

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na index stárnutí
chmele**

Bakalářská práce

Autor práce: David Nesvadba

Vedoucí práce: prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na index stárnutí chmele“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne : 10. 4. 2014

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, Ph.D za odborné vedení mé bakalářské práce. Déle děkuji Ing. Lukáši Málkovi, podnikům PP servis a.s., Arix a.s., Chmelařskému výzkumnému institutu v Žatci a jejich zaměstnancům za věnovaný čas, připomínky, cenné odborné rady a pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na index stárnutí chmele

Souhrn

Chmel je nejvíce používán pro výrobu piva. Problémem bylo vždy uchování chmele po sklizni, aby nedocházelo k jeho oxidaci a poklesu obsahu α - hořkých kyselin. Pro sledování byly vybrány odrůdy chmele – Žatecký poloraný červeňák, Premiant, Sládek a Agnus. Hodnocené vzorky chmelů byly odebrány ze dvou pásových a ze dvou komorových sušáren. Chemickými analýzami byl stanoven Index skladování chmele (HSI) a obsah α - hořkých kyselin. Analýzy byly prováděny před usušením, ihned po usušení a v průběhu skladování – 3. 12. 2013 a 18. 2. 2014.

U Žateckého poloraného červeňáku došlo po usušení ke zvýšení HSI z 0,24 na 0,28 s 99% průkazným rozdílem. K průkaznému zvýšení HSI došlo i v průběhu skladování. Vliv technologie sušení nebyl prokázán. Obsah α - hořkých kyselin vlivem sušení s 99% pravděpodobností průkazně poklesl z 4,33 % hm. na 3,76 % hm. Pokles α - hořkých kyselin po usušení nevykazuje průkazně významný rozdíl. U odrůdy Premiant se vlivem sušení hodnota HSI zvýšila z 0,24 na 0,26, a to s 99% průkazností. Snížení obsahu α - hořkých kyselin není u této odrůdy statisticky významné. U odrůdy Sládek se hodnota HSI od sklizně postupně zvyšovala z 0,25 až na 0,28. Statisticky průkazný rozdíl vykazuje vzorek po usušení a na konci skladování. V průběhu sušení došlo u této odrůdy k průkaznému poklesu α - hořkých kyselin, a to z 8,88 % hm. na 7,48 % hm. V průběhu skladování nebyly rozdíly obsahu α - hořkých kyselin statisticky významné. U odrůdy Agnus byly sledovány pouze 2 vzorky, přesto výsledky poukazují, že u této odrůdy došlo k navýšení hodnoty HSI v průběhu skladování. Vlivem sušení došlo u odrůdy Agnus k výraznému poklesu α - hořkých kyselin, a to z 15,74 % hm. na 14,29 % hm. Z výsledků je patrné, že pro delší skladování jsou vhodnější odrůdy Premiant a Sládek, horší výsledky skladování má Žatecký poloraný červeňák a Agnus.

Klíčová slova: chmel, *humulus lupulus* L., index stárnutí chmele, alfa hořké kyseliny, sklizeň, sušení, skladování

Effect of term of harvest, drying and storage on hop storage index

Summary

Hop (*Humulus lupulus* L.) is commonly used for beer brewing. A very important problem is to keep hops after harvest so as not to decrease the quality due to oxidation and decline of alpha bitter acids. Four Czech hop varieties were chosen for my study: Saazer, Premiant, Sladek and Agnus. They were assessed in two belt and two chamber kilns. Hop storage index (HSI) and contents of alpha acids were determined with the help of chemical analyses, which were carried out before drying, immediately after it and during the storage – on December 03. 2013 and February 18. 2014, resp.

Increase of HSI from 0,24 to 0,28 with 99% conclusive difference was observed in Saazer. Conclusive difference was found out also during the storage. Influence of drying technology was not proved. Conclusive difference in HSI was found out also during the storage. Contents of alpha bitter acids dropped conclusively with 99% probability from the original 4,33 % w.w. to 3,76 % w.w. After drying the contents of alpha bitter acids was not so severe. Increase of HSI from 0,24 to 0,26 with 99% conclusive difference caused by drying was observed in Premiant. Storage process had conclusive impact on HSI only on February 18. 2014, not earlier. Even though alpha bitter contents dropped after drying, the difference is not statistically conclusive. Gradually higher HSI (from 0,25 till 0,28) was found out in Sladek during storage on (February 18. 2014). Statistically conclusive difference was determined immediately after drying and then during the storage but not earlier than in the middle of February. Nevertheless, important decrease of alpha acids (from 8,88 % w.w. to 7,48 % w.w.) was found out in this variety during drying. On the other hand, no statistically important differences in alpha acid contents were observed during storage. Just two samples were tested in Agnus variety. Nevertheless, results show increase of HSI (up to 0,31) during the process of storage. Drying also caused distinctive decrease of alpha acid contents (from 15,74 % w.w. to 14,29 % w.w.). From the practical point of view Premiant and Sladek are more convenient for longer storage than Saazer or Agnus.

Keywords: hop, *Humulus lupulus* L., HSI (hop storage index), alpha bitter acids, harvest, drying, storage.

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíl práce	11
3	Literární přehled	12
3.1	Termín sklizně	12
3.2	Sušení chmele	13
3.2.1	Komorové sušárny	14
3.2.2	Pásové sušárny	15
3.2.3	Klimatizace	16
3.3	Úprava suchého chmele a skladování	16
3.3.1	Lisování	16
3.3.2	Skladování	17
3.4	Chmelové produkty	17
3.4.1	Granulovaný chmel	17
3.4.1.1	Typ 90	18
3.4.1.2	Typ 45	18
3.4.2	Chmelové extrakty	19
3.4.2.1	Extrakce etanolem	19
3.4.2.2	Extrakce Oxidem uhličitým	20
3.5	Chemické složení chmelových hlávek	20
3.5.1	Chmelové pryskyřice	20
3.5.1.1	α - hořké kyseliny	21
3.5.2	Chmelové silice	21
3.6	Index stárnutí chmele	22
4	Metodika	23
5	Výsledky	26
5.1	Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ)	26
5.1.1	ŽPČ Nesuchyně: HSI	26
5.1.2	ŽPČ Nesuchyně: α - hořké kyseliny	27
5.1.3	ŽPČ Běsno: HSI	28
5.1.4	ŽPČ Běsno: α - hořké kyseliny	29
5.1.5	ŽPČ Blšany: HSI	31
5.1.6	ŽPČ Blšany: α - hořké kyseliny	32
5.1.7	ŽPČ Strojetic: HSI	33
5.1.8	ŽPČ Strojetic: α - hořké kyseliny	34
5.1.9	ŽPČ všechny lokality: HSI	36

5.1.10	ŽPČ všechny lokality: α - hořké kyseliny.....	37
5.2	Premiant.....	38
5.2.1	Premiant: HSI	38
5.2.2	Premiant: α - hořké kyseliny.....	40
5.3	Sládek	41
5.3.1	Sládek: HSI	41
5.3.2	Sládek: α - hořké kyseliny	42
5.4	Agnus.....	44
5.4.1	Agnus: HSI	44
5.4.2	Agnus: α - hořké kyseliny	45
6	Diskuse	46
7	Závěr	49
8	Seznam literatury	50
9	Přílohy.....	53

1 Úvod

Pěstování chmele na území České republiky má tisíciletou tradici. Plocha chmele kolísala vždy podle požadavků odbytu, v současné době klesla již pod hranici pět tisíc hektarů. Pěstování chmele je spojeno s jeho odbytem v pivovarnictví. Proto tato plodina je vždy spojována s pivem. Z tohoto důvodu lze chmel brát jako jednoúčelovou plodinu, i když první písemné zmínky o jeho pěstování jsou spojeny s léčitelstvím. České chmelařství má z historického pohledu dlouholetou tradici produkce nejkvalitnějšího chmele na světě. Po staletí je Žatecký chmel stále považován za standard kvality. V řadě zemí se pokoušeli Žatecký chmel pěstovat, ale nikde nedosáhl takové kvality a jemnosti jako právě z žatecké oblasti. Půdně klimatické podmínky jsou tak výjimečné, že pouze v této lokalitě je dosahována nejlepší kvalita Žateckého chmele. Tyto poznatky byly předávány po staletí.

Písemné prameny o sbírání a pěstování chmele se dochovaly až z období raného středověku. Nejstarší světovou písemností o pěstování chmele je doklad z roku 768, ve kterém první franský král Pipin III. Krátký (714 - 768) věnuje opatství St. Denis chmelnici. Listinné doklady ke chmelu na našem území pocházejí z 11. až 13. století. Odkazují se na chmel sbíraný i pěstovaný ve chmelnicích. Nejstarší pochází z roku 1073. Tehdy první český král Vratislav I. (1061 - 1092) obdaroval benediktinský klášter v Opatovicích poblíž Pardubic poddanými a pozemky. Na listině jsou uváděny chmelnice v Přelouči a blízké vsi Břehy. První období rozkvětu pěstování chmele bylo zaznamenáno za vlády císaře Karla IV. (1316 - 1378). Jedním z prvních opatření podporujících ochranu českého chmele byl zákaz vývozu sádě českého chmele pod trestem smrti. Mimořádná poptávka po chmelu byla v 15. a 16. století. Český chmel byl drahým zbožím a jsou doklady o vyvinutém a výnosném chmelařství, o které pečovala především města. Český chmel se od této doby stává vyhledávaným artiklem pro své vynikající vlastnosti při výrobě kvalitních ležáckých piv. Třicetiletá válka byla pro chmelařství obdobím úpadku. V 18. století platilo, že český, a tím zejména žatecký chmel měl výsadní postavení. Docházelo k opětovnému rozšiřování ploch a chmel byl vyvážen v takovém množství, které převyšovalo okolní pivovarskou spotřebu. Císařovna Marie Terezie (1717 - 1780) vydala na podporu chmelařství patenty zakazující vývoz sádí a míchání kvalitních a méně kvalitních chmelů. Tímto rozhodnutím významně přispěla k udržení kvality a odrůdové čistoty žateckých chmelů. Vlivem značného rozšiřování pěstování a prodeje dochází i k záporným jevům, jako je míchání kvalitního žateckého chmele s podřadnými dováženými cizími partiemi chmelů. Proto byl v Žatci v roce 1833 založen chmelařský spolek, který chránil chmel vypěstovaný v Žatci a okolí plombováním žoků a vystavováním

ověřovacích listin. V této době vzniká první známkovna chmele. Devatenácté století neznamenal pouze upevňování vedoucí kvalitativní úrovně na světovém trhu, ale promítlo se i do zvyšování tehdejší technologické úrovně vlastního pěstování. Žatecká oblast se proslavila především ve dvou sférách. Bylo to zavedení pěstování chmele ve chmelnicových konstrukcích, které započalo na statku v Měcholupech ve čtyřicátých letech. Výsledkem byla konstrukce tzv. žateckých drátěnek, které se rychle zaváděly na Žatecku a Lounsku, a tyto chmelnicové konstrukce převzalo i Bavorsko. Druhou, nesporně pokrokovou záležitostí, bylo zavedení horkovzdušného sušení chmele. Počátky spadají do druhé poloviny 19. století, a to opět do tehdejších okresů Žatec, Louny a Rakovník. První sušárny byly obdobou hvozdoých sušáren používaných při sušení sladu. Jejich vývoj probíhal závratným tempem. Prakticky to znamenalo, že v každém chmelovém hospodářství byla vybudována chmelová sušárna. Doménou každého hospodáře byla profese sušiče, která se dědila z otce na syna. Zavedením horkovzdušného sušení chmele se výrazně zlepšila i kvalita sklizeného chmele. Bylo docíleno vynikající barvy a lesku hlávek, kvalitativním ukazatelem se stala citrónově žlutá barva chmelové moučky (lupulinu) a upevnily se další kvalitativní znaky a ukazatele kvality chmele. Postupným rozvojem českého chmelařství, kdy se zvyšovaly požadavky pivovarů na chmel, bylo nutné zefektivnit a zintenzivnit výrobu chmele. Počátky chmelařského výzkumu spadají do roku 1925, kdy byla v Deštnici založena zemědělská výzkumná stanice, která byla specializována na chmelařskou problematiku. Bylo to především šlechtění chmele, ale výzkum se rovněž významně uplatnil v oblasti ochrany chmele. Díky šlechtitelské práci se podařilo zušlechtit Žatecký poloraný červeňák, který je dnes pěstován v řadě klonů, později byly získány i nové hybridní odrůdy z křížení vhodných rodičovských komponentů, které vykazují vyšší výkonnost při zachování pivovarské kvality. Touto metodou bylo získáno do roku 2013 již 10 českých odrůd chmele.

Česká republika je ve světě považována za světového pěstitele jemného aromatického chmele. Jedná se o odrůdu Žatecký poloraný červeňák, která ve spojení s půdně klimatickými podmínkami ve chmelařských oblastech na území České republiky je považována za standard kvality chmele. Město Žatec se postupně stalo centrem obchodu s chmelem, kde je dodnes zachována řada skladů a sušáren chmele. Toto je nezbytné, protože kvalita chmele po sklizni je dána správným usušením a následným skladováním, z důvodu zachování všech kvantitativních a kvalitativních pivovarských znaků. Proto je důležité studium stárnutí chmele, kde se sleduje termín sklizně, typ a způsob sušení a následné skladování chmele. Nové poznatky jsou využívány ve chmelařství po celém světě.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je studium stárnutí chmele od technologické zralosti, kde se sleduje termín sklizně, typ sušení a následné skladování chmele. Nové poznatky budou využity v českém chmelařství pro zachování stability sklizeného chmele.

3 Literární přehled

3.1 Termín sklizně

Posuzování zralosti chmele je jednou ze značně náročných odborných záležitostí. V porostu vždy existuje variabilita, která je dána odrudou, stanovištěm a ročníkem. Při vyrovnaném kvetení též existují rozdíly mezi spodním a vrchním patrem rostlin, rozdíly mezi okrajovou a střední částí chmelnice (zejména u porostu s mohutným habitem). Tyto rozdíly se zvyrazňují v ročnicích s dvojitým termínem násazení květu. Délka optimální zralosti je poměrně krátká, u ŽPČ (Žatecký poloraný červeňák) se uvádí 5 – 7 dní. Z tohoto důvodu je nutné velmi pečlivě vybírat chmelnice z různých stanovišť (Kořen, 2000).

Tabulka č. 1: Základní znaky zralosti chmele (Kořen, 2000)

Pořadí	Znak zralosti	Stav hlávek
1.	Barva hlávek	Jasně žlutozelená s přírodním leskem. U nevyzrálých hlávek výrazně převládá slabě zelený odstín.
2.	Stav hlávky	Dokonale uzavřená, při zmáčknutí pružná, po utržení jen pozvolna uvadající a stále uzavřená. Nevyzrálé hlávky rychle uvadají, přezrálé se snadno rozpadají.
3.	Vůně	Typická dle odrůdy, výrazná. Je jedním z rozhodujících znaků zralosti. Pokud chmel nevoní, není zralý.
4.	Chmelová moučka – lupulin	Jasně citrónově žluté barvy, výrazný obsah dle odrůdy (nejvíce patrný u obsahových odrůd).
5.	Obsah α - hořkých kyselin	Odpovídající odrůdě, danému ročníku a příslušnému stanovišti. Obsah ustálený o třech na sebe vzájemně navazujících odběrech.
6.	Vlhkost hlávek	U dobře vyzrálého chmele se obvykle pohybuje v rozmezí 76 – 80 %. Ve velmi suchém období může klesnout až na úroveň 74 %, za deštivého počasí (případně při intenzivní závlaze) může přesáhnout 80 %.

Správné určení termínu sklizně je podmínkou dosahování vysokých výnosů a jakosti chmele. Předčasné zahájení sklizně znamená ztrátu na váze chmelu a je příčinou porušení původní barvy a lesku hlávek. U předčasně sklizeného neboli podtrženého chmele není totiž dokončen proces tvorby hořkých kyselin, především humulonu, takže pivovarská hodnota těchto hlávek je nižší než u hlávek plně vyzrálých (Vent a kol., 1963).

3.2 Sušení chmele

Sušení chmele je další operace sklizňového procesu, která navazuje na česání. Interval mezi těmito operacemi musí být co nejkratší. Očesaný chmel je stále živým rostlinným materiálem. Na poškození, k němuž dochází už při česání, reaguje zvýšenou intenzitou dýchání. Důsledkem toho je hromadění vlhkosti v mase hlávek a posléze i zvýšení teploty. Hrozí zde nebezpečí zapaření až znehodnocení – ztráta lesku, změna základní barvy, k biochemickým změnám, což má negativní dopad na celkovou kvalitu hlávek. Proto interval, kdy chmel z česacího stroje přichází přímo do sušárny, musí být co nejkratší a neměl by přesáhnout 2 hodiny (Fric, 2000).

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 je nejjednodušší způsob konzervace, který jednak umrtvuje chmelovou hlávku, jednak upravuje základní životní faktor pro mikroflóru hlávek, tj. vlhkost pod nezbytnou minimální hranici a je právě tak staré jako samotné pěstování chmele. Původně se hlávky sušily v přírodních podmínkách rozložené do tenké vrstvy ve stínu. Tento způsob, který byl zdlouhavý, se postupně zdokonaloval, a tak se od sušení na různě vhodném podlaží (hliněné, cihly, dřevo) přešlo na sušení na lískách různé konstrukce, které umožňovaly ukládání chmele do několika vrstev nad sebou, a teplota v místnostech se zvyšovala vytápěním. Tento způsob byl jen krůček od vzniku teplovzdušných sušáren (Rybáček a kol., 1980).

Sušení chmele a dokonalé balení mají velký vliv na rychlost stárnutí chmele během skladování. Při nedokonalém usušení 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 (Basařová, 2010).

Chmelová hlávka je z hlediska sušárenského a posklizňové úpravy složitý útvar. Proces jejího vysychání není rovnoměrný a v podstatě při něm lze rozlišit 3 fáze. První je vysoušení listenů, které neprobíhá rovnoměrně a je závislé na možnosti kontaktu s proudícím vzduchem. Druhé je vysoušení stopek, a pokud je součástí chmelové hlávky stopka, usuší se jako druhá. Jako poslední chmelové vřetenko, které je nejméně dostupnou součástí chmelové hlávky. Jeho vysychání neprobíhá rovnoměrně, ale od bazální části k vrcholové (Rybáček a kol., 1980).

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 % může být při skladování napadán plísněmi a kvalita se může rapidně zhoršit. Obsah vody pod 10 %, 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 stěžuje další zpracování. Při vyšší vlhkosti hrozí nebezpečí zapaření či dokonce samovznícení chmele (Krofta et al., 2007).

V současné době se suší „na věténko“, kdy suchá není jen stopka, ale i věténko, které je křehké a lámavé, a vlhkost chmele je 5 – 7%. Následně se chmel upravuje v klimatizační skříní na vlhkost 10,5 až 11 %, aby se nerozpadl při dalších manipulacích. Další typ sušení „na stopku“, kdy stopka je celá křehká a při ohybu se láme a na rozdíl od předchozího typu věténko zůstává pružné a ohebné, vlhkost chmele je 8 – 11% (Basařová, 2010).

Sušení chmele se provádí nejčastěji pomocí dvou typů sušáren:

- komorovými sušárny
- pásovými sušárny.

3.2.1 Komorové sušárny

Komorové sušárny jsou vsádková zařízení, ve kterých sušící vzduch prostupuje vrstvou vlhkého chmele (Krofta a kol., 2007). Jejich zaplňování se provádí vždy v určitých intervalech. Doba nového násypu chmele do sušárny je odvozená od času potřebného k sušení v nejvrchnějším patře sušárny (na 1. žaluzii). Obvykle se pohybuje mezi 90 – 120 minutami. Maximální počet pater (žaluzií) uvnitř sušárny (jsou čtyři), z nichž nejspodnější je určeno k dosoušení a k vyprazdňování sušárny. U Komorových sušáren se můžeme setkat i s různými úpravami týkajících se především počtu komor. Nejvíce rozšířeným typem jsou čtyřkomorové nebo tříkomorové sušárny (Fric, 2000).

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. K tomu jsou využívány 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).

3.2.2 Pásové sušárny

Pásová sušárna je kontinuálně pracující sušící zařízení (Rybáček a kol., 1980). 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 sušící pás (1. pás). Po průchodu sušícím tunelem je na protilehlém konci sušícího tunelu spouštěn na druhý pás sušárny, kterým je unášen protisměrem posunu první pásu na opačný konec tunelu kde spadává na třetí pás. Na tomto páse probíhá poslední fáze sušení a současně tímto pásem je usušený chmel vnesen mimo vlastní sušící tunel (Vrzalová a Fric, 1994).

Suší se horkým vzduchem ohříváním 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, v závislosti na charakteru hlávky a odrůdy (Šnobl, 2004). Při teplotách sušení nad 60 °C dochází k barevným i senzorickým změnám sušeného chmele, který tak ztrácí na ceně (Krofta a kol., 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 systémem, který umožní snadnou a operativní regulaci teploty. Posledním požadavkem je dostatečné množství do sušárny přiváděného a ze sušárny odváděného vzduchu (Vrzalová a Fric, 1994).

3.2.3 Klimatizace

Jedná se o proces úpravy vlhkosti chmele po usušení. Po samotném usušení není chmel schopen další manipulace, a proto musí projít klimatizací. Při výpadu ze sušárny a při další manipulaci musí být s chmelem postupováno velmi opatrně, aby nedocházelo k poškození hlávek. Pokud se jedná o skladování volně loženého chmele na hromadách, volíme postupné zvyšování vrstvy chmele. Nejprve při výpadku ze sušárny je to rozkládání do vrstvy 60 – 80 cm (hřebílkování) a po vychladnutí a částečném nabytí vlhkosti ze vzduchu v daném prostředí skladu dochází ke shrnutí na vyšší vrstvu, obvykle až do 150 cm. Při další manipulaci (přepuštění do dalších pater) je chmel uskladněn na hromady kuželovitého tvaru do výšky přesahující i 2 m. Tento způsob je obvyklý pro komorové sušárny (Fric, 2000).

V našich podmínkách byla realizována úprava vlhkosti chmele formou tunelového klima tunelu, na jehož pohyblivém pásu je rozložen chmel ve vrstvě 40 – 50 cm. Pod tento je přiváděn odpadní vzduch ze sušárny, který prošel úpravou přes vodní pračku, kde ochlazením byla zvýšena relativní vlhkost na 70 – 80 %. Za dobu průchodnou tímto tunelem (cca 90 minut) se vlhkost chmele upraví na tzv. rovnovážnou vlhkost, která umožňuje přímé lisování chmele do žoků. Tento typ je obvyklý pro pásové sušárny (Fric, 2000).

Vlhkost chmele v žoku by se měla pohybovat v rozmezí 9 – 11 %. Při nižším obsahu vody se hlávky stávají křehkými a při manipulaci dochází ke zvyšování podílu rozplevení. Při vyšší vlhkosti může dojít ke znehodnocení produktu vlivem zapaření. Podle vyhlášky nesmí vlhkost chmele přesáhnout 12 hmotnostních procent (Krofta a Nesvadba, 2000).

3.3 Úprava suchého chmele a skladování

3.3.1 Lisování

Jedná se o proces závislý na lidské obsluze, při kterém se chmel hromadí před následným zpracováním. Lisování chmele u pěstitelů se provádí do pěstitelských obalů (Rybáček a kol, 1980).

Chmel se lisuje přibližně na jednu pětinu původního objemu pomocí jednoduchých vertikálně pracujících lisů. Průměr žoku je cca 80 cm, výška cca 200 cm a jeho hmotnost kolem 60 kg. Každý žok musí být řádně uzavřen, zvážen a označen. V posledních letech se začíná uplatňovat lisování do kvádrů o rozměrech 60 x 60 x 120 a jejich ukládání do palet. Jeho výhody jsou především z hlediska manipulace, přepravy i využití skladovacího prostoru (Ciniburk a Linhart, 2000).

3.3.2 Skladování

Skladování volně loženého chmele probíhá na chmelových sýpkách. Základní podmínkou těchto sýpek musí být zatemnění oken. Chmel nesnáší při skladování světlo, protože na světle dochází k tvorbě černého barviva, a tím ke znehodnocení hlávek (Ciniburk a Linhart, 2000).

Dalším požadavkem volně loženého chmele je kvalita podlaží a atmosféra skladu. Pokud jde o podlaží, musí být zajištěna jeho vlhkostní izolace (nejlépe dřevěné podlaží). Na betonovém, nedostatečně vyschlém a neizolovaném dochází k zapaření, zplsnivění a znehodnocení. Chmel by měl být skladován samostatně, aby od ostatních skladovacích materiálů nebylo znehodnoceno jeho aroma (Urban, 2000).

Vnitřní atmosféra je odvislá od charakteru stavby a její ovlivnění je možné pouze větráním. Obecně je prospěšné skladování při nižších teplotách a při vlhkosti odpovídající rovnovážné vlhkosti chmele (Ciniburk a Linhart, 2000).

Ideální je skladování v klimatizovaných skladech s teplotou do 5 °C. Při této teplotě dochází před zpracováním k minimalizaci ztrát na konduktometrických hodnotách. Lisovaný chmel by neměl být skladován déle než jeden rok, a to ještě při teplotách okolo 0 °C. Granulovaný chmel při ročním skladování vyžaduje teplotu skladu do 5 °C, při delším pak teploty rovněž okolo nuly (Urban, 2000).

3.4 Chmelové produkty

3.4.1 Granulovaný chmel

Téměř 90 % celkové produkce chmele je granulováno do pelet typu 45 a 90. Pouze někteří odběratelé požadují hlávkový chmel (lisovaný do batolů). Přednosti granulace jsou především v tom, že v interním obalu dochází k nižším ztrátám pivovarsky cenných látek a nemění se složení pryskyřic a silic. Nedostatky se projevují při mletí, kdy dochází k určitému zahřívání chmele a může docházet ke změnám skladby silic a dalších látek (Nesvadba, 2008).

Proto musí být granule chmele baleny do inertní atmosféry. Jako obal slouží buď čistá juta, kombinace juty a umělé tkaniny, nebo v poslední době pouze tkanina z umělé hmoty (Urban, 2000).

Tabulka č. 2: Dovoz a vývoz drceného a granulovaného chmele (Situační a výhledová zpráva 2013).

Kalendářní rok	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Dovoz (t)	487,3	347,5	292,5	194,3	196,6	262
Vývoz (t)	3222,3	4040,7	3291,0	3220,6	3214,1	3376,3

3.4.1.1 Typ 90

Granule typu 90 vznikají na základě tří homogenizací chmelu. První probíhá, již u násypu, kde pomocí čištění vzduchem dochází k oddělení příměsí. Druhá homogenizace probíhá v homogenizačním silu, dochází zde k promísení zpracovaného chmele. Následuje čištění, dosoušení v sušárně z původních 10 – 11 % na 6,5 – 7 % (Urban 2000).

Dochází tedy ke ztrátě obsahu vody a snížení lze hodnotit pozitivně, protože ovlivňuje příznivě stabilitu pryskyřic (Rybáček a kol. 1980). Dalším krokem je mletí na kladívkovém mlýnu s kontrolou velikosti rozemletých částic na sítích o rozměrech 3, 5 nebo 7 cm. Rozemletý prášek je znovu homogenizován (3. homogenizace) a protlačením přes matici granulátoru vznikají granule o průměru 6 mm a rozdílné délky. Při granulaci je kontrolována teplota granulí. Zvýšenou teplotou by mohlo dojít k vyšším ztrátám na KH (konduktometrické hodnoty). Granule jsou ihned zchlazeny a baleny do bariérové fólie. Jako inertní atmosféra se používá CO₂ a N₂ nebo směs obou plynů. Sáčky o hmotnosti od 3 do 20 kg jsou vkládány do kartonů a ty jsou ukládány na paletu. Dalším možným způsobem je tzv. velkoobjemové balení. Jeden sáček obsahuje od 90 do 150 kg granulí (Urban, 2000).

3.4.1.2 Typ 45

U granulí typu 45 je první fáze zpracování, až po dosoušení je shodná s typem 90. Po dosoušení je chmel rozemlet při teplotě -35 °C. Při této teplotě lupulinová zrna mění své vlastnosti a surovinu lze dát upravovat. Následně při stejné teplotě je na speciálním zařízení odstraněna část rostlinné hmoty. Na základě vstupních údajů (o výši KH, požadavek KH) se vypočítá koncentrace chmele a tento údaj se nastaví na strojním zařízení, kde mícháním lupulinové a balastní složky chmele dochází k mechanické koncentraci hořkých látek ve výsledném produktu na požadovanou hodnotu. Lze dosáhnout maximální koncentrace 45 % (ze 100 kg sypaného chmele obdržíme 45 kg výsledného produktu s dvojnásobným obsahem hořkých látek). Další fází je homogenizace chmelového prášku. Další operace probíhá až po laboratorní zkoušce, kdy obsah KH odpovídá požadované hodnotě. Další operace jsou shodné s typem 90 (Urban, 2000).

Jejich výhoda spočívá v lepším využití hořkých látek a z hlediska přepravy a skladování, umožňují snížit skladovací kapacity na polovinu. Je to ekonomicky zajímavé zejména při použití klimatizovaných dopravních prostředků a skladů (Rybáček a kol. 1980).

3.4.2 Chmelové extrakty

Přibližně 30 % vypěstovaného chmele se dnes používá na výrobu chmelových extraktů. Tyto produkty se vyrábí extrakcí chmele vhodným rozpouštědlem (Krofta, 1997). Při jejich výrobě se dnes používá hlavně dvou extrakčních postupů: extrakce etanolem a extrakce tekutým nebo superkritickým oxidem uhličitým. Jiná rozpouštědla se vzhledem k jejich toxicitě už téměř nepoužívají. Kromě toho jsou jak etanol, tak oxid uhličitý látkami pro pivo a pivovarství typickými (Biendl, 1996).

K hlavním přednostem těchto produktů patří především vyrovnaná hořkost vyráběných várek, protože extrakty jsou mnohem více homogenické než hlávkový chmel. Vyšší využití chmelových pryskyřic, proti hlávkovému chmelu až o 20 % lepší využití. Snížení nákladů na přepravu, skladování a manipulaci (Howthorne et al., 1993).

3.4.2.1 Extrakce etanolem

Výchozím produktem je hlávkový chmel v obvyklém obchodním balení (žoky, baloty). Sacím zařízením se chmelové hlávky dopravují do příjmu extrakční stanice, kde se po odloučení v cyklonu extrahují rozpouštědlem. Jde přitom o fermentační alkohol získaný z kvašením rostlinných surovin smísený s 10 % vody. Extrakce chmelových hlávek se uskutečňuje ve dvou hvězdicových rotorech, z nichž každý je rozdělen do šestnácti komor. Pomalým otáčením rotoru se extrahované chmelové hlávky posunují kruhovým pohybem od vstupního k výstupnímu místu. V protiproudu postupuje rozpouštědlo a obohacuje se při tom rozpustnými chmelovými hlávkami. Takto získaný roztok postupuje k odpařování a zahuštění v extrakt. Je nezbytné se zbavit i etanolu na zbytkový podíl 0,3 % (Biendl, 1996).

Po odpaření rozpouštědla lze výsledný extrakt mechanicky rozdělit na polární a nepolární část. Polární se skládá z jedné poloviny z vody a zbytek tvoří hydrofilní složky (minerální látky, bílkoviny, třísloviny), nazýváme ji tříslovinný extrakt. Nepolární část je tvořena lipofilními složkami chmele, hořkými látkami a silicemi. Tuto část označujeme jako pryskyřičný extrakt. Při smíchání těchto extraktů získáme standardizovaný extrakt (Krofta, 1997).

3.4.2.2 Extrakce oxidem uhličitým

Výchozím produktem jsou chmelové pelety. Vlastní extrakci tedy předchází další výrobní fáze, peletizace chmelových hlávek, což má za následek vyšší nákladnost na extrakci oxidem uhličitým ve srovnání s etanolovou extrakcí (Krofta, 1997).

Extrakce chmelových pelet oxidem uhličitým probíhá ve vysokotlakých nádobách, v nichž se podle zvolené varianty technologického postupu používá tlak od 65 do 300 barů. Teploty extrakce se pohybují mezi 15 – 350 °C. Za těchto podmínek přechází plynný oxid uhličitý do tekutého stavu a vykazuje vlastnosti nezbytné pro extrakci (Biendl, 1996).

Odpaření extrakčního prostředku probíhá u extrakce s oxidem uhličitým mnohem jednodušeji než u etanolové metody. Oxid uhličitý vyprchá jako plyn při uvolnění tlaku v extrakčních nádobách (Dauod and Kusinski, 1986).

Takto získaný extrakt se plní do obalů, protože se v oxidu uhličitém nerozpouštějí žádné hydrofilní složky, jde vždy o čisté pryskyřičné extrakty, které mohou být pro standardizaci směřovány s tríslovinnými extrakty z etanolové frakce (Biendl 1996).

3.5 Chemické složení chmelových hlávek

3.5.1 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 a β - hořké kyseliny, 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 se člení na měkké pryskyřice (α , β , γ , δ - hořké kyseliny, ε - dosud nespecifikované pryskyřice) a tvrdé pryskyřice (γ , δ pryskyřice). Frakce měkkých pryskyřic obsahuje mnoho látek, které se různou měrou podílejí na vytváření celkové hořkosti piva. Frakci tvrdých pryskyřic se v pivovarnictví nepřikládá veliký význam (Rybáček a kol., 1980).

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).

3.5.1.1 α - hořké kyseliny

Největší význam pivovarského hlediska mají bezpochyby α - hořké kyseliny (humulony). Jejich izomerační produkty, které se tvoří v průběhu chmelovaru, vykazují silnou organoleptickou hořkost (Krofta a Nesvadba, 2000).

Jedná se o směs 5 homologů, lišících se radikálem na 2. uhlíku benzenového jádra. Jsou to opticky aktivní látky. Jejich oxidací vznikají γ - kyseliny (humulinony), které jsou podobně jako α - hořké kyseliny tvořeny 5 homology, ale jejich hořkost je podstatně nižší. Konečným stupněm oxidace α - hořké kyseliny jsou δ - pryskyřice, jejichž hořkost se pohybuje mezi 15 – 20 % hořkosti α - hořkých kyselin. Nejvíce se uplatňují při zpracování čerstvého chmele. Jejich vliv na množství hořkých látek v pivě se však zmenšuje, a to v závislosti na době skladování chmele. α - hořké kyseliny mají tendenci vytvářet v pivě výraznější a drsnější hořkost než je tomu u β - frakce (β , γ , δ - hořké kyseliny), (Rybáček a kol., 1980).

Obsah α - hořkých kyselin ve chmelech v České republice rok od roku klesá. Tento trend pravděpodobně souvisí s klimatickými podmínkami (Mikyška, 2000).

3.5.2 Chmelové silice

Chmelové silice jsou nejdůležitější skupinou látek odpovědných za aroma chmele (Čepička, 2000). Dosud bylo izolováno více, než 200 složek chmelové silice. Představují směs uhlovodíků a kyslíkatých sloučenin terpenové řady. Převážně je v nich zastoupena uhlovodíková frakce (60 – 70 %), z níž jsou nejvýznamnější humulon, myrcen, farnesen a karyofylen. Z kyslíkaté frakce jsou nejdůležitější geraniol a terpinol (Rybáček a kol., 1980).

Další frakce je frakce sirných sloučenin, která i přes svůj nízký podíl může výrazně ovlivnit chmelové aroma, neboť většina sirných organických sloučenin vyniká výrazným aroma a nízkými prahovými hodnotami. Ve chmelových silicích se vyskytují tři skupiny sirných sloučenin, a to thioestery, sulfidy a sirno-terpenické adukty, což jsou produkt adiční reakce mezi molekulami, které si ve vzniklém komplexu ponechávají svou individualitu (Čepička, 2001).

Chmelové silice patří mezi izoterpenoidy, jsou to těkavé a sensoricky aktivní látky izolované z květů, plodů a listů (Faragó a Ůrgeová, 2013). Jsou proto nositeli chmelové vůně. Její intenzita se mění v průběhu zrání chmele. Složení silic je mimo jiné závislé na odrůdě, půdních podmínkách stanoviště a na klimatických podmínkách. Zráním chmele obsah silic stoupá (nejintenzivněji v posledních dvou týdnech), sušením část vytěká (Horejšek a Zich, 1990).

Silice jsou přítomny v lupulinových zrnech chmelové hlávky a zralý chmel jich obsahuje 0,5 až 3,0 %. Nejběžnější izolační metodou je destilace s vodní párou (Krofta a Nesvadba, 2000).

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).

V pivovarském procesu se využije pouze malý podíl silic. Většina se ztrácí vytékáním 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 přidavkem chmele do piva v konečných fázích technologie – „dry hopping“ (Prugar et al., 2008).

3.6 Index stárnutí chmele

Enzymová aktivita zeleného chmele je podstatně snížena sušením, ale složení chmele nezůstává konstantní. Rozbíhá se proces stárnutí. Tím se rozumí změny ve složení chmelových pryskyřic, silic a dalších složek chmele způsobené jejich oxidací. Rychlost těchto procesů je ovlivňována řadou faktorů, z nichž nejdůležitější jsou čas, teplota a světlo (Krofta a kol., 1999).

Rychlost stárnutí chmele se liší podle dané odrůdy a pro konkrétní odrůdu se vyjadřuje pomocí indexu Hop Storage (HSI), což je potenciální množství α - hořkých kyselin, které chmel ztratil v 6 měsících, kdy byl skladován při konstantní teplotě (Garetz, 1994). Pro optimální zachování ceněných vlastností chmele, by teplota vzduchu měla být 30 až -5 stupňů F, nebo -1 až -21 ° C. Komprese chmele do balíků a pelety, pomáhají chránit všechny vlastnosti chmele, ale povrchovými vrstvy jsou v kontaktu se vzduchem. Vzduch tak pronikne a způsobí nějakou oxidaci. Nízké teploty zpomalují proces oxidace (Cocuzza et. al., 2013).

Proto je dobré chmel, který se v brzké době neprodá konzervovat do pelet a vakuovat, což velmi omezí ztráty (Garetz, 1994).

Pro představu chmel s počátečním obsahem α - hořkých kyselin 10 %, který je skladovaný při teplotě 20 °C, ztratí za půl roku 25 % obsahu těchto kyselin. Chmel, který je skladovaný při teplotě -2 °C, ztratí pouze 10 % obsahu α - hořkých kyselin (Cocuzza et. al., 2008). Je tedy nutné pro zachování co nejlepších hodnot skladovaného chmele dbát na nízkou teplotu a vhodný obal.

4 Metodika

Chmelové odrůdy ŽPČ (Žatecký poloraný červeňák), Premiant, Sládek a Agnus byly sčesány a následně sušeny v žatecké chmelařské oblasti v lokalitách Nesuchyně, Běsno, Blšany a Strojetic v období od 26. 8. 2013 do 8. 9. 2013 během chmelové sklizně. Všechny vzorky u jednotlivých sledovaných odrůd byly odebírány v časovém rozmezí 7:00 až 17:30 hodin.

Celkem bylo odebráno vzorků: 20

- ŽPČ: 12
- Premiant: 3
- Sládek: 3
- Agnus: 2

Na jednotlivých typech sušáren:

- Pásové (Nesuchyně, Běsno): 12
- Komorové (Blšany, Strojetic): 8

Na jednotlivých farmách:

	ŽPČ	PREMIANT	SLÁDEK	AGNUS
Nesuchyně	3	1	1	2
Běsno	3	1	1	0
Blšany	3	0	1	0
Strojetic	3	1	0	0

Vzorky byly odebírány vždy ve stejný čas a stejným způsobem. Nejprve byl odebrán do černého igelitového pytle vzorek čerstvého zeleného chmele. Byla změřena vstupní výška vrstvy v násypu sušárny a teplota. U pásových sušáren byla vstupní vrstva v rozmezí 15 – 25 cm a teplota 26 – 30 °C. U komorových sušáren byla vstupní vrstva 19 – 32 cm a teplota 22 – 25 °C. Po usušení byl odebrán vzorek stejného chmele na výstupu ze sušárny. Kde u pásových sušáren byla výstupní vrstva 48 – 82 cm a teplota 50 – 58 °C. U komorových sušáren byla výstupní vrstva 24 – 25 cm a teplota 59 – 70 °C.

Suchý chmel každé odrůdy byl rozdělen do několika dílčích vzorků a balen do modrého balicího papíru. Jeden vzorek byl odvezen okamžitě po usušení do laboratoře k vyhodnocení a zbylé dílčí vzorky v termínech 13. 11. 2013 a 14. 2. 2014.

U vzorků bylo vyhodnocováno:

- HSI - index skladování chmele
- HPLC - obsah a složení hořkých kyselin

HSI – Index skladování chmele:

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 metanolu při 275 a 325 nm ($HSI = A_{275}/A_{325}$).

HPLC:

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 μ m. 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.

Měření teploty chmele: 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.

Získané výsledky byly statisticky zpracovány základními statistickými charakteristikami. Byl vypočten průměr (\bar{x}), směrodatná odchylka (s) a stonásobek variačního koeficientu (V_k), který je vyjádřen v %. Pro stanovení rozdílu mezi získanými daty byla vybrána jako nejvhodnější metoda párového t - testu. Hodnocení párových dat se používá, kdy se měří objekt dvakrát, před pokusem a po něm. Každá hodnota x_i prvního výběru má odpovídající hodnoty y_i ve druhém výběru (Hendl, 2004).

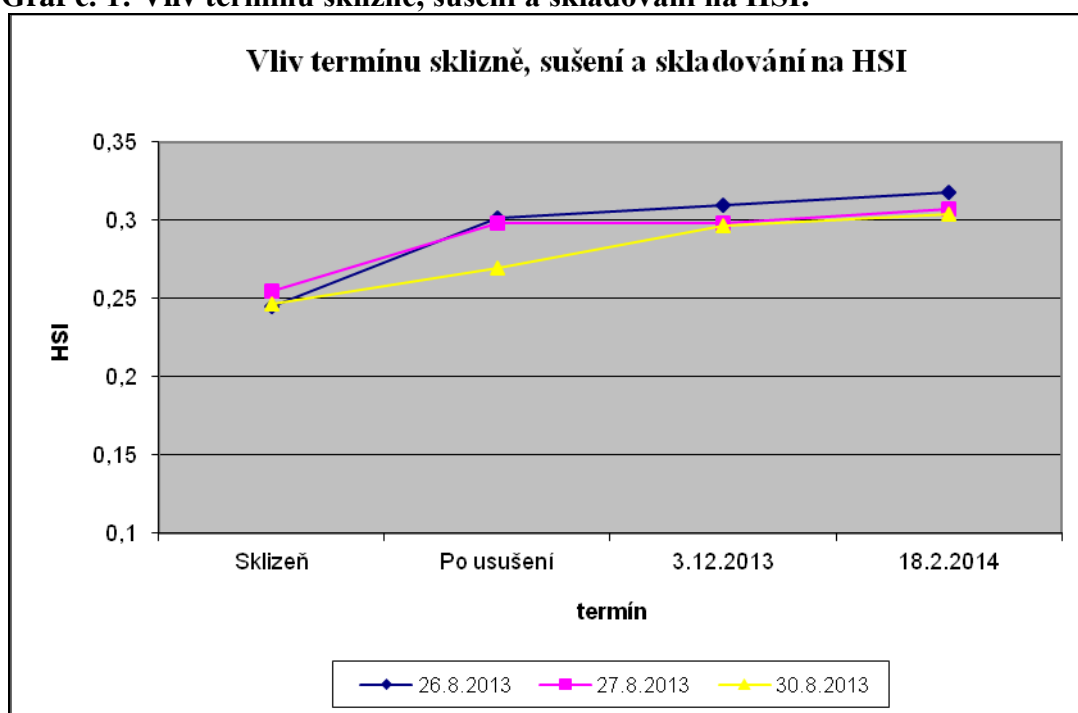
5 Výsledky

5.1 Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ)

5.1.1 ŽPČ Nesuchyně: HSI

V příloze 2 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 1 je patrné, že v rámci sledované lokality pro hodnoty HSI byl nevhodnější termín sklizně 30. 8. 2013 s nejméně rostoucí tendencí až do 18. 2. 2014.

Graf č. 1: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na HSI.



V tab. 3 jsou uvedeny průměrné hodnoty HSI v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejnižší průměrná hodnota HSI je při sklizni a to 0,25. Hodnota HSI se po usušení se zvýšila o 0,04, tento rozdíl je z 90% pravděpodobností průkazný. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se hodnota HSI zvýšila o 0,05 a do 18. 2. 2014 se hodnota zvýšila o 0,06 s 98% průkaznou pravděpodobností. Po usušení došlo ke zvýšení hodnoty HSI v průběhu skladování do 3. 12. 2013 o 0,01 a do 18. 2. 2014 o 0,02, ale toto zvýšení není statisticky průkazné. A zvýšení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,01 také není statisticky průkazné.

Tabulka č. 3: Základní statistické parametry.

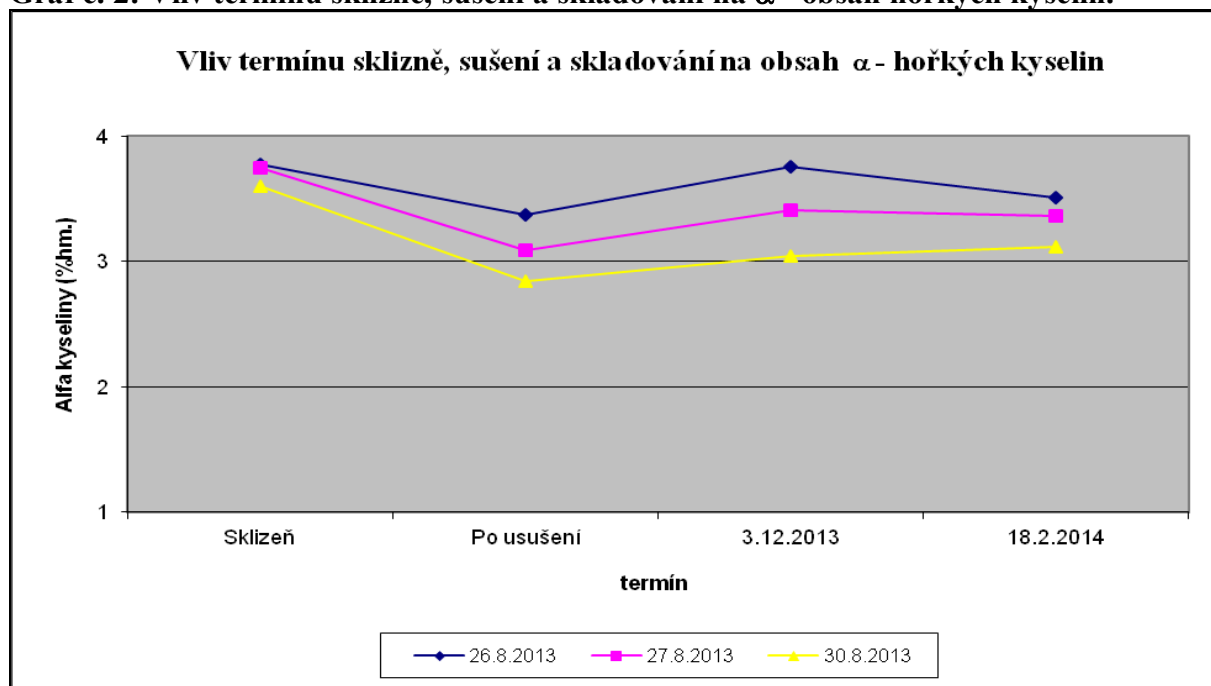
	\bar{x}	s	Vk
Sklizení	0,25	0,005	2,13
Po usušení	0,29	0,017	6,01
3. 12. 2013	0,30	0,007	2,40
18. 2. 2014	0,31	0,007	2,38

Tabulka č. 4: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Sklizení		
Po usušení	0,1	Po usušení	
3. 12. 2013	0,02	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,02	-	-

5.1.2 ŽPČ Nesuchyně: α - hořké kyseliny

V příloze 2 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 2 je patrné, že v rámci sledované lokality se hodnoty α - hořkých kyselin snižují v závislosti na době skladování vzorků.

Graf č. 2: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na α - obsah hořkých kyselin.

V tab. 5 jsou uvedeny průměrné hodnoty α - hořkých kyselin v závislosti na době skladování vzorků. Nejvyšší průměrná hodnota α - hořkých kyselin je při sklizni a to 3,71 % hm. Po usušení klesla o 0,61 % hm. s 95% průkazností. V průběhu skladování do 3. 12. 2013 se hodnota snížila o 0,31 % hm. (toto snížení není statisticky průkazné) a do 18. 2. 2014 už o

0,38 % hm. s 95% průkazností. Po usušení došlo ke zvýšení hodnot α - hořkých kyselin, do 3. 12. 2013 o 0,30 % hm. a do 18. 2. 2014 o 0, 23 % hm., toto snížení je s 95 % průkazné. Snížení hodnot od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,07 % hm. již není statisticky průkazné.

Tabulka č. 5: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Skližeň	3,71	0,09	2,46
Po usušení	3,10	0,27	8,64
3. 12. 2013	3,40	0,36	10,50
18. 2. 2014	3,33	0,20	5,92

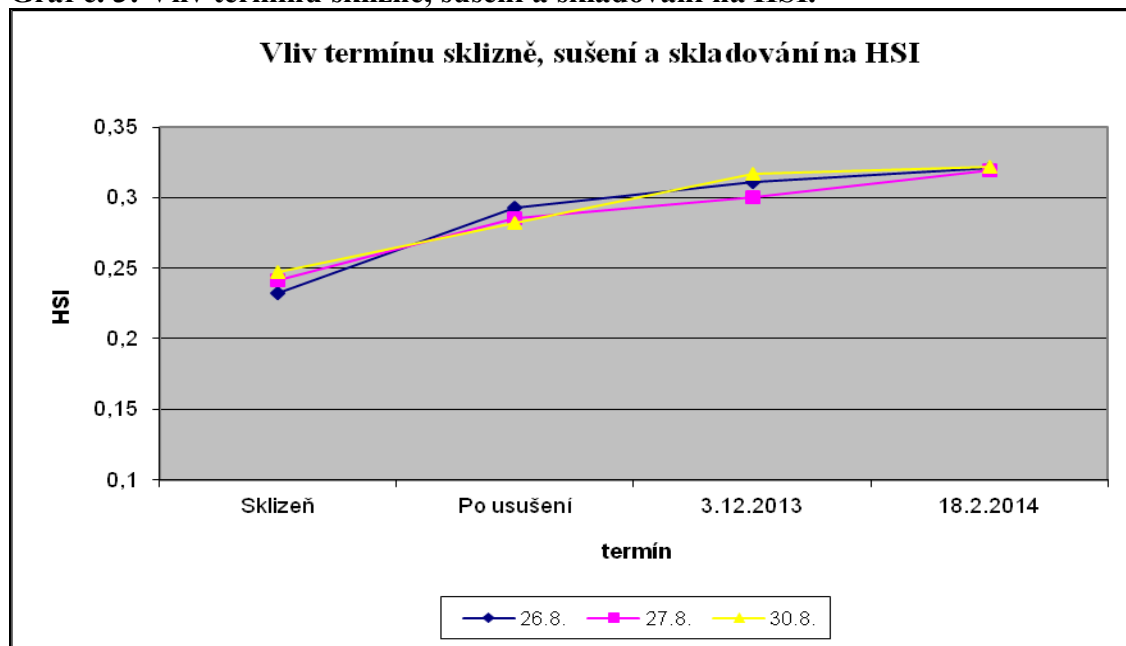
Tabulka č. 6: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Skližeň		
Po usušení	0,05	Po usušení	
3. 12. 2013	-	0,05	3. 12.2 013
18. 2. 2014	0,05	0,05	-

5.1.3 ŽPČ Běsno: HSI

V příloze 3 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 3 je patrné, že v rámci sledované lokality se hodnoty HSI se zvyšují v závislosti na délce skladování vzorků, ale během skladování se hodnoty k 18. 2. 2014 téměř vyrovnaly.

Graf č. 3: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na HSI.



V tab. 7 jsou uvedeny průměrné hodnoty HSI v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejnižší průměrná hodnota HSI je při sklizni a to 0,24. Hodnota HSI se po usušení se zvýšila o 0,05, tento rozdíl je s 95% pravděpodobností průkazný. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se zvýšila o 0,07 a do 18. 2. 2014 se hodnota zvýšila o 0,08 s 99% průkaznou pravděpodobností. Po usušení došlo k zvýšení hodnoty HSI v průběhu skladování do 3. 12. 2013 o 0,02 a do 18. 2. 2014 o 0,03, ale toto zvýšení není statisticky průkazné. A zvýšení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,01 také není statisticky průkazné.

Tabulka č. 7: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	0,24	0,008	3,15
Po usušení	0,29	0,006	1,98
3. 12. 2013	0,31	0,009	2,79
18. 2. 2014	0,32	0,002	0,48

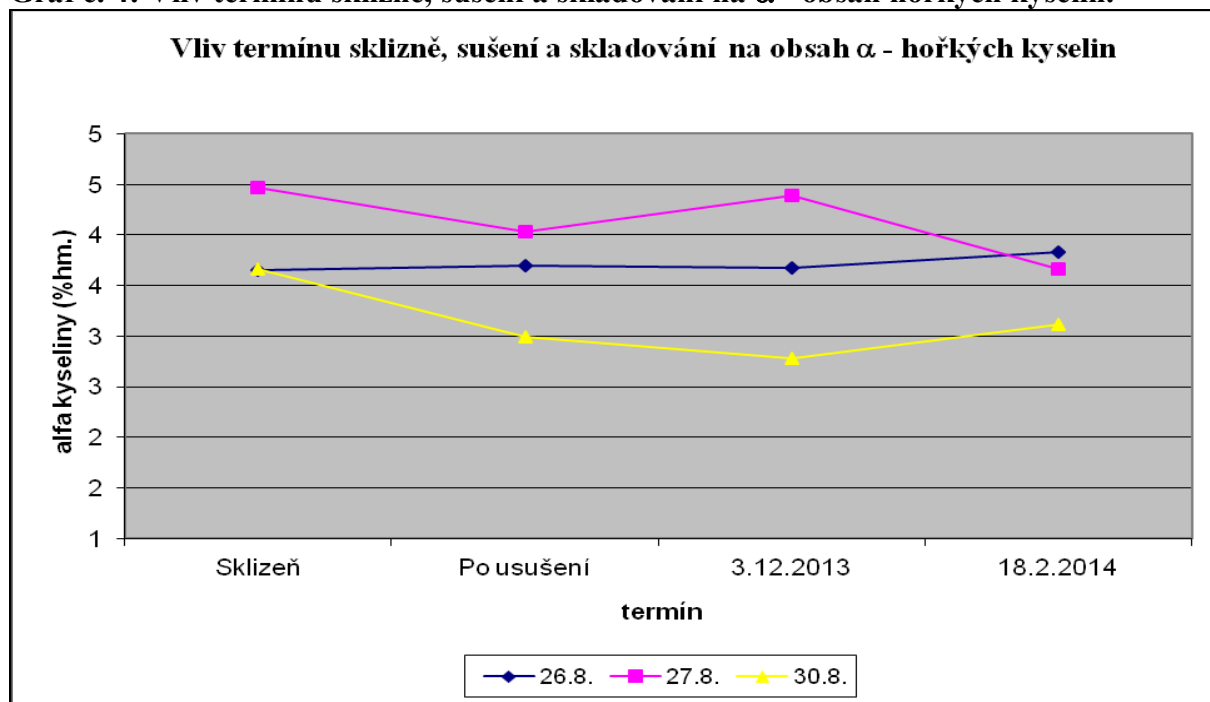
Tabulka č. 8: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Sklizeň		
Po usušení	0,05	Po usušení	
3. 12. 2013	0,01	0,1	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,01	0,02	-

5.1.4 ŽPČ Běsno: α - hořké kyseliny

V příloze 3 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 4 je patrné, že v rámci sledované lokality je hodnota α - hořkých kyselin nejvyšší v termínu sklizně 27. 8. 2013.

Graf č. 4: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na α - obsah hořkých kyselin.



V tab. 9 jsou uvedeny průměrné hodnoty α - hořkých kyselin v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejvyšší průměrná hodnota α - hořkých kyselin je při sklizni a to 3,93 % hm. Hodnota α - hořkých kyselin se po usušení se snížila o 0,36 % hm. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se hodnota snížila o 0,32 % hm. a do 18. 2. 2014 se snížila o 0,40 % hm. Po usušení do 3. 12. 2013 došlo ke zvýšení hodnoty o 0,04 % hm. a do 18. 2. 2014 ke snížení hodny o 0,04 % hm. A snížení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,08 hm. Tyto hodnoty, ale nejsou statisticky průkazné.

Tabulka č. 9: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	3,93	0,466	11,85
Po usušení	3,57	0,531	14,87
3. 12. 2013	3,61	0,803	22,23
18. 2. 2014	3,53	0,373	10,57

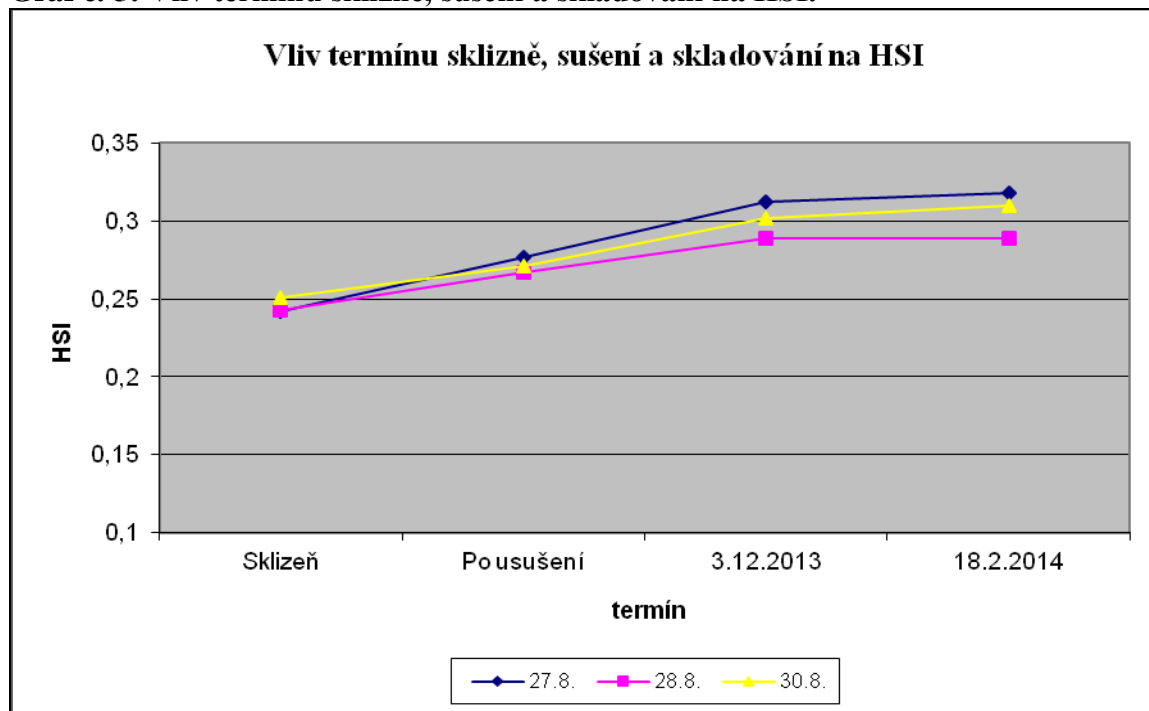
Tabulka č. 10: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Sklizeň		
Po usušení	-	Po usušení	
3. 12. 2013	-	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	-	-	-

5.1.5 ŽPČ Blšany: HSI

V příloze 4 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 5 je patrné, že v rámci sledované lokality se hodnoty HSI se zvyšují v závislosti na délce skladování vzorků.

Graf č. 5: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na HSI.



V tab. 11 jsou uvedeny průměrné hodnoty HSI v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejnižší průměrná hodnota HSI je při sklizni a to 0,25. Hodnota HSI se po usušení se zvýšila o 0,02, tento rozdíl je s 95% pravděpodobností průkazný. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se hodnota HSI zvýšila o 0,05 a do 18. 2. 2014 se hodnota zvýšila o 0,06 s 98% průkaznou pravděpodobností. Po usušení došlo k zvýšení hodnoty HSI v průběhu skladování do 3. 12. 2013 o 0,03 a do 18. 2. 2014 o 0,04 s 95% pravděpodobnou průkazností. Zvýšení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,01 není statisticky průkazné.

Tabulka č. 11: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Skizeň	0,25	0,005	2,01
Po usušení	0,27	0,005	1,85
3. 12. 2013	0,30	0,012	3,83
18. 2. 2014	0,31	0,015	4,90

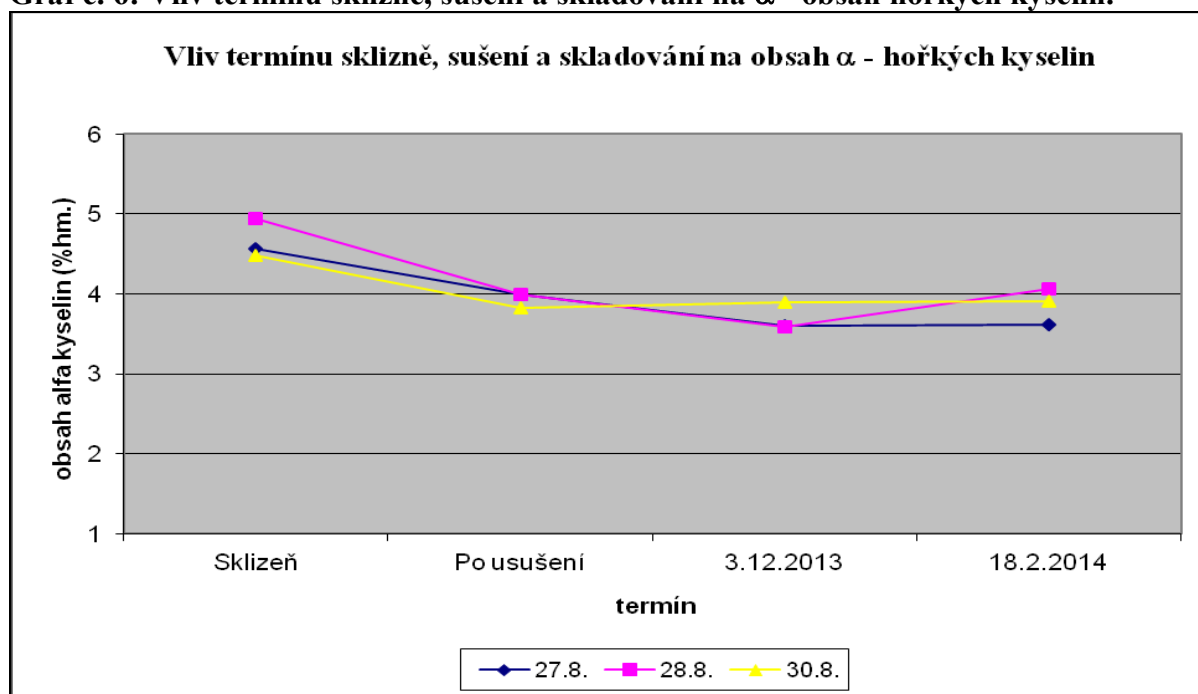
Tabulka č. 12: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	\bar{x}		
Po usušení	0,05	Po usušení	
3. 12. 2013	0,02	0,05	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,02	0,05	-

5.1.6 ŽPČ Břany: α - hořké kyseliny

V příloze 4 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 6 je patrné, že v rámci sledované lokality je hodnota α - hořkých kyselin nejvyšší v termínu sklizně 28. 8. 2013.

Graf č. 6: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na α - obsah hořkých kyselin.



V tab. 13 jsou uvedeny průměrné hodnoty α - hořkých kyselin v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejvyšší průměrná hodnota α - hořkých kyselin je při sklizni a to 4,66 % hm. Hodnota α - hořkých kyselin se po usušení se snížila o 0,73 % hm., tento rozdíl je s 95% pravděpodobností průkazný. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se hodnota snížila o 0,97 % hm. s 90% pravděpodobnou průkazností a do 18. 2. 2014 se snížila o 0,80 % hm. s 98% pravděpodobnou průkazností. Po usušení do 3. 12. 2013 došlo ke snížení hodnoty o 0,24 % hm. a do 18. 2. 2014 ke snížení hodnoty o 0,07 % hm. A snížení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,07 % hm. Tyto hodnoty již nejsou statisticky průkazné.

Tabulka č. 13: Základní statistické parametry.

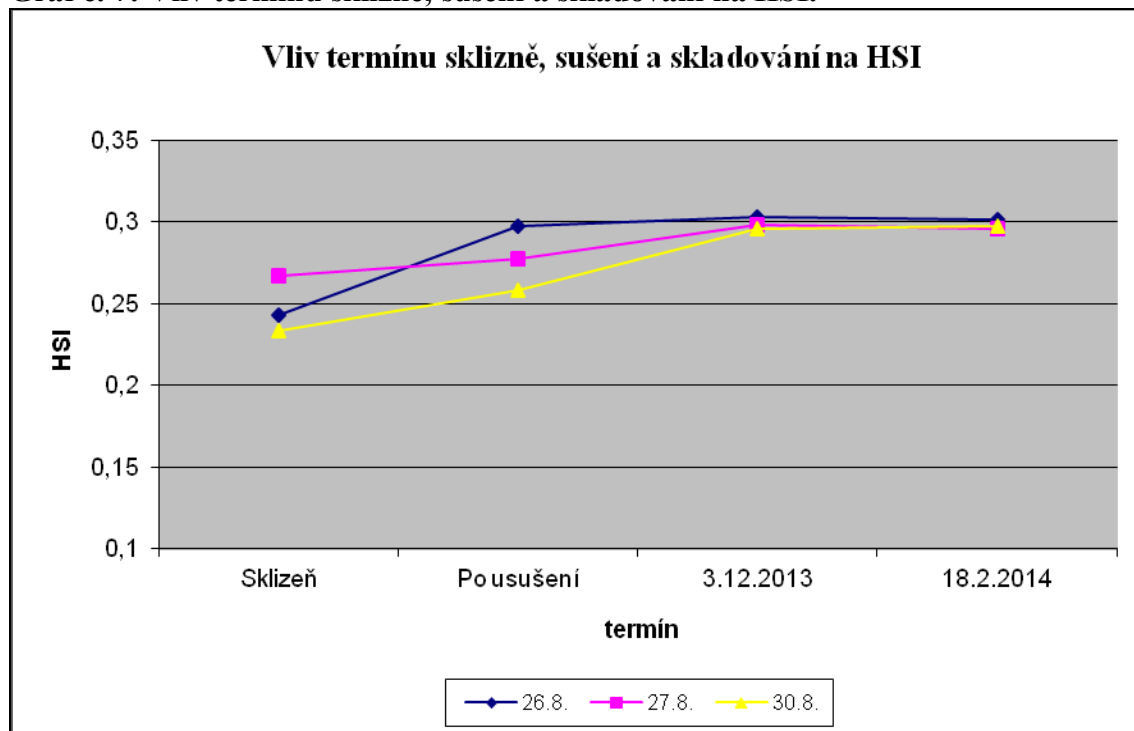
	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	4,66	0,243	5,21
Po usušení	3,93	0,094	2,38
3. 12. 2013	3,69	0,171	4,64
18. 2. 2014	3,86	0,225	5,83

Tabulka č. 14: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Sklizeň		
Po usušení	0,05	Po usušení	
3. 12. 2013	0,1	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,02	-	-

5.1.7 ŽPČ Strojetic: HSI

V příloze 5 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 7 je patrné, že v rámci sledované lokality byla hodnota HSI nejnižší ze dne sklizně 27. 8. 2013, ale v průběhu skladování se hodnoty k 18. 2. 2014 téměř vyrovnaly.

Graf č. 7: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na HSI.

V tab. 15 jsou uvedeny průměrné hodnoty HSI v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejnižší průměrná hodnota HSI je při sklizni a to 0,25. Hodnota HSI se po usušení se zvýšila o 0,03, ale tento rozdíl není statisticky průkazný. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se zvýšila o 0,05 a do 18. 2. 2014 ke změně hodnoty nedošlo, tento rozdíl je s 95 % průkaznou pravděpodobností. Po usušení došlo k zvýšení hodnoty HSI v průběhu skladování do 3. 12. 2013 o 0,02 a do 18. 2. 2014 beze změn. K změnám hodnot od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 už nedošlo. Tyto hodnoty, ale nejsou statisticky průkazné.

Tabulka č. 15: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	0,25	0,017	7,06
Po usušení	0,28	0,020	7,03
3. 12. 2013	0,30	0,004	1,21
18. 2. 2014	0,30	0,003	0,89

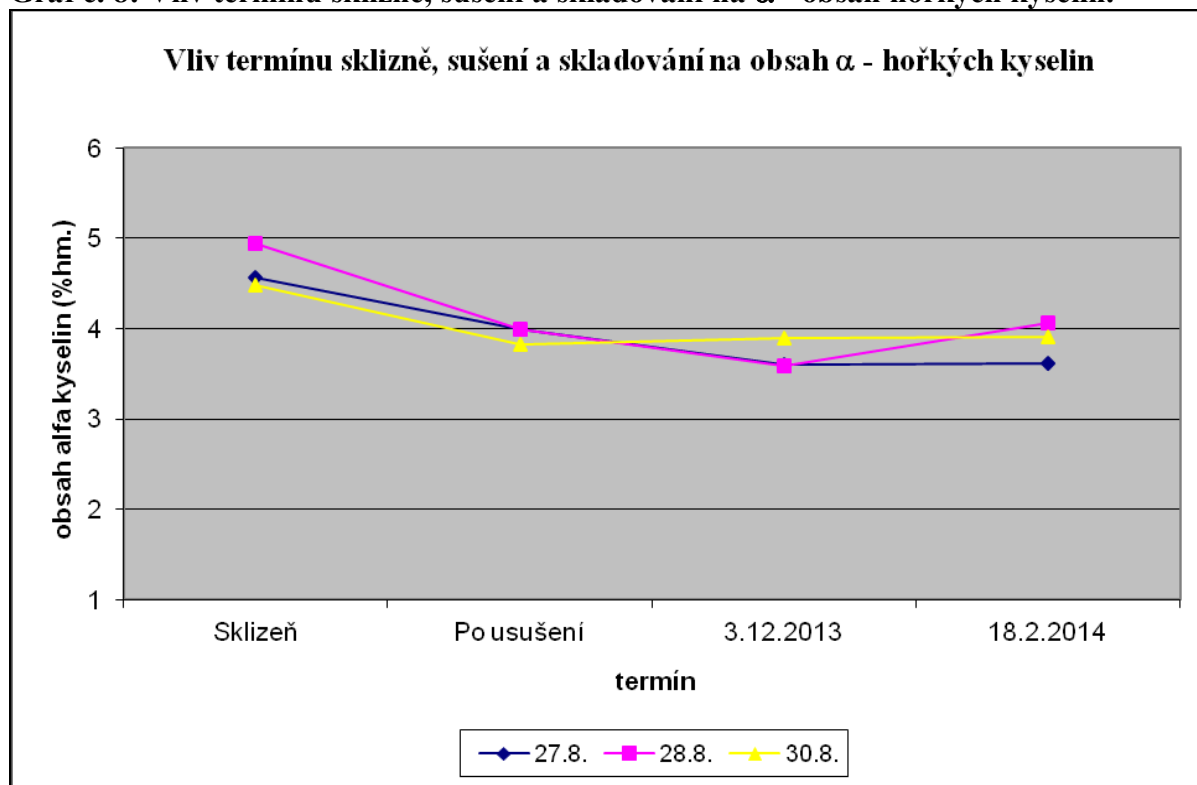
Tabulka č. 16: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Sklizeň		
Po usušení	-	Po usušení	
3. 12. 2013	0,05	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,05	-	-

5.1.8 ŽPČ Strojetic: α - hořké kyseliny

V příloze 5 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 8 je patrné, že v rámci sledované lokality je hodnota α - hořkých kyselin nejvyšší v termínu sklizně 28. 8. 2013, i když měla v průběhu skladování velké výkyvy, byla nejvyšší až do 18. 2. 2014.

Graf č. 8: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na α - obsah hořkých kyselin.



V tab. 17 jsou uvedeny průměrné hodnoty α - hořkých kyselin v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejvyšší průměrná hodnota α - hořkých kyselin je při sklizni a to 4,40 % hm. Hodnota α - hořkých kyselin se po usušení se snížila o 0,64 % hm. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se hodnota snížila o 0,85 % hm. a do 18. 2. 2014 se snížila o 0,43 % hm. Po usušení do 3. 12. 2013 došlo ke snížení hodnoty o 0,21 % hm. a do 18. 2. 2014 ke zvýšení hodny o 0,21 % hm. A zvýšení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,42 % hm. Všechny tyto hodnoty, ale nejsou statisticky průkazné.

Tabulka č. 17: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	4,40	0,788	17,89
Po usušení	3,76	0,148	3,93
3. 12. 2013	3,55	0,218	6,15
18. 2. 2014	3,97	0,373	9,39

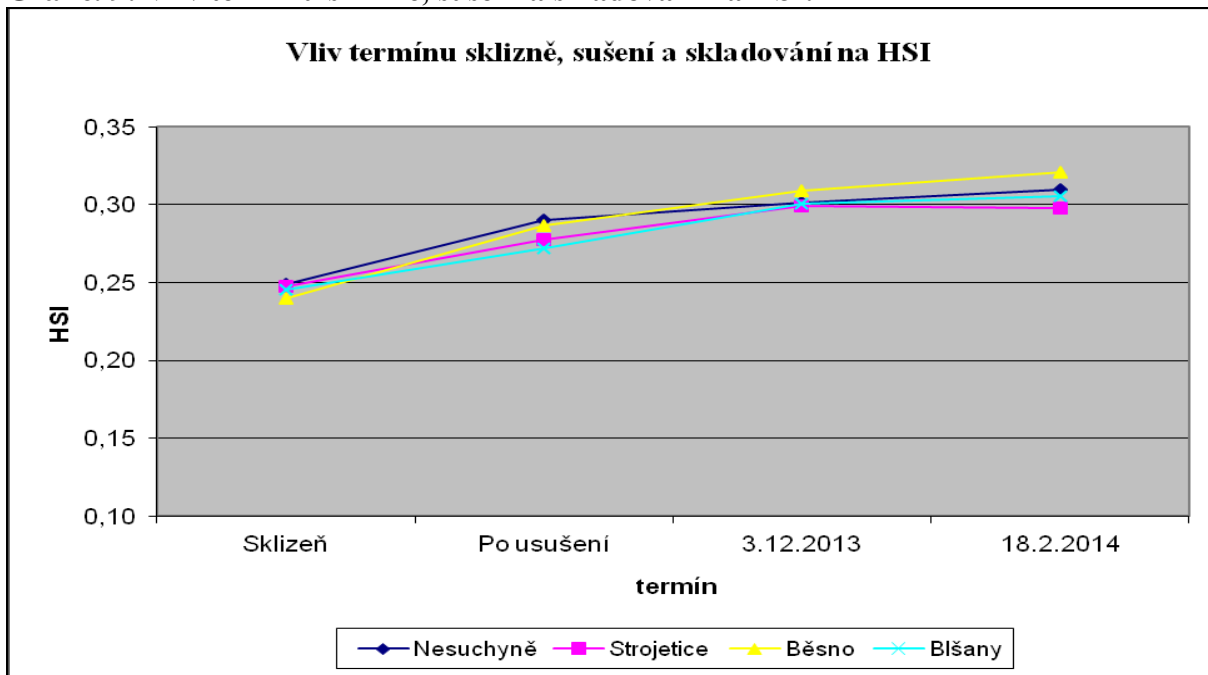
Tabulka č. 18: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Sklizeň		
Po usušení	-	Po usušení	
3. 12. 2013	-	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	-	-	-

5.1.9 ŽPČ všechny lokality: HSI

Z grafu 9 je patrné, že v rámci sledovaných lokalit jsou průměrné hodnoty HSI v termínu sklizně nejnižší na farmě Běsno, ale v průběhu skladování, ke dni 18. 2. 2014 byla hodnota ze všech nejvyšší. Zatímco druhá nejvyšší hodnota naměřená při sklizni na farmě Strojeticice v průběhu skladování ke dni 18. 2. 2014 klesla a stala se z ní nejnižší hodnota ze všech.

Graf č. 9: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na HSI.



V tab. 19 jsou uvedeny průměrné hodnoty HSI ze všech lokalit v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejnižší průměrná hodnota HSI je při sklizni a to 0,24. Hodnota HSI se po usušení se zvýšila o 0,03, ale tento rozdíl není statisticky průkazný. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se zvýšila o 0,05 a do 18. 2. 2014 ke změně hodnoty nedošlo, tento rozdíl je průkazný s 95% pravděpodobností. Po usušení došlo k zvýšení hodnoty HSI v průběhu skladování do 3. 12. 2013 o 0,02 a do 18. 2. 2014 beze změn. K změnám hodnot od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 už nedošlo. Tyto hodnoty, ale nejsou statisticky průkazné.

Tabulka č. 19: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	0,24	0,004	1,61
Po usušení	0,28	0,008	2,72
3. 12. 2013	0,30	0,005	1,81
18. 2. 2014	0,31	0,012	3,74

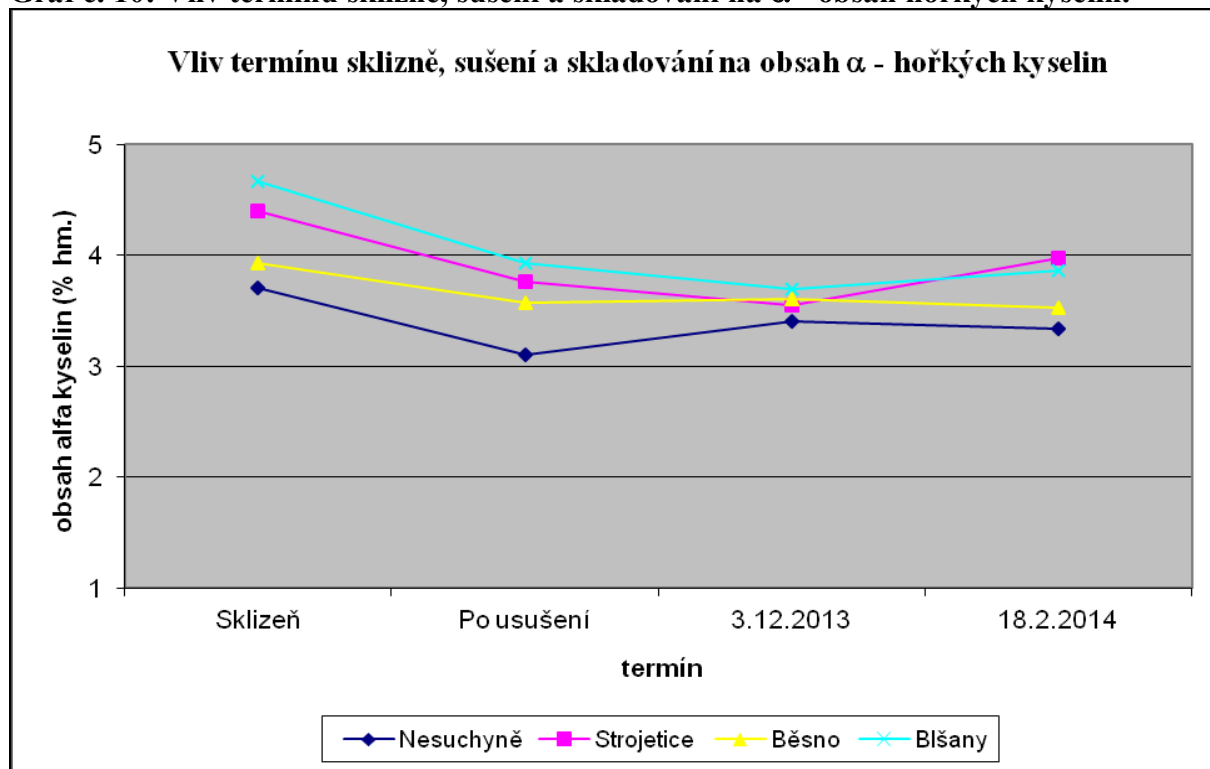
Tabulka č. 20: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Sklizeň	Po usušení	
Po usušení	0,01	Po usušení	
3. 12. 2013	0,01	0,01	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,01	0,01	-

5.1.10 ŽPČ všechny lokality: α - hořké kyseliny

Z grafu je patrné, že v rámci sledovaných lokalit hodnoty α - hořkých kyselin jsou nejvyšší na farmě Blšany, které v průběhu skladování ke dni 18. 2. 2014 klesly na druhé místo. Nejnižší hodnoty byly zaznamenány na farmě Nesuchyně, které i v průběhu skladování ke dni 18. 2. 2014 zůstaly nejnižší ze všech.

Graf č. 10: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na α - obsah hořkých kyselin.



V tab. 21 jsou uvedeny průměrné hodnoty α - hořkých kyselin ze všech lokalit v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejvyšší průměrná hodnota α - hořkých kyselin je při sklizni a to 4,33 % hm. Hodnota α - hořkých kyselin se po usušení se snížila o 0,57 % hm. s 99% pravděpodobnou průkazností. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se hodnota snížila o 0,61 % hm., tento rozdíl s 95% pravděpodobnou průkazností a do 18. 2. 2014 se snížila o 0,54 % hm. s 98% pravděpodobnou průkazností. Po usušení do 3. 12. 2013 došlo ke snížení hodnoty o 0,14 % hm. a do 18. 2. 2014 ke zvýšení hodnoty o 0,03 % hm. A zvýšení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,19 % hm. Tyto hodnoty, ale již nejsou statisticky průkazné.

Tabulka č. 21: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	4,33	0,372	8,59
Po usušení	3,76	0,181	4,81
3. 12. 2013	3,62	0,073	2,02
18. 2. 2014	3,79	0,230	6,06

Tabulka č. 22: Statistická průkaznost párovým t - testem.

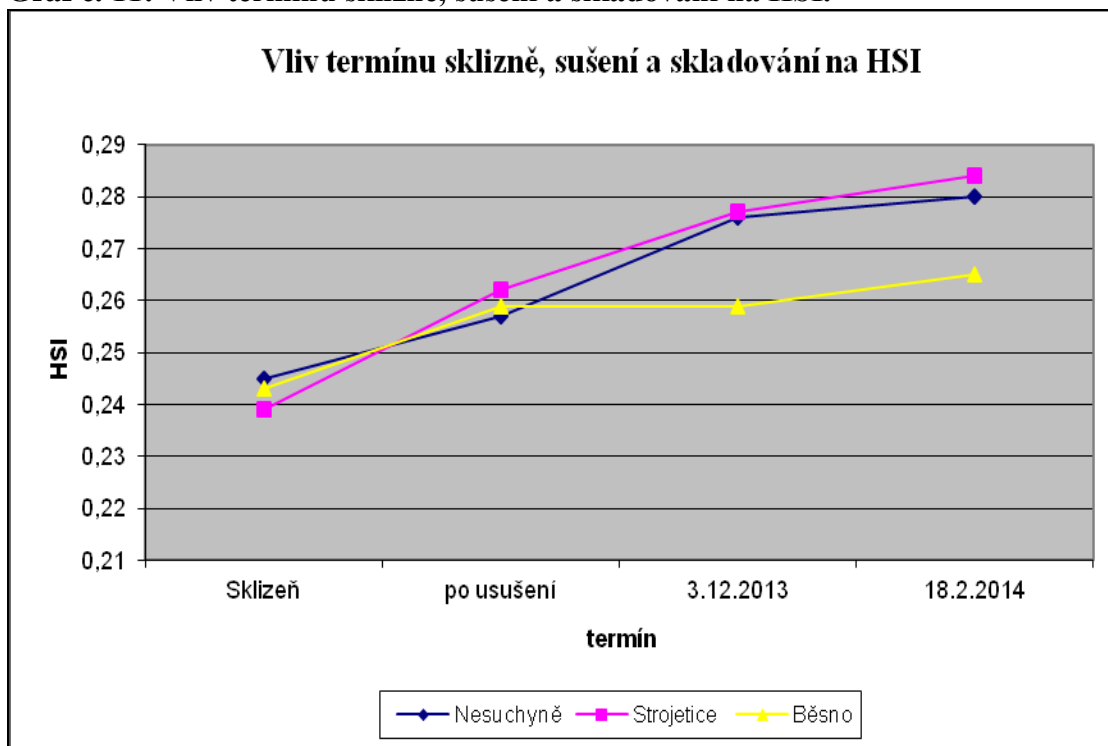
	Sklizeň		
Po usušení	0,01	Po usušení	
3. 12. 2013	0,05	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,02	-	-

5.2 Premiant

5.2.1 Premiant: HSI

V příloze 6 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 11 je patrné, že hodnoty HSI jsou nejnižší v době sklizně na farmě Strojetic, ale v průběhu skladování ke dni 18. 2. 2014 hodnota stoupla na nejvyšší ze všech. Nejlepší hodnoty vykazoval chmel na farmě Běsno, kde počáteční hodnota HSI ode dne sklizně ke dni 18. 2. 2014 zaznamenala nejmenší nárůst.

Graf č. 11: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na HSI.



V tab. 23 jsou uvedeny průměrné hodnoty HSI v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejnižší průměrná hodnota HSI je při sklizni a to 0,24. Hodnota HSI se po usušení zvýšila o 0,02, tento rozdíl je s 95% pravděpodobností průkazný. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se zvýšila o 0,03 a do 18. 2. 2014 o 0,04, tento rozdíl je s 95% průkaznou pravděpodobností. Po usušení došlo k zvýšení hodnoty HSI v průběhu skladování do 3. 12. 2013 o 0,01, bez statistické průkaznosti a do 18. 2. 2014 o 0,02 s 99% pravděpodobnou průkazností. A zvýšení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,01 s 95% pravděpodobnou průkazností.

Tabulka č. 23: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Skłizeň	0,24	0,003	1,26
Po usušení	0,26	0,003	0,97
3. 12. 2013	0,27	0,010	3,74
18. 2. 2014	0,28	0,010	3,62

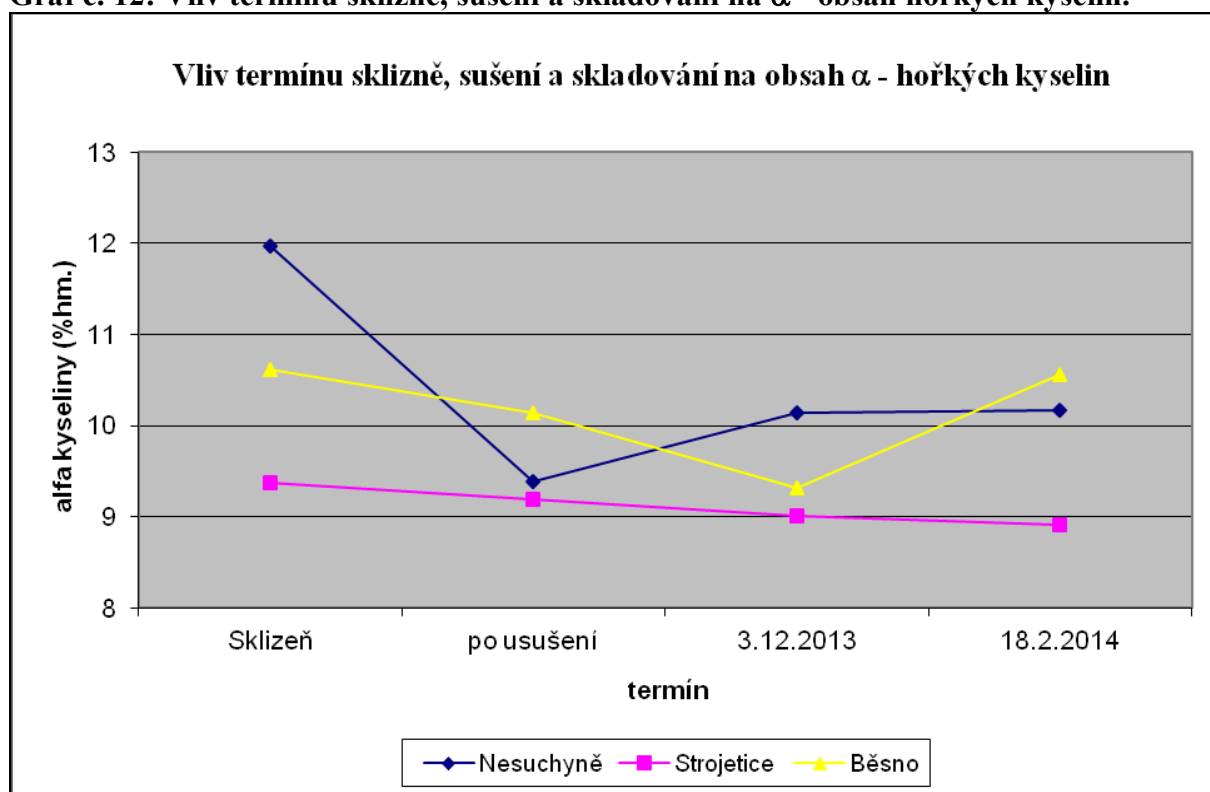
Tabulka č. 24: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Skłizeň		
Po usušení	0,05	Po usušení	
3. 12. 2013	0,05	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,05	0,1	0,05

5.2.2 Premiant: α - hořké kyseliny

V příloze 6 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 12 je patrné, že průměrné hodnoty α - hořkých kyselin jsou v den sklizně jednoznačně nejvyšší na farmě Nesuchyně, které ale v průběhu skladování ke dni 18. 2. 2014 klesly do průměru. Nejnížší hodnoty od sklizně až do 18. 2. 2014 byly zaznamenány na farmě Strojeticce. Zatímco nejvyrovnanější hodnoty byly vyhodnoceny u chmele na farmě Běsno.

Graf č. 12: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na α - obsah hořkých kyselin.



V tab. 25 jsou uvedeny průměrné hodnoty α - hořkých kyselin v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejvyšší průměrná hodnota α - hořkých kyselin je při sklizni a to 10,66 % hm. Hodnota α - hořkých kyselin se po usušení se snížila o 1,08 % hm. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se hodnota snížila o 1,16 % hm. a do 18. 2. 2014 se snížila o 0,77 % hm. Po usušení do 3. 12. 2013 došlo ke snížení hodnoty o 0,08 % hm. a do 18. 2. 2014 ke zvýšení hodnoty o 0,31 % hm. A zvýšení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,39 % hm. Tyto hodnoty však nejsou statisticky průkazné.

Tabulka č. 25: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizení	10,65	1,30	12,16
Po usušení	9,57	0,50	5,23
3. 12. 2013	9,49	0,59	6,21
18. 2. 2014	9,88	0,86	8,72

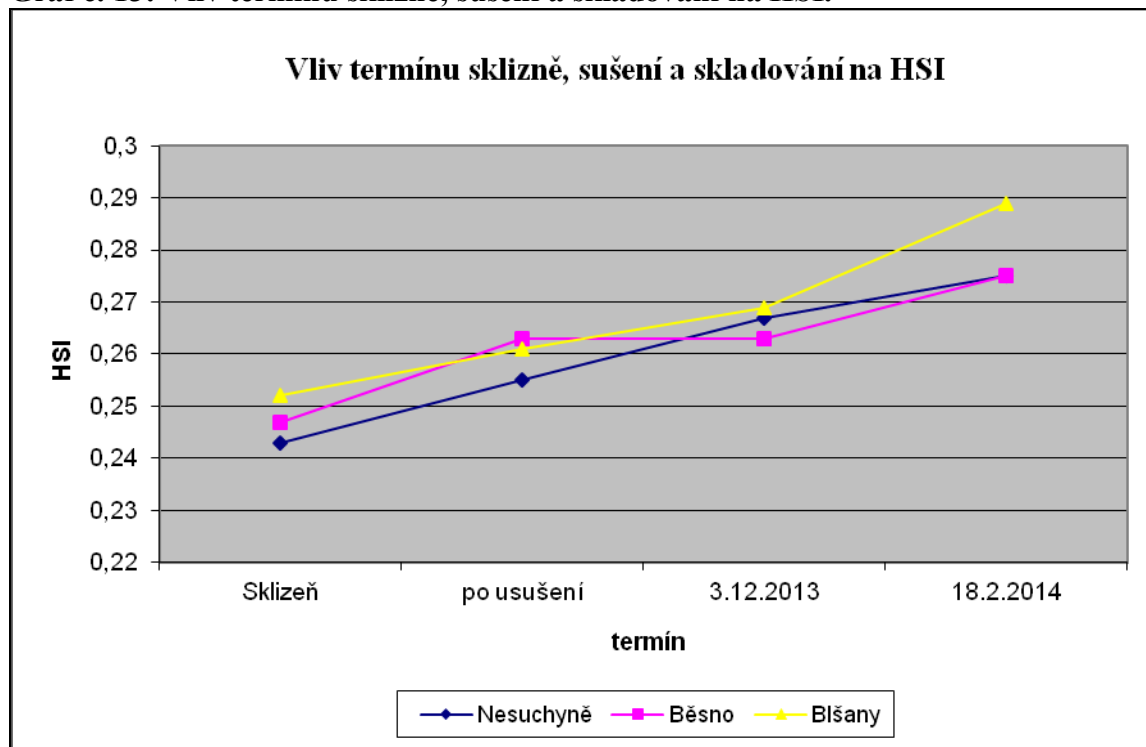
Tabulka č. 26: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Sklizení		
Po usušení	-	Po usušení	
3. 12. 2013	-	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	-	-	-

5.3 Sládek

5.3.1 Sládek: HSI

V příloze 7 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 13 je patrné, že v rámci sledovaných lokalit je hodnota HSI v den sklizně nejnižší na farmě Nesuchyně a ke dni 18. 2. 2014 byla ze všech opět nejnižší. Nejvyšší hodnoty v den sklizně byly zaznamenány na farmě Blšany a ke dni 18. 2. 2014 byly stále nejvyšší ze všech. Optimální střed si držel chmel z farmy Běsno.

Graf č. 13: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na HSI.

V tab. 27 jsou uvedeny průměrné hodnoty HSI v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejnižší průměrná hodnota HSI je při sklizni a to 0,25. Hodnota HSI se po usušení se zvýšila o 0,01, tento rozdíl je s 95% pravděpodobností průkazný. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se zvýšila o 0,02 s 98% pravděpodobnou průkazností a do 18. 2. 2014 o 0,03, tento rozdíl je z 99 % průkaznou pravděpodobností. Po usušení došlo k zvýšení hodnoty HSI v průběhu skladování do 3. 12. 2013 o 0,01, bez statistické průkaznosti a do 18. 2. 2014 o 0,02 s 95% pravděpodobnou průkazností. A zvýšení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,01 s 99% pravděpodobnou průkazností.

Tabulka č. 27: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizení	0,25	0,005	1,823
Po usušení	0,26	0,004	1,603
3. 12. 2013	0,27	0,003	1,147
18. 2. 2014	0,28	0,008	2,890

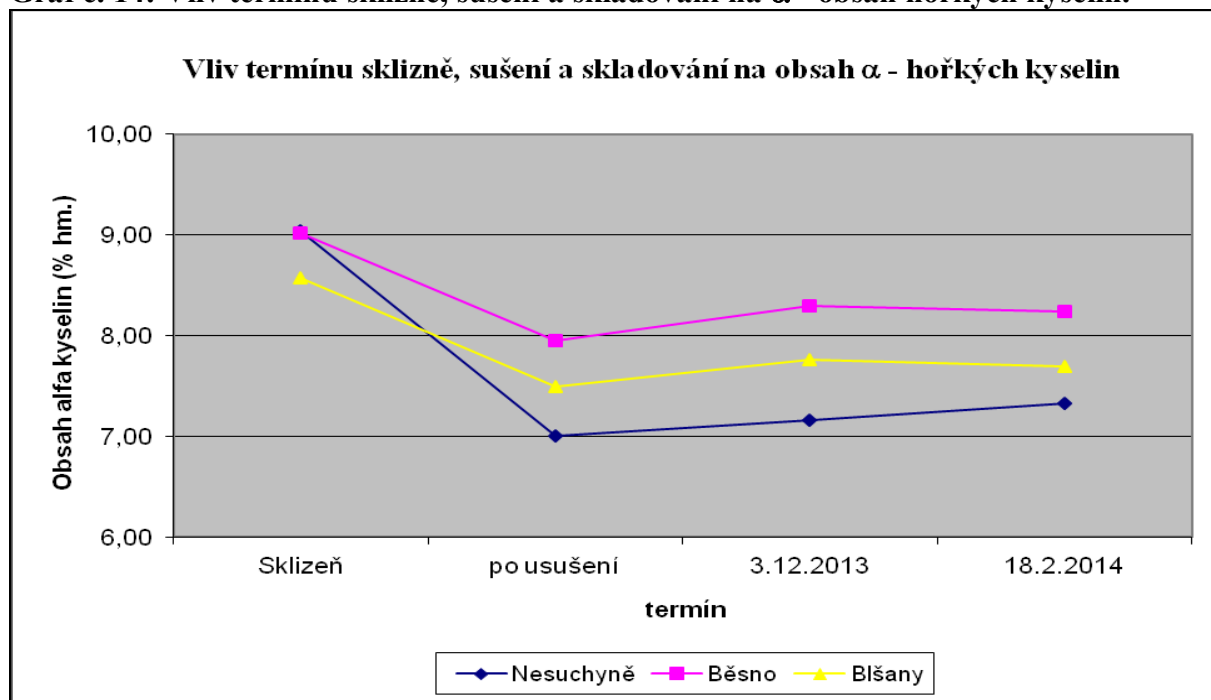
Tabulka č. 28: Statistická průkaznost párovým t - testem.

	Sklizení		
Po usušení	0,05	Po usušení	
3. 12. 2013	0,02	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,01	0,05	0,1

5.3.2 Sládek: α - hořké kyseliny

V příloze 7 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 14 je lehce patrné, že průměrné hodnoty α - hořkých kyselin jsou v den sklizně nejvyšší na farmě Nesuchyně, která ale v průběhu skladování ke dni 18. 2. 2014 klesla na nejnižší ze všech. Nejvyrovnanější hodnoty byly vyhodnoceny u chmele na farmě Blšany, které od sklizně do 18. 2. 2014 zaznamenaly nejmenší klesající tendenci.

Graf č. 14: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na α - obsah hořkých kyselin.



V tab. 29 jsou uvedeny průměrné hodnoty α - hořkých kyselin v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejvyšší průměrná hodnota α - hořkých kyselin je při sklizni a to 8,88 % hm. Hodnota α - hořkých kyselin se po usušení se snížila o 1,48 % hm. s 95% pravděpodobnou průkazností. V průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se hodnota snížila o 1,14 % hm. a do 18. 2. 2014 se snížila o 1,13 % hm. s 90% pravděpodobnou průkazností. Po usušení do 3. 12. 2013 došlo ke zvýšení hodnoty o 0,28 % hm. a do 18. 2. 2014 ke zvýšení hodnoty o 0,29 % hm. A zvýšení od 3. 12. 2013 do 18. 2. 2014 o 0,01 % hm. Tyto hodnoty však nejsou statisticky průkazné.

Tabulka č. 29: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	8,88	0,27	2,99
Po usušení	7,48	0,47	6,33
3. 12. 2013	7,74	0,57	7,34
18. 2. 2014	7,75	0,46	5,92

Tabulka č. 30: Statistická průkaznost párovým t - testem.

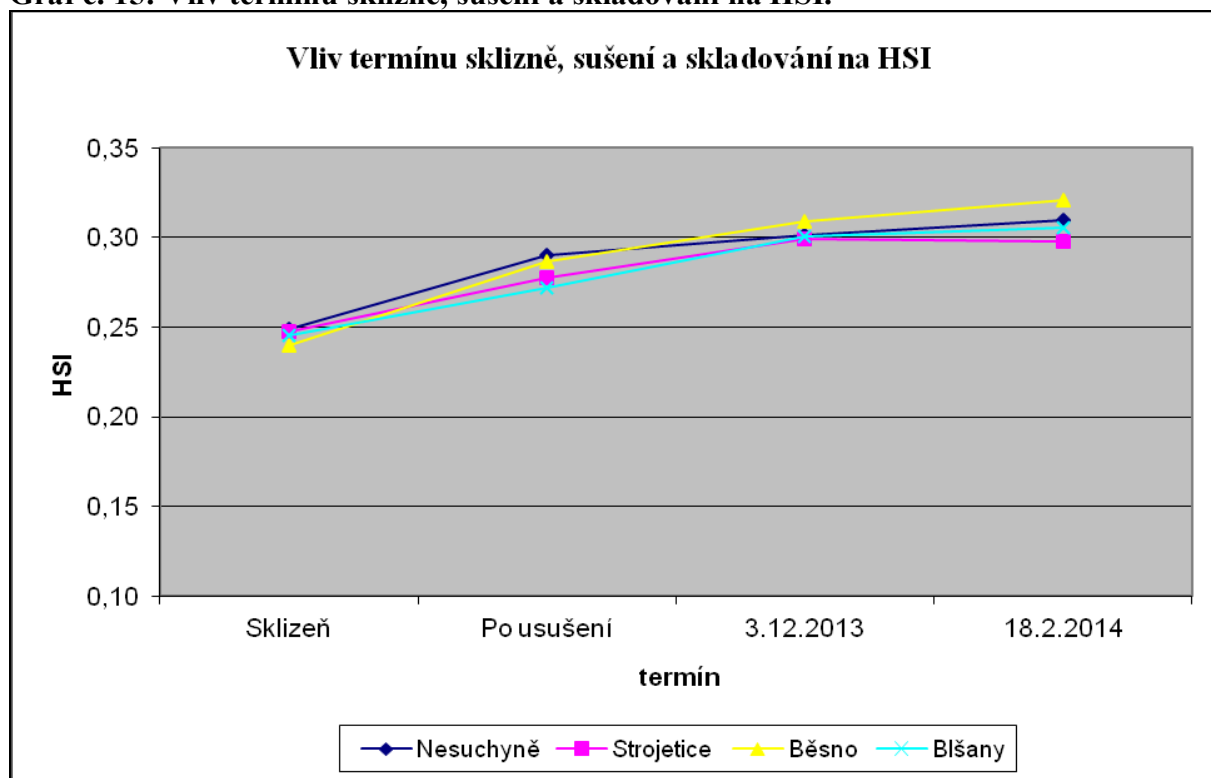
	Sklizeň		
Po usušení	0,05	Po usušení	
3. 12. 2013	0,1	-	3. 12. 2013
18. 2. 2014	0,1	-	-

5.4 Agnus

5.4.1 Agnus: HSI

V příloze 8 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 15 je patrné, že v rámci sledovaných lokalit je hodnota HSI v den sklizně 5. 9. 2013 nejnižší u chmele na farmě Nesuchyně.

Graf č. 15: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na HSI.



V tab. 31 jsou uvedeny průměrné hodnoty HSI v závislosti na době skladování vzorků. Průkazně nejnižší průměrná hodnota HSI je před sklizní a to 0,24. Hodnota HSI po usušení do 3. 12. 2013 se zvýšila pouze 0,03, ale do 18. 2. 2014 už o 0,07. Vzhledem k tomu, že bylo provedeno pouze měření u dvou vzorků, nebyla testována statistická průkaznost. Přesto je patrné, že u odrůdy Agnus dochází vlivem skladování k výraznému zvýšení hodnoty HSI.

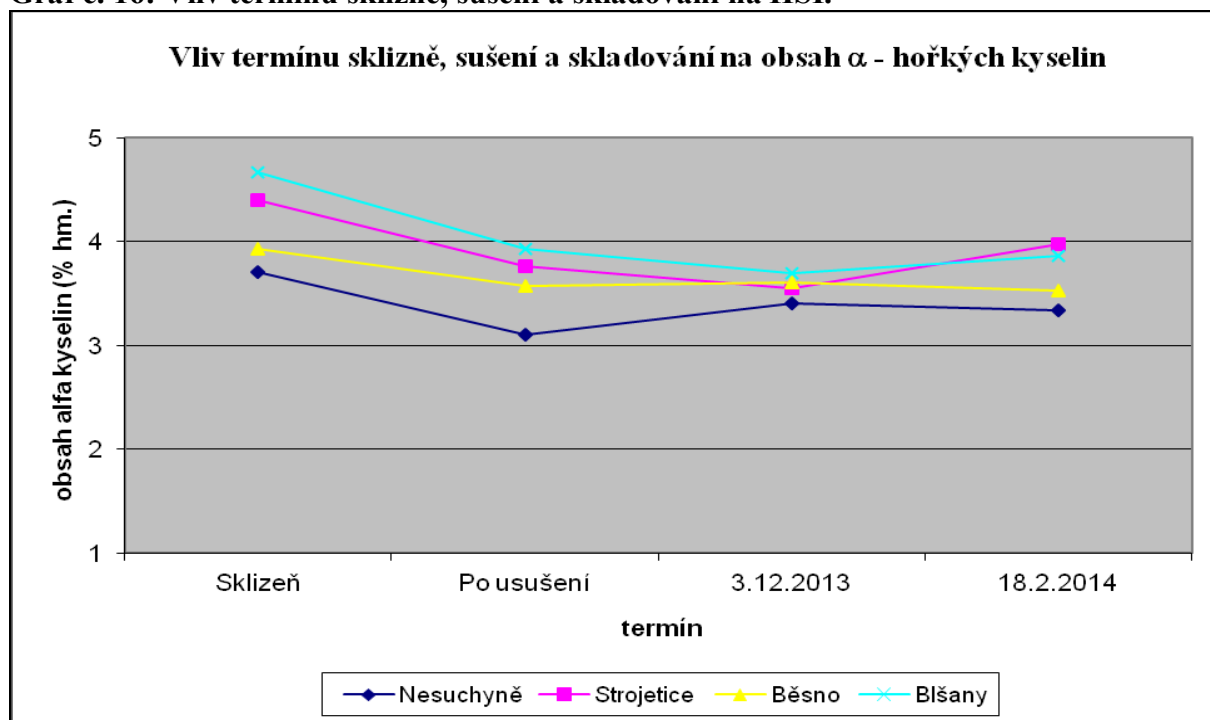
Tabulka č. 31: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	0,24	0,001	0,59
Po usušení	0,26	0,012	4,54
3. 12. 2013	0,27	0,002	0,80
18. 2. 2014	0,31	0,002	0,67

5.4.2 Agnus: α - hořké kyseliny

V příloze 8 jsou uvedeny výsledky měření, termíny, podmínky sušení, teploty a chemické analýzy. Z grafu 16 je zřejmé, že po usušení dochází k poklesu obsahu α - hořkých kyselin. U odrůdy Agnus je důležitý termín sklizně chmele. Když se chmel sklídl 31. 8. 2014, tak obsah α - hořkých kyselin byl 14,6 % hm. a při sklizni 5. 9. 2014 už 16,9 % hm. U později sklizeného vzorku došlo po usušení k poklesu α - hořkých kyselin z 16,9 % hm. na 14,6 % hm.

Graf č. 16: Vliv termínu sklizně, sušení a skladování na HSI.



V tab. 32 jsou uvedeny průměrné hodnoty α - hořkých kyselin v závislosti na době skladování vzorků. Hodnota α - hořkých kyselin se po usušení se snížila o 1,45 % hm. A v průběhu uskladnění do 3. 12. 2013 se hodnota snížila až o 1,90 % hm. Vzhledem k tomu, že byla provedena pouze měření u dvou rozdílně sklizených vzorků, nebyla data testována párovým t-testem.

Tabulka č: 32: Základní statistické parametry.

	\bar{x}	s	Vk
Sklizeň	15,74	1,624	10,31
Po usušení	14,29	0,444	3,11
3. 12. 2013	13,84	0,714	5,16
18. 2. 2014	14,11	0,008	0,06

6 Diskuse

Skladovatelnost je jedním z parametrů, který se dnes často uvádí při charakterizaci chmelových odrůd. Dle MURPHAYHO A PROBASCA (1996) se chemické složení chmele mění nejen v průběhu zrání, ale i při sklizňovém zpracování na výrobky, a zejména při skladování případně přepravě k zákazníkovi. SCHMID a GANZLIN (1974) zjistili, že změny HSI dobře korelují s obsahem tvrdých pryskyřic. KROFTA a kol. (1999) uvádějí, že rychlost oxidačních procesů je ovlivňována řadou faktorů, z nichž nejdůležitější jsou čas, teplota, přístup vzduchu, světlo. Je známo, že dynamika procesu stárnutí je rovněž závislá na odrůdě chmele. První informace o dynamice procesu stárnutí českých odrůd publikovali KROFTA a kol. v roce 1999, kde uvádějí, že odrůda Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ) vykazuje po sklizni HSI 0,265. Dále ve své práci uvádí, že po pětíměsíčním skladování v neklimatizovaném prostředí (31. 10. – 31. 3.) se hodnoty HSI dynamicky zvýšily z 0,330 na 0,418 tj. o 27 %. V klimatizovaném prostředí se zvýšily pouze na 0,378 tj. o 15 %. Výsledky mého sledování vykazují zvýšení HSI u odrůdy ŽPČ v klimatizovaném prostředí 11 %.

Ztráta obsahu α - hořkých kyselin představuje nejen kvalitativní, ale i závažný ekonomický problém, zejména u odrůd, které se obchodují v množství α - hořkých kyselin. NESVADBA (2008), který sledoval vliv skladování chmele na obsah α - hořkých kyselin u významných českých odrůd chmele – ŽPČ, Sládek, Premiant a Agnus, dospěl k závěru, že vlivem skladování i balení lisovaného chmele vykazují české odrůdy chmele odlišný pokles obsahu α - hořkých kyselin. KROFTA a kol. (1999) uvádí, že obsah α - hořkých kyselin u odrůdy ŽPČ byl po sklizni 3,68 % hm. a v průběhu skladování v neklimatizovaném prostředí od 31. 10. do 31. 3. následného roku se hodnoty snížily na 3,28 % hm. Po dobu pěti měsíců se tak hodnota obsahu α - hořkých kyselin snížila celkově o 0,40 % hm. V klimatizovaném prostředí se hodnota α - hořkých kyselin k 31. 3. snížila na 3,43 % hm., tj. pouze o 0,25 % hm. Z mého šetření vyplývá, že v klimatizovaném prostředí hodnota obsahu α - hořkých kyselin poklesla o 0,54 % hm. KROFTA a kol. (1999) uvádějí, že dynamika stárnutí je významně ovlivněna podmínkami skladování bezprostředně po sklizni, kde klíčovou roli hraje především teplota.

WAIN a BAKER (1977) zjistili, že pivovarská hodnota chmelů s nízkým poměrem alfa/beta (1:1) klesá pomaleji než u chmelů s vysokým poměrem (3:1). BRABCOVÁ (2003) publikuje, že přesto, že Žatecký červeňák obsahuje vysoké procento polyfenolů, stárne o poznání rychleji než odrůda Premiant. Odrůda Premiant vykazuje dle KROFTY a kol. (1999)

po sklizni HSI 0,260. V průběhu skladování se v neklimatizovaném prostředí po dobu pěti měsíců hodnoty HSI zvýšily z 0,315 (31. 10.) na 0,360 (31. 3.), tj. o 14 %. V klimatizovaném prostředí se hodnota HSI u odrůdy Premiant zvýšila na 0,350, tj. o 11 %. Výsledky mého sledování se shodují s publikovanými výsledky. V klimatizovaném prostředí došlo u odrůdy Premiant pouze k 8 % zvýšení hodnoty HSI, kdežto u odrůdy ŽPČ došlo ke zvýšení hodnoty HSI již o 11 %.

Zmíněný autor dále publikuje, že hodnota obsahu α - hořkých kyselin u odrůdy Premiant byla po sklizni 9,95 % hm. a v průběhu skladování v neklimatizovaném prostředí se k 31. 10. zvýšila na 10,30 % hm. a do 31. 3. následného roku se snížila na 9,38 % hm. V klimatizovaném prostředí se hodnota α - hořkých kyselin k 31. 3. snížila na 9,40 % hm. Z výsledků mé práce vyplývá, že u odrůdy Premiant nedošlo v průběhu skladování ke snížení obsahu α - hořkých kyselin, ale naopak k navýšení obsahu, a to o 0,31 % hm. Toto navýšení obsahu bylo způsobeno zřejmě vlivem nehomogenity partií. KROFTA a kol. (1999) uvádějí ve své práci, že obsah α - hořkých kyselin v jednotlivých odběrových termínech nevykazuje ani u jedné odrůdy rovnoměrný pokles, ale je typický řadou výkyvů, které jsou převážně způsobeny aditivním vlivem různých faktorů. Jako hlavní faktory uvádějí nehomogenitu partií chmele před založením pokusu, dále vzorkování a manipulaci se vzorkem před analýzou.

KROFTA a kol. (1999) uvádějí, že při zpracování na chmelové výrobky by měly být odrůdy Sládek a Agnus upřednostněny před odrůdou Premiant. Z výsledků, které uvádějí KROFTA a kol. (1999) je patrné, že odrůda Sládek vykazuje po sklizni HSI 0,280. V průběhu skladování v neklimatizovaném prostředí po dobu pěti měsíců (31.10.–31.3.) se hodnoty HSI dynamicky zvýšily z 0,365 až na 0,410, tj. o 12,5 %. V klimatizovaném prostředí se zvýšila hodnota HSI na 0,380, tj. pouze o 4 %. V mém sledování došlo k navýšení HSI o 8 %. KROFTA a kol. (1999), uvádějí, že po dvanáctiměsíčním skladování v neklimatizovaném skladu činil úbytek α - hořkých kyselin v granulovaných chmelech u odrůdy Sládek 23 % rel. Skladováním v klimatizovaných prostorech se ztráta u odrůdy Sládek snížila na 11,6 % rel. Z výsledků mého šetření po šestiměsíčním skladování v klimatizovaných prostorech nedošlo ke snížení, ale k navýšení obsahu α - hořkých kyselin o 6 %. Toto zvýšení lze vysvětlit chybou, která se stala při vzorkování chmele, kdy byla odebrána jiná partie chmele.

KROFTA a kol. (1999) ve svém šetření došli k závěru, že nejstabilnější českou odrůdou je odrůda Premiant a jako nejrychleji stárnoucí uvádějí odrůdu Agnus. Získané výsledky jsou v souladu se závěry NESVADBY a kol. (2013), jenž sledoval skladovatelnost odrůd chmele, která je charakterizována ztrátou obsahu α - hořkých kyselin po 6 měsících skladování

v nezpracované hlávkové formě za přístupu vzduchu v temné místnosti při teplotě 20 °C. Dále zmíněný autor uvádí, že odrůda ŽPČ a Sládek se jeví jako vyhovující se ztrátou 20 – 40 %, Premiant jako dobrý se ztrátou 10 – 20 % a Agnus jako méně vyhovující se ztrátou 40 – 60 %. NESVADBA (2008) píše, že sklizené vzorky v neklimatizovaném prostředí je nutno balit ihned, pouze odrůda Premiant vykazuje nižší pokles obsahu α - hořkých kyselin, proto může být balena jako poslední.

7 Závěr

Ze získaných výsledků z měření indexu stárnutí chmele a obsahu α - hořkých kyselin při skladování trvajícím 6 měsíců vyplývají následující závěry:

1. Hodnota indexu skladování chmele na konci 6měsíčního skladování byla u ŽPČ (0,31) a u hybridních odrůd měla tento parametr nejméně příznivý odrůda Agnus (0,32). Odrůdy Premiant a Sládek vykazovaly nižší hodnotu HSI a to 0,28.
2. Ztráta α - hořkých kyselin byla u ŽPČ 12,7 % z původního obsahu, u hybridních odrůd činila tato ztráta 10,4 % Agnus, 10,4 % Premiant a 7,2 % Sládek.
3. Hybridní odrůda Sládek dosáhla nejpříznivějších výsledků, jak z hlediska HSI, tak z hlediska ztrát obsahu α - hořkých kyselin, proto ji můžeme skladovat delší dobu oproti ostatním odrůdám.
4. Odrůdu Agnus doporučuji zpracovat co nejdříve po usušení, protože během skladování dochází okamžitě k vysokému nárůstu hodnot HSI a snižování obsahu α - hořkých kyselin.
5. K nejvyšším ztrátám obsahu α - hořkých kyselin a nárůstu HSI dochází při sušení, ale na vině není technologie sušení nýbrž samotný proces sušení. Proto doporučuji zabývat se především touto problematikou. Pravděpodobně to bude ovlivňovat teplota sušení. Je nutné zjistit, zda by bylo příznivější delší doba sušení při nižší teplotě nebo naopak kratší doba sušení při vyšší teplotě.

8 Seznam literatury

- BAMFORTH, C. W.:** Brewing New Technologies. Boca Raton: CRC Press, 2004. ISBN 978-0-8493-9159-0.
- BASAŘOVÁ, G.:** Pivovarství. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2010, 863 s. ISBN 978-80-7080-734-7.
- BIENDL, M.:** Aktuální vlastnosti etanolových extraktů chmele ve srovnání s CO₂-extrakty. Kvasný průmysl, 1996, 42, 10, 5 s.
- 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 fur Arznei- & Gewurzpflanzen. 2012, 17. ISSN 1431-9292.
- BRABCOVÁ, K.:** Porovnání metod zjišťování antioxidačních vlastností pivovarských materiálů. ÚKCHB VŠCHT Praha, 2003, Diplomová práce.
- CINIBURK, V. a LINHART, J.:** Úpravy chmele před expedicí od pěstitelů: Chmelařská ročenka 2000. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 1999, 158 – 159 s. ISBN 80-902658-4-7.
- COCUZZA, S., LUTZ, A and MÜLLER – AUFFERMANN, K.:** Influence of picking date on the initial hop storage index of freshly harvested hops. MBAA TQ, 2013, 50, 2, 66 – 71 s.
- ČEPIČKA, J.:** Kvantifikace chmelového aroma v pivu. Pivovarský kalendář 2000. Praha: VÚPS, 2000, 243 s. ISBN 80-902658-3-9.
- DAOUD, I. S. and KUSINSKI, S.:** Process aspects of the extraction of hops with liquid carbon dioxide. J. Inst. Brew, 1986, 92, 559 – 567 s.
- FRIC, V.:** Sušení a klimatizace: Chmelařská ročenka 2000. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 1999, 153-157 s. ISBN 80-902658-4-7.
- FARAGÓ, J a ÜRGEOVÁ, E.:** Chmel' Obyčajný.: Univerzita sv. Cyrila a Metoda. Trnava, 2013. ISBN 978-80-8105-518-8.
- GARETZ, M.:** Hop Storage: How to Get - and Keep - Your Hops' Optimum Value. [online]. [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: <http://morebeer.com/brewingtechniques/library/backissues/issue2.1/garetz.html>
- HAWTHORNE, S. B., MILLER, D. J., BURFORD, M. D., LANGENFELD, J. J., ECKERT-TILOTTA, S. and LOUIE, P. K.:** Factors controlling quantitative supercritical fluid extraction of environmental samples. Journal of chromatography, 1993, 642, 301 – 317 s.
- HENDL, J.:** Přehled statistických metod. Praha: Portál, 2004.

- HOREJSEK, J. a ZICH, M.:** Chmelařství. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990, ISBN 80-209-0125-6.
- KOŘEN, J.:** Znaky zralosti chmele: Chmelařská ročenka 2000. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 1999, 149-150 s. ISBN 80-902658-4-7.
- KROFTA, K.:** Chmelové extrakty. Chmelařství: odborný časopis chmelařský, 1997/4, 4 s.
- KROFTA, K. a kol.:** Sledování procesu stárnutí nových hybridních odrůd Bor, Sládek a Premiant, Kvasný průmysl, 1999, 45, 5 s.
- KROFTA K, a NESVADBA, V.:** Kvalitativní ukazatelé chmele: Chmelařská ročenka 2000. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 1999, 108 - 110 s. ISBN 80-902658-4-7.
- KROFTA, K. a kol.:** Změny antioxidačních vlastností chmele při sušení, mletí, granulaci a skladování. Kvasný Průmysl. 2007, roč. 53, č. 9, 266 - 272.
- MURPHEY, J. M., PROBASCO, G.:** The Development of Brewing Quality Characteristics in Hops During Maturation. Tech. Q. Master. Brew. Assoc. Am., 1996, 33, 149 s.
- NESVADBA, V.:** Vliv skladování chmele na obsah alfa hořkých kyselin u českých odrůd chmele: Chmelařská ročenka 2008. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2007, 77 - 84 s. ISBN 80-86576-27-2.
- NESVADBA, V. a kol.:** Vývoj a tradice českých odrůd chmele. Chmelařský institut s.r.o. Žatec, 2013, 103 s. ISBN:978-80-87357-11-8.
- PRUGAR, J.:** Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: VÚPS, 2008, 328 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- RYBÁČEK, V. a kol.:** Chmelařství. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980, 426 s. ISBN 07-068-80.
- SCHMIDT, J. and GANZLING, G.:** Brauwelt, 1974, 114, 1139 s.
- Situační a výhledová zpráva: Chmel, pivo, Ministerstvo zemědělství 2013, 56 – 57 s.
- ŠNOBL, J.:** Rostlinná výroba IV: Chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům. Praha: ČZU Praha, 2004. ISBN 80-213-1153-3.
- URBAN, J.:** Problematika skladování chmele: Chmelařská ročenka 2000. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 1999, 160 s. ISBN 80-902658-4-7.
- URBAN, J.:** Zpracování žateckého chmele před expedicí k domácím a zahraničním odběratelům: Chmelařská ročenka 2000. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 1999, 161 - 165 s. ISBN 80-902658-4-7.
- VENT, L. a kol.:** Chmelařství: Organizace a technologie výroby. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1963. ISBN 07-103-63.





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

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

WAIN, J. and BAKER, C. D.: *J. Inst. Brew*, 1977, 83, 235 s.

9 Přílohy

Příloha 1: Charakteristika sledovaných odrůd.

Žatecký poloraný červeňák		Premiant	
			
Registrace	1952 - 1993	Registrace	1996
Barva révy	zelenočervená	Barva révy	zelená
Vegetační doba (dny)	122 – 128	Vegetační doba (dny)	128 - 134
Výnos (t/ha)	0,8 – 1,5	Výnos (t/ha)	1,8 – 2,5
α - kyseliny (% hm.)	2,5 – 4,5	α - kyseliny (% hm.)	7,0 – 10,0
β - kyseliny (% hm.)	4,0 – 6,0	β - kyseliny (% hm.)	3,5 – 5,5
Sládek		Agnus	
			
Registrace	1994	Registrace	2001
Barva révy	zelená	Barva révy	zelená
Vegetační doba (dny)	133 – 140	Vegetační doba (dny)	132 - 138
Výnos (t/ha)	1,8 – 2,5	Výnos (t/ha)	1,5 – 2,0
α - kyseliny (% hm.)	4,5 – 8,0	α - kyseliny (% hm.)	9,0 – 12,0
β - kyseliny (% hm.)	4,0 – 7,0	β - kyseliny (% hm.)	4,0 – 6,5

Příloha 2: Výsledky měření u odrůdy ŽPČ, Nesuchyně.

Nesuchyně 1							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
A1Z1	pásová	26.8	9:00	26	24	75,9	17	14,3	0,245	0,91
A1Z1-1	pásová	27.8	8:15	29,6 (vyp)	44	10,6	79	82	0,302	3,02
A1Z1-2	pásová	3.12							0,310	3,36
A1Z1-3	pásová	18.2.2014							0,318	3,14

Nesuchyně 2							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
A2Z1	pásová	27.8	8:30	34,8	21	73,3	14,3	82	0,255	1,00
A2Z1-1	pásová	28.8	9:45	50,1	46	9,3	20,6	60	0,298	2,77
A2Z1-2	pásová	3.12							0,298	3,06
A2Z1-3	pásová	18.2.2014							0,307	3,02

Nesuchyně 3							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
A3Z1	pásová	30.8	9:10	29,5	25	76,7	23,5	52	0,247	0,84
A3Z1-1	pásová	31.8	9:35	52,6	63	10,3	25,7	49	0,27	2,55
A3Z1-2	pásová	3.12							0,297	2,73
A3Z1-3	pásová	18.2.2014							0,304	2,80

Příloha 3: Výsledky měření u odrůdy ŽPČ, Běsno.

Běsno 1							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
C1P1	pásová	7.9	10:30			70,6			0,243	3,12
C1P1-1	pásová	8.9	12:00	55,9	61	8,2	22	58	0,259	9,31
C1P1-2	pásová	3.12							0,259	8,55
C1P1-3	pásová	18.2.2014							0,265	9,69

Běsno 2							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
C2Z1	pásová	27.8	9:25	27,7	24	75,6	19,8	67	0,241	1,09
C2Z1-1	pásová	28.8	9:05	56,2	63	9	16,2	86	0,285	3,67
C2Z1-2	pásová	3.12							0,300	3,99
C2Z1-3	pásová	18.2.2014							0,319	3,33

Běsno 3							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
C3Z1	pásová	30.8	8:40	25,7	46	77,1	22	64	0,247	0,84
C3Z1-1	pásová	31.8	9:15	58,4	81	9,4	18,6	72	0,282	2,71
C3Z1-2	pásová	3.12							0,317	2,52
C3Z1-3	pásová	18.2.2014							0,322	2,82

Příloha 4: Výsledky měření u odrůdy ŽPČ, Břany.

Břany 1							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
D1Z1	komorová	27.8	10:30	25,5	19	74,4	22,6	28	0,242	1,17
D1Z1-1	komorová	27.8	17:15	70,4	25	9,7	27,6	43	0,277	3,60
D1Z1-2	komorová	3.12							0,312	3,25
D1Z1-3	komorová	18.2.2014							0,318	3,27

Břany 2							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
D2Z1	komorová	28.8	8:25	24,5	21	75,1	16,8	69	0,243	1,23
D2Z1-1	komorová	28.8	13:30	60	24	9,5	24,6	56	0,267	3,61
D2Z1-2	komorová	3.12							0,289	3,25
D2Z1-3	komorová	18.2.2014							0,289	3,68

Břany 3							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
D3Z1	komorová	30.8	7:50	25,1	22	78,8	14	79	0,251	0,95
D3Z1-1	komorová	30.8	15:15	59,5	26	9,3	25,7	43	0,271	3,47
D3Z1-2	komorová	3.12							0,302	3,53
D3Z1-3	komorová	18.2.2014							0,310	3,54

Příloha 5: Výsledky měření u odrůdy ŽPČ, Strojetice.

Strojetice 1							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
B1Z1	komorová	26.8	10:35	25,6	27	78,1	17,7	79	0,243	0,88
B1Z1-1	komorová	26.8	15:45			9	18,7	74	0,297	3,28
B1Z1-2	komorová	3.12							0,303	3,00
B1Z1-3	komorová	18.2.2014							0,301	3,25

Strojetice 2							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
B2Z1	komorová	27.8	9:55	17	29	72,7	20,9	69	0,267	1,06
B2Z1-1	komorová	28.8	7:15			8,5	15,6	80	0,277	3,46
B2Z1-2	komorová	3.12							0,298	3,37
B2Z1-3	komorová	18.4.2014							0,296	3,70

Strojetice 3							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
B3Z1	komorová	30.8	8:20	22,3	33	77,4	14,6	82	0,233	1,20
B3Z1-1	komorová	30.8	16:10			9,7	28,4	35	0,258	3,52
B3Z1-2	komorová	3.12							0,296	3,31
B3Z1-3	komorová	18.2.2014							0,297	3,89

Příloha 6: Výsledky měření u odrůdy Premiant.

Nesuchyně							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
A1P1	pásová	4.9	12:20	30,8	16	75,6	26,1	51	0,245	2,92
A1P1-1	pásová	5.9	9:45	52,9	48	10,3	17,9	68	0,257	8,42
A1P1-2	pásová	3.12							0,276	9,10
A1P1-3	pásová	18.2.2014							0,280	9,12

Strojetic							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
B1P1	komorová	1.9	9:15	22,4	32	72,7	17	49	0,239	2,56
B1P1-1	komorová	2.9	8:55			9,4	14,6	52	0,262	8,33
B1P1-2	komorová	3.12							0,277	8,16
B1P1-3	komorová	18.2.2014							0,284	8,07

Běsno							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
C1P1	pásová	7.9	10:30			70,6			0,243	3,12
C1P1-1	pásová	8.9	12:00	55,9	61	8,2	22	58	0,259	9,31
C1P1-2	pásová	3.12							0,259	8,55
C1P1-3	pásová	18.2.2014							0,265	9,69

Příloha 7: Výsledky měření u odrůdy Sládek.

Nesuchyně							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
A1S1	pásová	11.9	9:40	28,2	15	77	15,8	49	0,243	9,04
A1S1-1	pásová	12.9	9:10	56,5	48	10,2	13,4	75	0,255	7,00
A1S1-2	pásová	3.12							0,267	7,16
A1S1-3	pásová	18.2.2014							0,275	7,33

Běsno							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
C1S1	pásová	7.9	10:30			70,5			0,247	9,02
C1S1-1	pásová	8.9	9:30	58,1	82	10,2	16,9	73	0,263	7,95
C1S1-2	pásová	3.12							0,263	8,30
C1S1-3	pásová	18.2.2014							0,275	8,24

Blšany							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
D1S1	komorová	7.9	8:00	24	21	74,8	20,8	53	0,252	8,57
D1S1-1	komorová	8:09	9:50			9,3	20,5	61	0,261	7,50
D1S1-2	komorová	3.12							0,269	7,76
D1S1-3	komorová	18.2.2014							0,289	7,70

Příloha 8: Výsledky měření u odrůdy Agnus.

Nesuchyně 1							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
A1A1	pásová	31.8	10:00	29,6	11	75,2	25,7	49	0,240	3,62
A1A1-1	pásová	1.9	9:25						0,256	12,45
A1A1-2	pásová	3.12							0,265	11,88
A1A1-3	pásová	18.2.2014							0,313	12,58

Nesuchyně 2							venkovní podmínky		Chemické rozborů	
číslo vzorku	sušárna	datum	čas [hod]	teplota sušení [°C]	výška vstupující / vystupující vrstvy [cm]	vlhkost chmele [%]	teplota [°C]	vlhkost vzduchu [%]	HSI	HPLC
A2A1	pásová	5.9	9:45	22,4	32	72,7	17	49	0,239	2,56
A2A1-1	pásová	6.9	11:45			9,4	14,6	52	0,262	8,33
A2A1-2	pásová	3.12							0,277	8,16
A2A1-3	pásová	18.2.2014							0,284	8,07