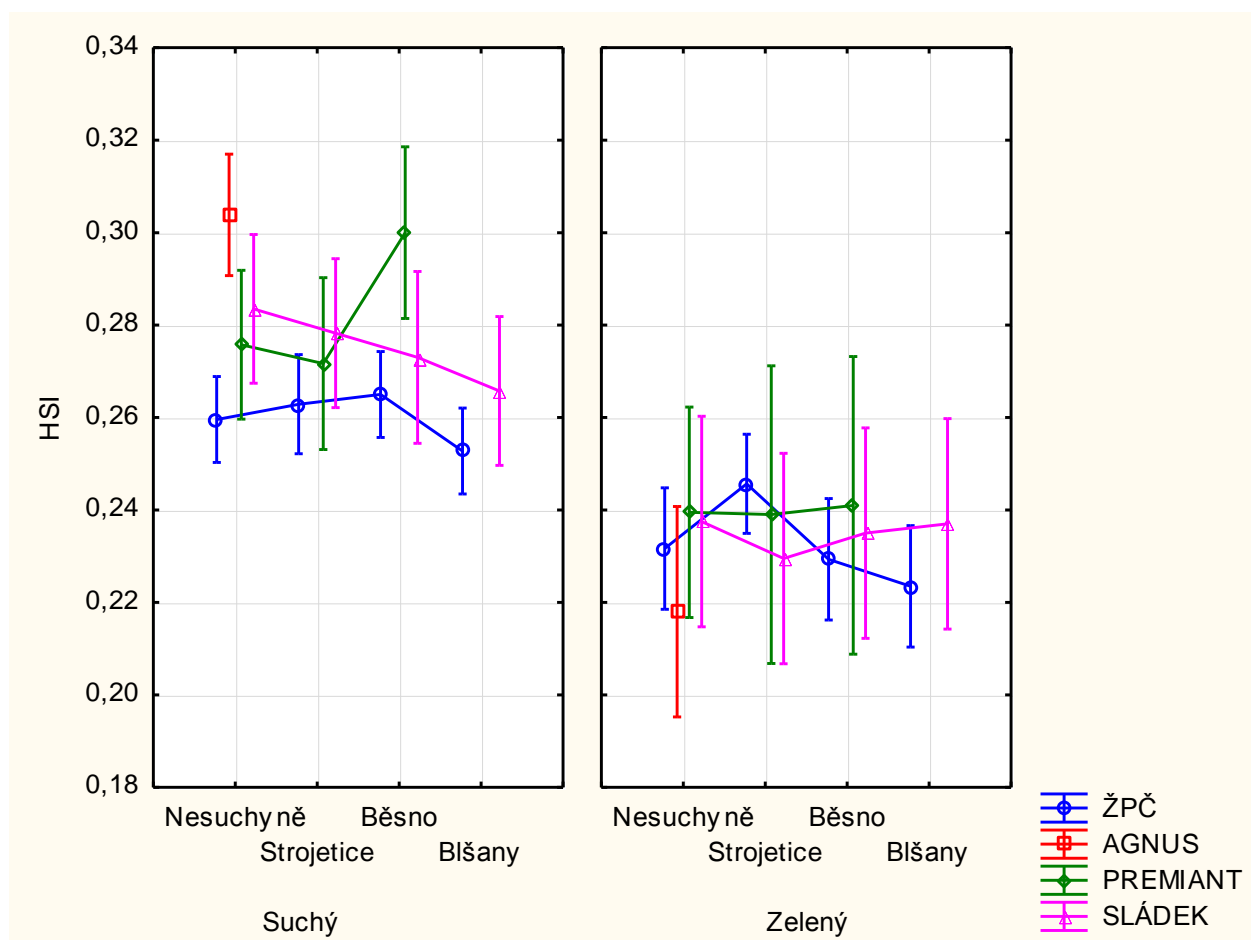
Z tabulky 10 je vidět, že v HSI není mezi jednotlivými odrůdami suchého chmele nikterak obrovský rozdíl. Nejnižší průměrný obsah (graf 12) má Žatecký poloraný červeňák (0,260), vyšší Sládek (0,275) poté Premiant (0,282) a nejvíce Agnus (0,304).

U zeleného chmele má nejnižší průměrnou hodnotu Agnus (0,218), vyšší Žatecký poloraný červeňák (0,234) následován Sládkem (0,235) a nejvyšší hodnotou disponuje Premiant (0,240).

Tabulka 10 Porovnání odrůd dle středisek

HSI	Suchý chmel			
Lokalita	ŽPČ	Sládek	Premiant	Agnus
Nesuchyně	0,260	0,275	0,270	0,304
Strojetice	0,256	0,278	0,268	x
Běsno	0,265	0,273	0,300	x
Blšany	0,253	0,266	x	x
\bar{x}	0,260	0,275	0,282	0,304
Min.	0,232	0,243	0,249	0,228
Max.	0,286	0,310	0,312	0,335
Sx	0,013	0,019	0,021	0,040
HSI	Zelený chmel			
Lokalita	ŽPČ	Sládek	Premiant	Agnus
Nesuchyně	0,255	0,238	0,240	0,218
Strojetice	0,236	0,230	0,239	x
Běsno	0,229	0,235	0,241	x
Blšany	0,232	0,237	x	x
\bar{x}	0,234	0,235	0,240	0,218
Min.	0,216	0,227	0,232	0,204
Max.	0,271	0,241	0,247	0,232
Sx	0,014	0,004	0,006	0,020

Graf 12 Porovnání odrůd dle středisek



5.5.2 Porovnání pásových sušáren

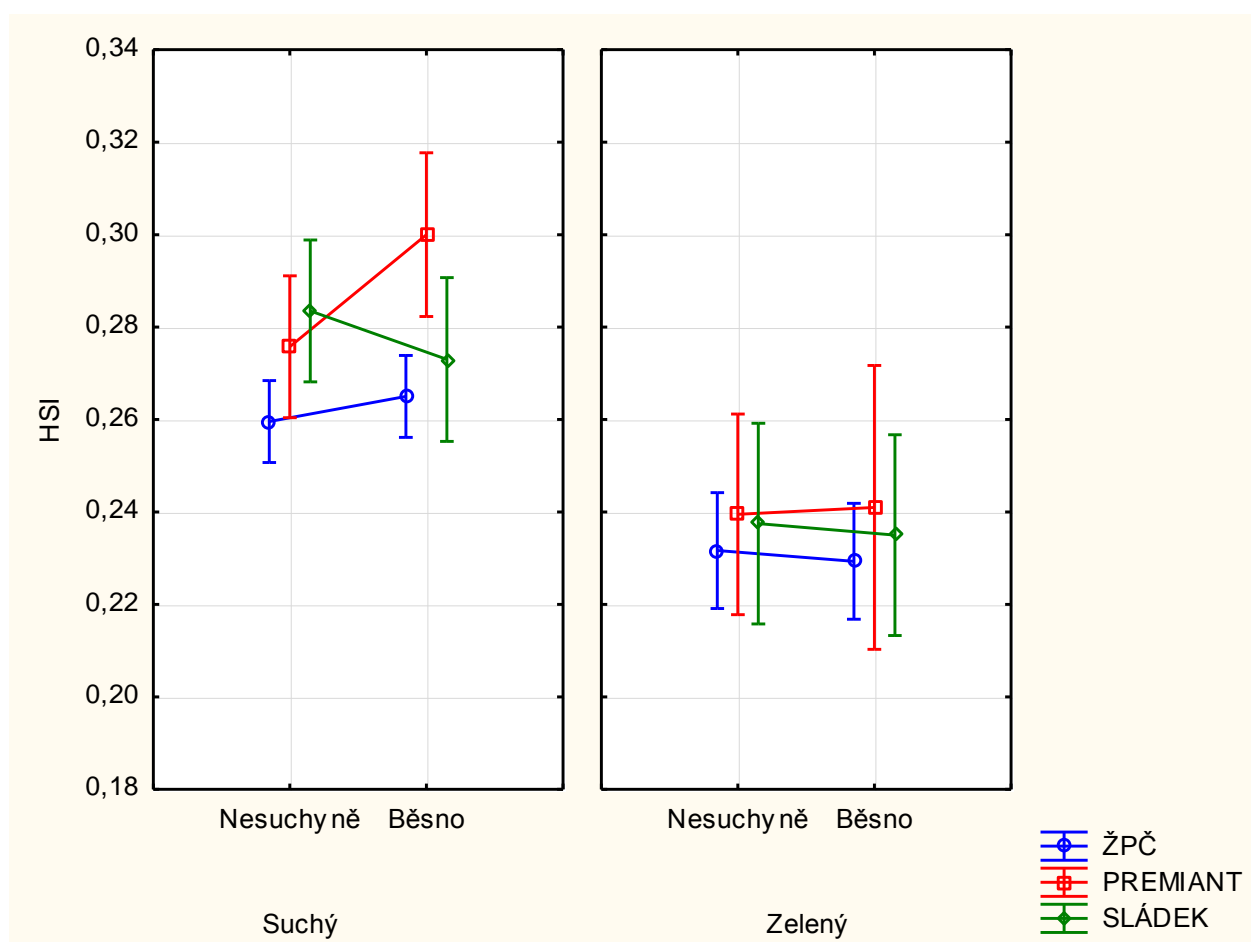
Při porovnání pásových sušáren (tabulka 11), je u suchého chmele vidět, že Žatecký poloraný červeňák má nižší hodnotu v lokalitě Nesuchyně (0,260) než v Běsně (0,265), Sládek má naopak trochu nižší hodnotu v Běsně (0,273) oproti Nesuchyni (0,275). Poslední odrůdou je Premiant, ten má nižší hodnotu v Nesuchyni (0,270) a vyšší v Běsně (0,300).

Ze zeleného chmele (graf 13) má Žatecký poloraný červeňák nižší hodnotu HSI v Běsně (0,229), vyšší Sládek (0,235) v Běsně a Premiant v Nesuchyni (0,240).

Tabulka 11 Porovnání pásových sušáren

HSI	Pásová sušárna - suchý chmel		
Lokalita	ŽPČ	Sládek	Premiant
Nesuchyně	0,260	0,275	0,270
Běsno	0,265	0,273	0,300
\bar{x}	0,262	0,279	0,286
Min.	0,232	0,243	0,249
Max.	0,286	0,310	0,312
Sx	0,014	0,025	0,022
HSI	Pásová sušárna - zelený chmel		
Lokalita	ŽPČ	Sládek	Premiant
Nesuchyně	0,255	0,238	0,240
Běsno	0,229	0,235	0,241
\bar{x}	0,231	0,236	0,240
Min.	0,220	0,234	0,232
Max.	0,237	0,241	0,247
Sx	0,005	0,003	0,008

Graf 13 Porovnání pásových sušáren



5.5.3 Porovnání komorových sušáren

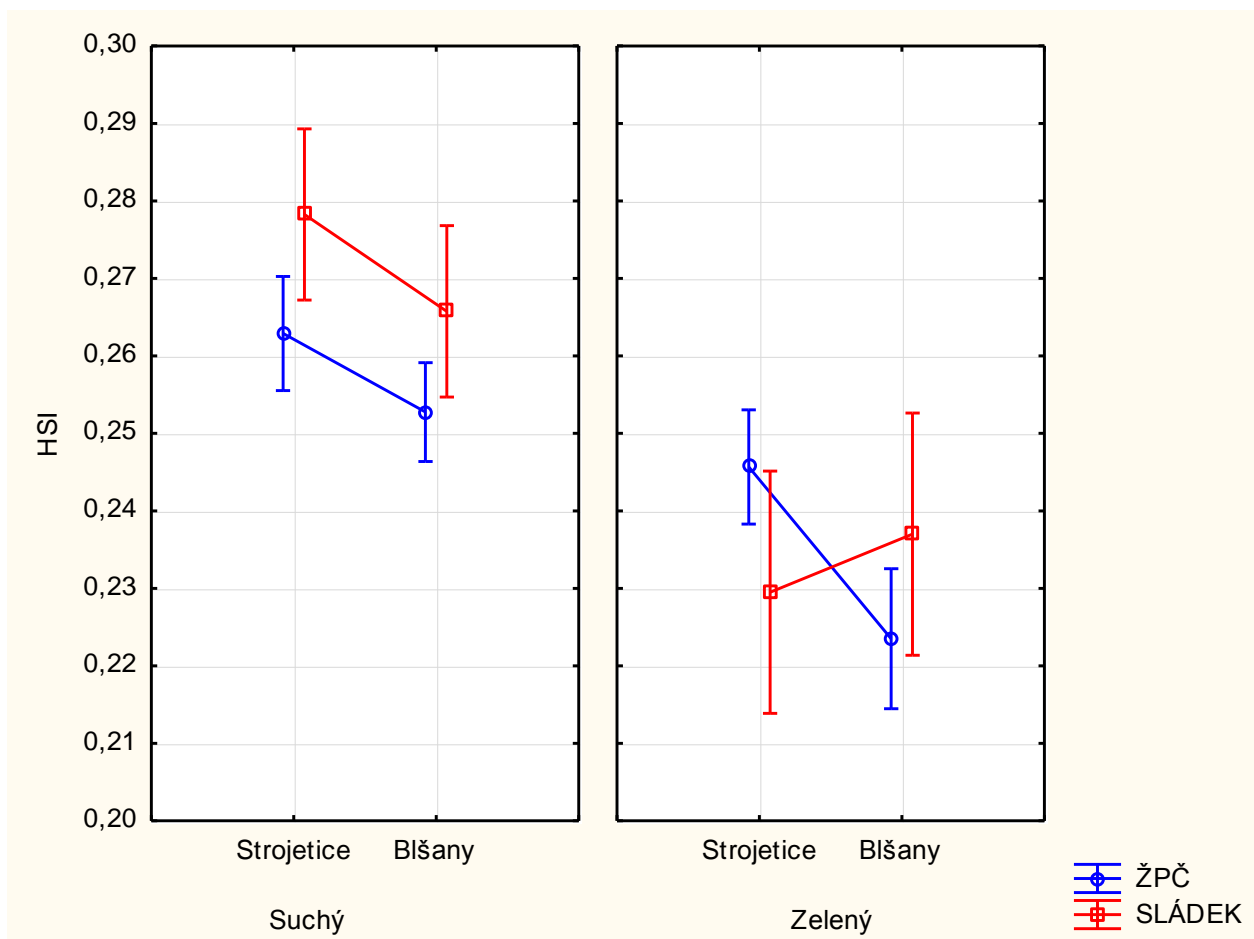
Komorová sušárna nacházející se v lokalitě Blšany má nižší hodnotu HSI (tabulka 12) suchého chmele u Žateckého poloraného červeňáku (0,253) i u Sládka (0,266) oproti Žateckému poloranému červeňáku (0,256) a Sládku (0,278) ve Strojeticích.

Zelený chmel (graf 14) má nižší hodnotu Žateckého poloraného červeňáku (0,232) v Blšanech a Sládek (0,230) má nižší hodnotu ve Strojeticích.

Tabulka 12 Porovnání komorových sušáren

HSI	Komorová sušárna - suchý chmel		Komorová sušárna - zelený chmel	
	ŽPČ	Sládek	ŽPČ	Sládek
Lokalita				
Strojetice	0,256	0,278	0,236	0,230
Blšany	0,253	0,266	0,232	0,237
\bar{x}	0,257	0,272	0,237	0,233
Min.	0,242	0,247	0,216	0,227
Max.	0,275	0,286	0,271	0,239
Sx	0,010	0,011	0,018	0,005

Graf 14 Porovnání komorových sušáren



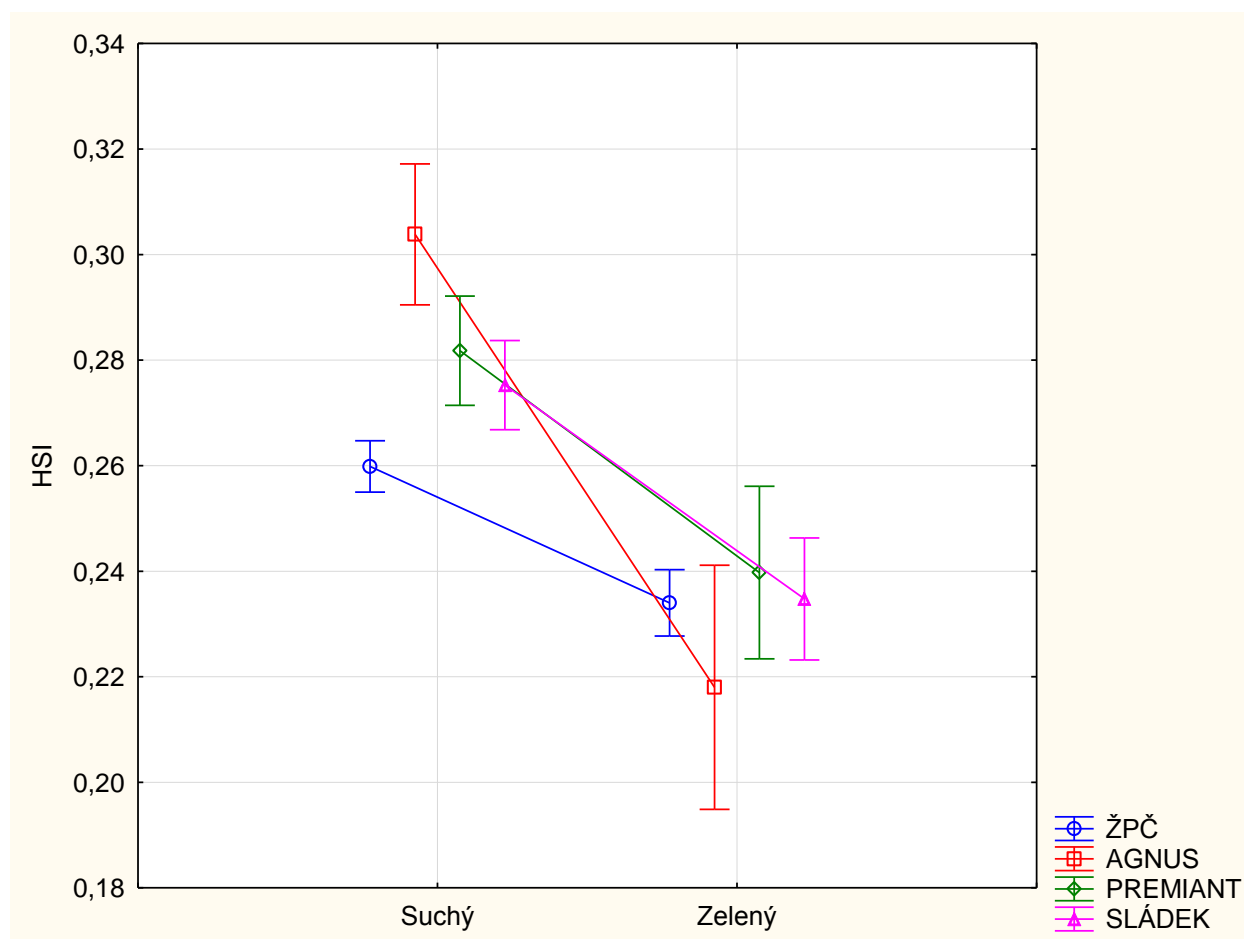
5.5.4 Porovnání suchého a zeleného chmele

Nejnižší rozdíl (graf 15) mezi zeleným a suchým chmelem (tabulka 13) se nachází u odrůdy Žatecký poloraný červeňák (0,026) vyšší rozdíl je u Sládka (0,041) těsně následovaného Premiantem (0,042) a nejvyšší rozdíl je u Agnusu (0,086).

Tabulka 13 Porovnání suchého a zeleného chmele

HSI	Porovnání odrůd			
	ŽPČ	Sládek	Premiant	Agnus
suchý	0,260	0,275	0,282	0,304
zelený	0,234	0,235	0,240	0,218
Rozdíl	0,026	0,041	0,042	0,086

Graf 15 Porovnání suchého a zeleného chmele



6. Závěr

Z naměřených dat vyplývá, že z pohledu nejlepších dosažených hodnot suchého chmele jednotlivé odrůdy dosahují:

Žatecký poloraný červeňák nevyšší množství α -hořkých kyselin (4,53 % hm.) ve Strojeticích (komorová sušárna), β -hořkých kyselin (5,11 % hm.) v Nesuchyni (pásová sušárna), kohumulonu (23,67 % rel.) v Běsně (pásová sušárna) a kolupulonu (39,73 % rel.) také v Běsně (pásová sušárna). Nejnížší hodnotu HSI (0,253) má v Blšanech (komorová sušárna). Dle těchto výsledků bych pro tuto odrůdu doporučil používat převážně pásové sušárny.

Premiant má nejvíce α -hořkých kyselin (9,33 % hm.) v Nesuchyni (pásová sušárna), β -hořkých kyselin (5,60 % hm.) také v Nesuchyni (pásová sušárna), kohumulonu (18,73 % rel.) v Běsně (pásová sušárna) a kolupulonu (40,73 % rel.) ve Strojeticích (komorová sušárna). Nejnížší hodnotu HSI (0,268) má ve Strojeticích (komorová sušárna). Tyto výsledky poukazují na to, že pro Premiant bych také doporučil používat převážně pásové sušárny.

Sládek obsahuje nejvíce α -hořkých kyselin (7,66 % hm.) v Nesuchyni (pásová sušárna), β -hořkých kyselin (6,25 % hm.) v Nesuchyni (pásová sušárna), kohumulonu (21,83 % rel.) také v Nesuchyni (pásová sušárna) a kolupulonu (44,37 % rel.) v Blšanech (komorová sušárna). Nejnížší hodnotu HSI (0,266) má v Blšanech (komorová sušárna). Pro Sládek bych dle dosažených výsledků také doporučil používat převážně pásové sušárny.

Pozitivní změny mezi zeleným a suchým chmelem při sušení:

Žatecký poloraný červeňák dosahuje nejlepšího zvýšení obsahu α -hořkých kyselin (2,92 % hm.) ve Strojeticích (komorová sušárna), β -hořkých kyselin (3,58 % hm.) v Běsně (pásová sušárna) a Blšanech (komorová sušárna), kohumulonu (2,80 % rel.) ve Strojeticích (komorová sušárna) a kolupulonu (3,03 % rel.) ve Strojeticích (komorová sušárna). Nejnížší rozdíl HSI (0,005) má v Nesuchyni (pásová sušárna). Z těchto výsledků vyplývá, že při sušení má pro Žatecký poloraný červeňák lepší vliv komorová sušárna.

U Premiantu je sledováno nejlepšího zvýšení obsahu α -hořkých kyselin (6,13 % hm.) v Běsně (pásová sušárna), β -hořkých kyselin (3,87 % hm.) v Nesuchyni (pásová sušárna), kohumulonu (1,43 % rel.) v Běsně (pásová sušárna) a kolupulonu (1,43 % rel.) ve Strojeticích (komorová sušárna). Nejnížší rozdíl HSI (0,029) má ve Strojeticích

(komorová sušárna). Zde vyplývá, že při sušení má pro Premiant má lepší vliv pásová sušárna.

U Sládka je dosahováno nejlepšího zvýšení obsahu α -hořkých kyselin (5,32 % hm.) v Blšanech (komorová sušárna), β -hořkých kyselin (4,33 % hm.) v Nesuchyni (pásová sušárna), kohumulonu (0,33 % rel.) v Nesuchyni (pásová sušárna) a kolupulonu (1,30 % rel.) v Nesuchyni (pásová sušárna). Nejnižší rozdíl HSI (0,029) má v Blšanech (komorová sušárna). Pro Sládek vyplývá, že při sušení má lepší vliv pásová sušárna.

Agnus se sušil bohužel pouze v Nesuchyni na pásové sušárně, z tohoto důvodu ho nemohu porovnat s jinou sušárnou a nemohu pro tuto odrůdu napsat doporučení.

Tyto výsledky ale pocházejí pouze z jedné sklizně, proto pro přesnější informace by bylo dobré je porovnat s roky předešlými. Navíc v roce 2012 bylo pro chmel velké sucho a díky tomu byla úroda mnohem slabší oproti předchozím rokům.

7. Seznam Literatury

BAMFORTH, C. W. *Brewing New Technologies*. Boca Raton: CRC Press, 2004. ISBN 978-0-8493-9159-0.

BARTH, H. J., CH. KLINKE a C. SCHMIDT. *Der grosse Hopfenatlas – Geschichte und Geographie einer Kulturpflanze*. Nürnberg: J. Barth & Sohn, 1994, 383 s. ISBN 3-418-00744-9.

BASAŘOVÁ, Gabriela. *Pivovarství*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2010, 863 s. ISBN 978-80-7080-734-7.

BOEHNER, M., A. HEINDL a J. MUELLER. Reducing fossil energy consumption of a belt dryer for medicinal and aromatic plants by using biogas waste heat. *Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen*. 2012, č. 17. ISSN 1431-9292.

ČEPIČKA, J. *Kvantifikace chmelového aroma v pivu*. Pivovarský kalendář 2000. Praha: VÚPS, 2000, 243 s. ISBN 80-902658-3-9.

ČEPIČKA, J., P. DOSTÁLEK a M. KARABÍN. *Polyfenolové látky chmele*. Praha: VÚPS, 2002, 211 s. ISBN 80-86576-06-X.

FUKUMOTO, L. R. a G. MAZZA. Assessing Antioxidant and Prooxidant Activities of Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000, roč. 8, č. 48, 3597–3604. DOI: 10.1021/jf000220w.

HLAVÁČEK, F., LHOTSKÝ, A. *Pivovarství*, Praha: SNTL Praha, 1972. 540 s. ISBN 04-827-72.

HOREJSEK, J., ZICH, M.: *Chmelařství*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990, ISBN 80-209-0125-6.

CHMELAŘSKÝ INSTITUT s.r.o. *Atlas českých odrůd chmele*. Žatec: Raise, 2012, 13 s. ISBN 978-80-87357-11-8.

KANEDA, H., N. KOBAYASHI, S. FURUSHO, S. SAHARA a S. KOSHINO. Reducing activity and flavour stability of beers. *Tech Q. Master Brew. Assoc. Am.* 1995, č. 32, s. 90-94.

KORNYSOVA O., Z. STANIUS, K. OBELEVICIUS, O. RAGAZINSKIENE, E. SKRZYDLEWSKA A A. MARUSKA. Capillary zone electrophoresis method for determination of bitter (alpha- and beta-) acids in hop (*Humulus lupulus L.*) cone extracts. *Advances in medical sciences.* 2009, č. 54, s. 41-46.

KROFTA, K., A. MIKYŠKA a D. HAŠKOVÁ. Změny antioxidačních vlastností chmele při sušení, mletí, granulaci a skladování. *Kvasný Průmysl.* 2007, roč. 53, č. 9, 266 - 272.

LEMUSIEAU, G., C. LIÉGEOIS a S. COLLIN. *Reducing power of various hop varieties.* *Cerevisia.* 2001, č. 26, s. 33-41.

MCMURROUGH, I., R. MADIGAN a D. MADIGAN. *Colloidal stabilization of lager beer.* In: *Eur. Brew. Conv.: Proc. 24th Congress.* Oxford: IRL Press, 1993, s. 663-672. ISBN 0-19-963466-1.

NESVADBA, V. *Dědičnost kvalitativních znaků chmele: Chmelařská ročenka.* Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2003, 72-75 s. ISBN 80-902658-4-7.

PEACOCK, V. *Fundamentals of Hop Chemistri.* MBAA Technical Quertely, 35 (1), 1998, s. 4-8.

PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí.* Praha: VÚPS, 2008, 328 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

RYBÁČEK, V., V. FRIC a J. HAVEL. *Chmelařství.* Praha: SZN Praha, 1980, 426 s. ISBN 07-068-80.

ŠNOBL, J. *Základy rostlinné produkce. 2., přeprac. vyd..* Praha: ČZU (Praha), 2005. 172 s. ISBN 80-213-1340-4.

ŠNOBL, J. *Rostlinná výroba IV: Chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům*. Praha: ČZU Praha, 2004. ISBN 80-213-1153-3.

ŠPALDON, E., V. RYBÁČEK, L. HRUŠKA a V. FRIC. *Rostlinná výroba*. Praha: SZN Praha, 1986, 714 s. ISBN 4029-07-124-86

VAN CLEEMPUT M., R. CATTOOR, K. DE BOSSCHER, G. HAEGEMAN, D. DE KEUKELEIRE a A. HEYERICK. Hop (*Humulus lupulus*)-derived bitter acids as multipotent bioactive compounds. *Journal of natural products*. 2009, č. 72, s. 1220-1230.

VAN SUMERE, C. F., K. VAN DE CASTELE, W. HUTSEBANT, E. EVERAERT, L. COOMAN a W. MEULEMANS. *RP-HPLC analysis of flavanoids and the biochemical identification of hop cultivars*. EBC Monograph XIII, EBC Symposium on hops, Freising-Weihenstephan, 1987, s. 146-175. ISBN 3418007171, 978-3418007175.

VRZAOVÁ, J. a V. FRIC. *Rostlinná výroba - IV: Přadné rostliny, chmel*. Praha: VŠZ Praha, 1994, 80 s. ISBN 80-213-0155-4.