



Chmelařský institut s. r. o.

CHARAKTERIZACE A IDENTIFIKACE ODRŮDY VITAL

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D. a kol.

METODIKA PRO PRAXI

06/10



Chmelařský institut s. r. o.



Chmelařský institut s. r. o.

CHARAKTERIZACE A IDENTIFIKACE ODRŮDY VITAL

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D.

Bc. Zdenka Polončíková, Bc. Alena Henychová,

Ing. Karel Krofta, Ph.D., Ing. Josef Patzak, Ph.D.

METODIKA PRO PRAXI

Stávající metodika byla zpracována v rámci řešení výzkumného projektu 2B06011

„Vývoj genotypů chmele pro biomedicíální a farmaceutické účely“,

jehož cílem je získat nové genotypy chmele. Odrůda Vital je první odrůdou pro farmaceutické využití, která vykazuje vysoký obsah desmethylxanthohumolu. Z tohoto důvodu byla zpracována metodika, která jednoznačně ochrání pěstitele, zpracovatele i obchod s chmelem pro zajištění pravosti této první české odrůdy i pro farmaceutické účely.



CHARAKTERIZACE A IDENTIFIKACE ODRŮDY VITAL

ING. VLADIMÍR NESVADBA, Ph.D. A KOL.

VEDOUCÍ AUTORSKÉHO KOLEKTIVU

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D.

SPOLUAUTOŘI

Bc. Zděnka Polončíková

Bc. Alena Henychová

Ing. Karel Krofta, Ph.D.

Ing. Josef Patzak, Ph.D.

RECENZENTI

Ing. Lenka Typoltová, MZe - vedoucí oddělení agentury pro zemědělství
a venkov Louny

Ing. Jaroslav Pochman, PP servis a.s. Blšany

JAZYKOVÁ ÚPRAVA

Patricie Buchtová, Chmelařský institut s.r.o., Žatec

© Chmelařský institut s.r.o., 2010



Petr Stuna

ISBN 978-80-87357-06-4



OBSAH

I.	CÍL METODIKY A DEDIKACE	4
II.	VLASTNÍ POPIS METODIKY	4
1.	Úvod	4
2.	Identifikace a charakterizace v průběhu růstu	6
2.1.	Morfologie – popis rostlin	6
2.1.1.	Réva	7
2.1.2.	Listy	11
2.1.3.	Pazochy (boční výhony)	14
2.1.4.	Hlávky	15
2.2.	Analýza DNA	19
3.	Identifikace a charakterizace suchých hlávek	22
3.1.	Mechanické rozbory suchých hlávek	22
3.1.1.	Průměrná hmotnost 100 suchých hlávek	22
3.1.2.	Průměrná hmotnost 100 suchých větének	23
3.1.3.	Procentický podíl větének na hmotnost hlávek	23
3.1.4.	Průměrná délka věténka u suchých hlávek	24
3.1.5.	Těžkost chmele	25
3.1.6.	Průměrný počet článků na věténku	25
3.1.7.	Hustota zalomení na věténku	26
3.2.	Chemické analýzy chmelových hlávek	26
3.2.1.	Obsah a složení chmelových pryskyřic	26
3.2.1.1.	Obsah alfa hořkých kyselin	27
3.2.1.2.	Obsah beta hořkých kyselin	27
3.2.1.3.	Podíl alfa a beta hořkých kyselin	28
3.2.1.4.	Podíl kohumulonu	28
3.2.1.5.	Podíl kolupulonu	29
3.2.2.	Obsah polyfenolických látek	29
3.2.2.1.	Obsah xanthohumolu	30
3.2.2.2.	Obsah desmethylxanthohumolu	30
3.2.3.	Obsah a složení chmelových silic	32
III.	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	34
IV.	POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	34
V.	SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	35
VI.	SEZNAM LITERATURY, KTERÁ PŘEDCHÁZELA METODICE	35
VII.	ABSTRAKT	37
VIII.	ABSTRACT	37



I. CÍL METODIKY A DEDIKACE

Vital je nová a první česká odrůda, která má význam jak pro pivovarnictví, tak i pro farmácii. Je výsledkem šlechtění chmele pro farmaceutické a biomedicínální účely. Význam této metodiky lze rozdělit podle několika hledisek:

1. Hlavní význam má pro pěstitelskou praxi, protože každý pěstitel požaduje odrůdovou čistotu porostů. Proto je identifikace odrůdy Vital z několika možných hledisek (morfologie, chemické složení hlávek, analýzy DNA) velmi důležitá.
2. Druhý význam této metodiky je z obchodního hlediska. V České republice se rozšiřuje odrůdová skladba, proto je nutné stanovit metody a postupy, jak tuto odrůdu identifikovat. Předpokládá se využití v pivovarském i farmaceutickém průmyslu, proto odběratelé budou požadovat deklarovanou kvalitu této odrůdy.
3. Ochrana majitele odrůdy. Vital je první českou odrůdou pro farmaceutické využití. Vykazuje vysoký obsah desmethylxanthohumolu (DMX), který je dvakrát až třikrát vyšší než u ostatních světových odrůd chmele. Proto má identifikace odrůdy Vital v každém stadiu (listy, chmelové hlávky, granule, extrakty) velký význam pro majitele, množitele a popřípadě i státní správu.

Jedná se o novou metodiku této nadějně odrůdy. V současné době v rámci navazujícího výzkumného projektu byly založeny agrotechnické polní pokusy, provedeny varné testy i testy pro farmaceutické využití. Z těchto výsledků budou zpracovány navazující metodiky. Úvodní metodika řeší okamžité potřeby pro pěstitele (zakládání a udržování čistoty porostů), obchod a identifikaci odrůdy pro množitele. Byla zpracována v rámci výzkumného projektu u MŠMT České republiky NPV II. 2B06011 „Vývoj genotypů chmele pro biomedicínální a farmaceutické účely“. Odrůda Vital je jedním z výsledků řešení tohoto projektu a metodika navazuje na tento výsledek. V první části metodiky je podrobně zpracován rozbor rostlin, což charakterizuje morfologii odrůdy. Ve druhé části jsou uvedeny chemické analýzy hlávek, a to obsah a složení chmelových pryskyřic, polyfenolů a silic. Současně jsou uvedeny metody pro chemické analýzy. Ve třetí části je zpracována identifikace odrůdy pomocí DNA analýz, včetně používaných metod.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. ÚVOD

Šlechtění chmele má v České republice dlouholetou tradici. První klony Žateckého poloraného červeňáku byly získány již v 19. století Semšem. Od počátku 20. století byla získána řada klonů Žateckého poloraného červeňáku. Od roku 1994 se v ČR začínají uplatňovat nové odrůdy hybridního typu. Do roku 2009 jich bylo registrováno osm. V současné době je preferována řada šlechtitelských cílů. Hlavním cílem je získat nové genotypy, které budou vykazovat rezistenci k biotickým a abiotickým faktorům,



požadovaný obsah a složení chmelových pryskyřic dle skupin chmelů, vysoký a stabilní výnos, dobré agrotechnické parametry.

V posledních letech se zvyšuje zájem farmaceutického průmyslu o látky obsažené v chmelových hlávkách. Prenylované flavonoidy mají antioxidační, protizánětlivé, protivirové a antikarcinogenní účinky. Například u xanthohumolu a dehydrocykloxanthohumolu bylo prokázáno aktivační působení na chinonreduktázu. Zmíněný enzym chrání buňky proti toxickým xenobiotikům tím, že redukuje chinony na hydrochinony, které se v těle savců snadněji odbourávají. Velmi důležitou složkou je DMX, které izomeruje na 8-prenylaringenin. U této složky byl zjištěn inhibiční účinek na cytochrom P450 enzymy, které aktivují působení různých karcinogenů. Kostní resorpce je významně inhibována některými látkami z chmele, především xanthohumolem a humulonem. Uvedené sloučeniny jsou v současné době považovány za perspektivní terapeutické látky proti osteoporóze. Antioxidační vlastnosti prenylovaných flavonoidů byly objeveny při inhibici oxidace „low density“ lipoproteinů, které snižují riziko vzniku kardiovaskulárních chorob. Z těchto uvedených důvodů roste zájem farmaceutického průmyslu o chmele, především o odrůdy s vysokými obsahy těchto látek.

Od roku 2006 se šlechtí i pro farmaceutické využití, tj. s vysokým obsahem xanthohumolu a desmethylxanthohumolu (DMX). Ve světě vykazují vysoký obsah xanthohumolu německá odrůda Taurus, anglická Admiral a česká Agnus, které mají obsah této látky na úrovni 1 %. Obsah DMX, u světových odrůd s nejvyšším obsahem DMX (Magnum, Sládek, Dunav, Pioneer atd.), je na úrovni 0,14 až 0,18 %. V roce 2008 byla v České republice registrována první odrůda chmele i pro farmaceutické využití. Jedná se o odrůdu Vital, která vykazuje dvakrát až třikrát vyšší obsah DMX než ostatní světové odrůdy chmele.

Vital byl získán výběrem z hybridního potomstva, ve kterém má většinový podíl odrůda Agnus a dále rozpracovaný šlechtitelský materiál. Křížení rodičovských komponentů bylo realizováno v roce 1996. Získaná potomstva byla vysazena v roce 1997 a v následném roce byl proveden výběr nadějných genotypů (odrůda Vital byla sledována pod šlechtitelským kódem nšl. 4715). Výběr byl proveden na základě vysokého obsahu chmelových pryskyřic. Jako nadějný genotyp nšl. 4715 byl přihlášen v roce 2004 do registračních pokusů. Výsledky pokusů poukázaly na nižší výnosovou úroveň, proto se zvažovalo vyřazení tohoto genotypu z registračního řízení. V roce 2006 a 2007 byly v rámci nového projektu 2B06011 provedeny chemické analýzy na obsah xanthohumolu a DMX u celého genofondu chmele v ČR, včetně šlechtitelského materiálu, a následně zpracována databáze. Získané výsledky poukázaly na to, že nšl. 4715 vykazuje extrémně vysoký obsah DMX. Z tohoto důvodu bylo dokončeno registrační řízení a v roce 2008 tento genotyp registrován jako nová odrůda s možností farmaceutického využití. Z tohoto důvodu byl zvolen název Vital jako „zdraví“.



2. IDENTIFIKACE A CHARAKTERIZACE V PRŮBĚHU RŮSTU

V průběhu růstu lze odrůdu Vital charakterizovat jak na základě morfologických popisů rostlin, tak i pomocí DNA analýz. Morfologické popisy byly získány na základě ručně prováděných rozborů rostlin a DNA analýz z mladých listů s použitím ověřených postupů.

2.1. MORFOLOGIE – POPIS ROSTLIN

Charakteristickým znakem odrůdy Vital je dlouhá vegetační doba a pravidelný válcovitý tvar rostliny. Habitus je středně mohutný. Pro charakterizaci rostliny byly prováděny rozborů rostlin v rámci několika lokalit. Pro hodnocení, charakterizaci odlišnosti a identifikaci této odrůdy bylo nutné realizovat tyto rozborů jak u plodných porostů, tak i u porostů v prvním roce pěstování. Chmel je charakteristický tím, že v prvním roce pěstování rostlina nedosahuje plné plodnosti a řada znaků se projeví až v roce druhém. Tento jev je dán tím, že řada znaků je polygenně založena a výrazně ovlivněna prostředím. Charakter porostu chmelnic v prvním roce pěstování a v plné plodnosti je odlišný v závislosti na mohutnosti rostlin, kterou výrazně ovlivňuje osvětlení rostlin. Tím je řada znaků významně ovlivněna (výška nasazení hlávek, délka internodií, olistění atd.). Rozborů a popis rostliny pro charakterizaci odrůdy Vital jsou rozděleny do těchto částí:

1. Réva
2. Listy
3. Boční výhony (pazochy)
4. Hlávky

Rozborů rostlin byly prováděny ručně a všechny výsledky jsou uvedeny v čerstvém stavu. Chmelová rostlina má vysoký turgor (osmotický tlak) a po odstříhnutí dochází k rychlému úbytku vody (vadnutí), a tím se výrazně snižuje hmotnost. Z tohoto důvodu byla každá rostlina hodnocena do 2 hodin po odstříhnutí.



Obrázek: Rostlina odrůdy Vital (Stekník, 2009)



2.1.1. RÉVA

Barva révy

Odrůda Vital má zelenou barvu révy, v prvním roce pěstování se může vyskytovat slabé načervenalé antokyanové zbarvení.

Hmotnost révy

Průměrná hmotnost 1 m révy u rostliny v prvním roce pěstování je 251,0 g při variabilitě 33,4 % (Tabulka 1). Z výsledků je patrné, že nejvyšší hmotnost révy je ve výšce 2–3 m a naopak nejnižší ve výšce 7 m, tj. nad chmelovou konstrukcí. Průměrná hmotnost 1 m révy u rostliny v plné plodnosti je 286,4 g při variabilitě 36,7 % (Tabulka 2). Z výsledků je zřejmé, že starší rostliny vykazují vyšší hmotnost révy než rostliny v prvním roce pěstování. Pomocí párového t-testu nebyla stanovena statistická průkaznost průměrné hmotnosti révy mezi rostlinami v plné plodnosti nebo v prvním roce pěstování po výsadbě. Tento poznatek je velmi důležitý z hlediska identifikace této odrůdy v závislosti na stáří porostu. Další výsledky ukazují, že nejvyšší variabilita je ve výšce rostliny 2–3 m nebo nad 7 m. V nižší části rostliny je variabilita způsobena nevyrovnaností rostlin a v části nad konstrukcí délkou révy, která je od 0 cm do 150 cm!

Tabulka 1 : Hmotnost révy u rostlin v prvním roce pěstování

Výška rostliny	Hmotnost révy (g)	Podíl váhy (%)	s	Vk (%)
Nad 7 m	198,6	12,9	126,800	63,9
6–7 m	221,6	14,4	29,182	13,2
5–6 m	250,6	16,3	37,216	14,9
4–5 m	291,6	18,9	67,378	23,1
3–4 m	259,0	16,8	71,936	27,8
2–3 m	319,0	20,7	182,434	57,2
Průměr	251,0	-	83,934	33,4
Váha celkem od 2 m	1540,4	-	-	-

Tabulka 2 : Hmotnost révy u rostlin v plné plodnosti

Výška rostliny	Hmotnost révy (g)	Podíl váhy (%)	s	Vk (%)
Nad 7 m	173,4	10,0	88,082	50,8
6–7 m	266,2	15,4	46,654	17,5
5–6 m	296,6	17,1	34,636	11,7
4–5 m	309,4	17,9	37,054	11,9
3–4 m	354,8	20,5	182,398	51,4
2–3 m	329,6	19,1	63,552	19,3
Průměr	286,4	-	104,948	36,7
Váha celkem od 2 m	1730,0	-	-	-



Síla révy

Průměrná síla révy u rostlin v prvním roce, nebo v plné plodnosti je téměř na shodné úrovni, a to 8,8 mm, resp. 8,6 mm (Tabulky 3 a 4). Síla révy se od výšky 2 m postupně zvyšuje ke středu rostliny (4–6 m) a pak se opět snižuje. Tento jev je patrný u výsazu i plodných porostů. Rozdílnost síly révy v závislosti na výšce nevykazuje statistickou průkaznost. Z výsledků je patrná i shodná variabilita v závislosti na stáří rostliny.

Tabulka 3: Síla révy u rostlin v prvním roce pěstování

Výška rostliny	Síla révy (cm)	s	Vk (%)
Nad 7 m	0,76	0,095	12,4
6–7 m	0,93	0,150	16,2
5–6 m	0,93	0,171	18,5
4–5 m	0,95	0,122	12,9
3–4 m	0,85	0,129	15,2
2–3 m	0,80	0,141	17,7
Průměr	0,88	0,139	15,8

Tabulka 4 : Síla révy u rostlin v plné plodnosti

Výška rostliny	Síla révy (cm)	s	Vk (%)
Nad 7 m	0,69	0,169	24,4
6–7 m	0,90	0,082	9,1
5–6 m	0,96	0,079	8,2
4–5 m	0,91	0,154	17,0
3–4 m	0,82	0,191	23,3
2–3 m	0,86	0,114	13,3
Průměr	0,86	0,157	18,3



Vzdálenost internodií

Průměrná vzdálenost internodií na révě u rostlin v prvním roce pěstování je 29,5 cm (Tabulka 5). Pomocí párového t-testu je s 95% pravděpodobností větší než vzdálenost internodií u porostů v plné plodnosti, která je 26,1 cm (Tabulka 6). Výsledky poukazují na to, že Vital má v prvním roce pěstování větší vzdálenost internodií. Tento negativní jev ovlivňuje nižší počet pazochů.

Tabulka 5: Vzdálenost internodií u rostlin v prvním roce pěstování

Výška rostliny	Vzdálenost internodií (cm)	s	Vk (%)
Nad 7 m	27,6	5,545	20,1
6-7 m	32,9	6,053	18,4
5-6 m	32,0	6,500	20,3
4-5 m	29,2	3,584	12,3
3-4 m	28,3	5,926	20,9
2-3 m	31,6	2,881	9,1
Průměr	29,5	5,705	19,3

Tabulka 6 : Vzdálenost internodií u rostlin v plné plodnosti

Výška rostliny	Vzdálenost internodií (cm)	s	Vk (%)
Nad 7 m	24,4	6,581	27,0
6-7 m	24,0	7,463	31,1
5-6 m	28,6	3,774	13,2
4-5 m	27,2	5,353	19,7
3-4 m	27,8	4,532	16,4
2-3 m	25,7	5,994	23,3
Průměr	26,1	6,078	23,3



Počet otáček na 1 m

Průměrný počet otáček révy na 1 m včetně variability u výsazů i plodných porostů je téměř na shodné úrovni (Tabulky 7 a 8). Výsledky poukazují na to, že v nižších patrech rostliny je vyšší počet otáček a naopak u stropu konstrukce jsou pouze 3. Nižší počet otáček může způsobit vyšší počet odkloněných vegetačních vrcholů. Tento poznatek je velmi důležitý pro pěstitelskou praxi.

Tabulka 7: Počet otáček na 1 m u rostlin v prvním roce pěstování

Výška rostliny	Průměrný počet otáček	s	Vk (%)
Nad 7 m	3,0	1,000	33,3
6–7 m	5,3	0,957	18,2
5–6 m	5,3	0,957	18,2
4–5 m	5,0	0,816	16,3
3–4 m	5,8	0,500	8,7
2–3 m	7,0	1,414	20,2
Průměr	5,1	1,315	25,6

Tabulka 8: Počet otáček na 1 m u rostlin v plné plodnosti

Výška rostliny	Průměrný počet otáček	s	Vk (%)
Nad 7 m	3,0	1,673	55,8
6–7 m	4,3	0,488	11,4
5–6 m	4,7	1,113	23,6
4–5 m	5,1	0,690	13,4
3–4 m	6,1	1,574	25,6
2–3 m	7,4	1,517	20,5
Průměr	5,1	1,746	34,6



2.1.2. LISTY

Odrůda Vital je charakteristická středním až řidším olistěním. Listy jsou středně velké tří a pětilaločné. Jsou charakteristické velkým vykrojením.



Porost Vitalu na počátku června



Porost Vitalu v polovině července



Porost Vitalu na konci srpna



Porost Vitalu v termínu sklizně (10.zářří)



Hmotnost pazochoových listů

Výsazy vykazují nižší hmotnost pazochoových listů než plodné chmelnice (Tabulky 9 a 10). Pomocí párového t-testu nebyla stanovena statistická průkaznost. Z rozborů rostlin je zřejmé, že hmotnost pazochoových listů se úměrně zvyšuje s výškou rostliny. Tento jev souvisí s délkou pazochů a osvětlením rostliny (v nižších patrech je nedostatek světla a listy jsou řídké nasazené a malé). Je patrná nižší hmotnost révových listů do 3 m. To je způsobeno tím, že rostlina do prioritání stále vytváří nové výhony. Po prioritávce se zamezí tvorbě dalších rév, rostlina vyživuje pouze révy zavedené (4 až 6), tím je plně využit biologický potenciál (velikost listů, počet hlávek a jejich hmotnost atd.).

Tabulka 9: Hmotnost pazochoových listů u rostlin v prvním roce pěstování

Výška rostliny	Hmotnost pazochoových listů (g)	Podíl váhy (%)	s	Vk (%)
Nad 7 m	308,6	15,1	124,348	40,3
6–7 m	488,6	23,9	201,886	41,3
5–6 m	391,0	19,1	40,546	10,4
4–5 m	434,6	21,2	151,644	34,9
3–4 m	235,6	11,5	91,322	38,8
2–3 m	188,0	9,2	125,330	66,2
Průměr	355,0	-	155,286	43,8
Váha celkem od 2 m	2046,4	-	-	-

Tabulka 10 : Hmotnost pazochoových listů u rostlin v plné plodnosti

Výška rostliny	Hmotnost pazochoových listů (g)	Podíl váhy (%)	s	Vk (%)
Nad 7 m	493,4	20,7	250,538	50,8
6–7 m	609,2	25,6	129,552	21,3
5–6 m	450,6	18,9	81,460	18,1
4–5 m	378,6	15,9	174,038	45,9
3–4 m	292,6	12,3	177,136	60,5
2–3 m	156,4	6,6	82,138	52,5
Průměr	408,8	-	207,358	50,7
Váha celkem od 2 m	2380,8	-	-	-



Hmotnost révových listů

Váha révových listů u rostliny z plodných chmelnic je vyšší než u rostlin z výsazů (Tabulky 11 a 12). Pomocí párového t-testu nebyla stanovena statistická průkaznost mezi průměry váhy révových listů. Tento jev je pravděpodobně způsoben vyšším osvětlením porostů v prvním roce pěstování, protože výsazy jsou zaváděny pouze na jeden chmelovodič. Naopak rostliny na plodných chmelnicích jsou zaváděny na dva chmelovodiče, a tím dochází k vyššímu zastínění. Toto poukazuje na fakt, že odrůda Vital bude citlivá na zastínění. Tento poznatek je velmi důležitý pro praxi. Dále je patrné, že nejnižší váha révových listů je ve výšce nad 7 m.

Tabulka 11: Hmotnost révových listů u rostlin v prvním roce pěstování

Výška rostliny	Hmotnost révových listů (g)	Podíl váhy (%)	s	Vk (%)
Nad 7 m	128,0	14,1	22,390	17,5
6–7 m	169,0	18,6	49,598	29,3
5–6 m	150,6	16,6	44,554	29,6
4–5 m	225,0	24,7	51,756	23,0
3–4 m	152,6	16,8	41,130	27,0
2–3 m	84,0	9,2	14,142	16,8
Průměr	157,6	-	54,110	34,3
Váha celkem od 2 m	909,2	-	-	-

Tabulka 12 : Hmotnost révových listů u rostlin v plné plodnosti

Výška rostliny	Hmotnost révových listů (g)	Podíl váhy (%)	s	Vk (%)
Nad 7 m	48,8	5,1	51,600	47,4
6–7 m	171,4	17,9	22,708	13,2
5–6 m	198,2	20,6	62,412	31,5
4–5 m	230,0	24,0	72,994	31,7
3–4 m	205,8	21,4	107,396	52,2
2–3 m	106,0	11,0	51,322	48,4
Průměr	173,2	-	78,466	45,3
Váha celkem od 2 m	960,2	-	-	-



2.1.3. PAZOCHY (BOČNÍ VÝHONY)

Z celkového hlediska lze odrůdu Vital charakterizovat jako odrůdu s dlouhými pazochy, s vyšším nasazením plodonosných pazochů. Výška nasazení hlávek je uvedena v další kapitole.

Délka pazochů

Rostliny v produkčních chmelnicích mají průměrně delší pazochy (683 mm) než rostliny z výsazů (665 mm), ale tento rozdíl není statisticky významný (Tabulky 13 a 14). Délka pazochů vykazuje vysokou variabilitu ($V_k = 52,3 \%$, resp. $50,8 \%$), protože pazochy jsou dlouhé od 0,1 m (špičky rostlin) až do 2 m. Pouze u plodných chmelnic ve výšce rostliny 3–4 m mají některé pazochy délku nad 2 m. Maximální délka pazochů z výsazů byla 1,8 m.

Tabulka 13: Délka pazochů u rostlin v prvním roce pěstování

Výška rostliny	Délka pazochů (mm)	s	Vk (%)
Nad 7 m	706	35,401	50,1
6–7 m	756	36,444	48,2
5–6 m	669	32,772	49,0
4–5 m	772	32,923	42,7
3–4 m	663	34,378	49,6
2–3 m	717	33,652	46,9
Průměr	665	34,801	52,3

Tabulka 14 : Délka pazochů u rostlin v plné plodnosti

Výška rostliny	Délka pazochů (mm)	s	Vk (%)
Nad 7 m	665	30,462	45,1
6–7 m	724	33,445	46,2
5–6 m	707	33,364	47,2
4–5 m	509	32,905	64,6
3–4 m	699	48,164	68,9
2–3 m	597	31,577	52,9
Průměr	683	34,734	50,8



2.1.4. HLÁVKY

Chmelová hlávka má úzce vejčitý tvar. Listeny jsou pevně přitisknuty k vřeténku – velmi důležitý znak pro praxi, protože při mechanizované sklizni nedochází k rozpadu nebo poškození hlávek. Tento tvar hlávky je typickým znakem této odrůdy, a tím jednoznačně odlišitelným znakem od ostatních českých odrůd chmele.

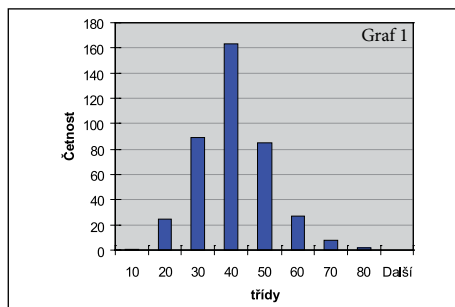


Velikost hlávky

Průměrná velikost hlávek u rostlin v prvním roce pěstování je na úrovni 36 mm (Tabulka 15). Přestože velikost hlávek je od 10 mm do 75 mm, její variabilita není tak vysoká ($V_k = 30,5 \%$). Z grafu 1, který charakterizuje četnost, je zřejmé, že 84,3 % hlávek vykazuje velikost hlávek od 30 do 60 mm. Tento poznatek je velmi důležitý pro chmelářskou praxi, protože vysoká variabilita velikosti hlávek způsobuje značné problémy při sušení.

Tabulka 15: Statistické parametry velikosti hlávek u rostlin v prvním roce pěstování

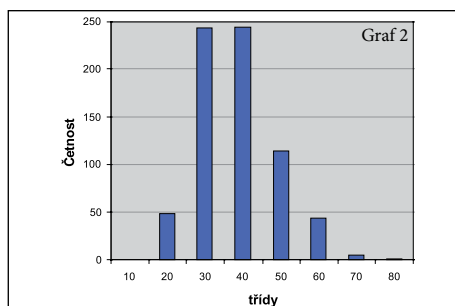
Parametr	Hodnota
Průměr	36 mm
Směr. odchylka	11,122
Var. koeficient	30,5 %
Medián	35 mm
Modus	35 mm
Min. velikost	10 mm
Max. velikost	75 mm



Průměrná velikost hlávek u rostlin v plné plodnosti je nižší než v prvním roce pěstování (Tabulka 16), a to v průměru pouze o 2 mm. Variabilita velikosti hlávek je též na shodné úrovni ($V_k = 30,1 \%$). Z grafu 2, který charakterizuje četnost velikosti hlávek, je zřejmé, že 85,6 % hlávek vykazuje velikost od 30 do 60 mm a téměř 70 % hlávek vykazuje délku pouze 30 až 50 mm.

Tabulka 16: Statistické parametry velikosti hlávek u rostlin v plné plodnosti

Parametr	Hodnota
Průměr	34 mm
Směr. odchylka	10,219
Var. koeficient	30,1 %
Medián	32 mm
Modus	30 mm
Min. velikost	13 mm
Max. velikost	71 mm

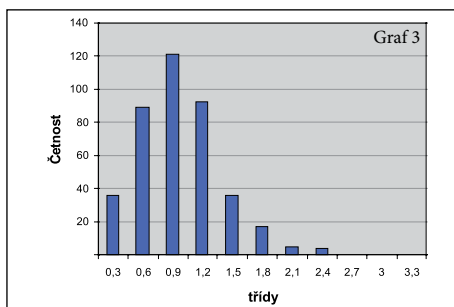


Hmotnost hlávky

Průměrná hmotnost jedné hlávky v čerstvém stavu u rostlin v prvním roce pěstování je 0,82 g (Tabulka 17). I další střední statistické hodnoty medián (0,78 g) a modus (1,00 g) jsou na úrovni průměru. Extrémní hmotnost hlávek nad 2 g vykazují pouze 1,5 % hlávek, 75,5 % hlávek má hmotnost od 0,6 g do 1,5 g (Graf 3). Toto charakterizuje poměrně vysokou variabilitu, která je 50,7 %.

Tabulka 17: Statistické parametry hmotnosti hlávek u rostlin v prvním roce pěstování

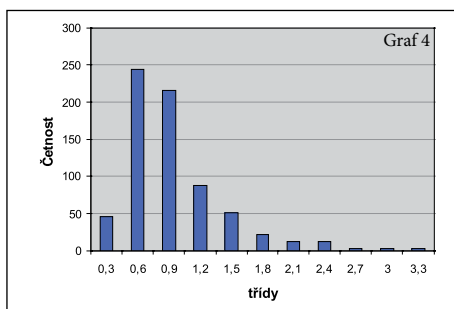
Parametr	Hodnota
Průměr	0,82 g
Směr. odchylka	0,415
Var. koeficient	50,7 %
Medián	0,78 g
Modus	1,00 g
Min. hmotnost	0,12 g
Max. hmotnost	2,33 g



Průměrná hmotnost jedné hlávky v čerstvém stavu u rostlin v plné plodnosti je 0,80 g, což je téměř na shodné úrovni s rostlinou v prvním roce pěstování (Tabulka 18). Další střední statistické hodnoty medián (0,66 g) a modus (0,52 g) jsou na nižší úrovni stanoveného průměru. To je způsobeno tím, že extrémní hmotnost hlávek nad 2 g vykazuje 3,7 % hlávek. Přestože má 78,3 % hlávek hmotnost od 0,6 g do 1,5 g (Graf 4), je variabilita vyšší ($V_k = 60,7\%$).

Tabulka 18: Statistické parametry hmotnosti hlávek u rostlin v plné plodnosti

Parametr	Hodnota
Průměr	0,80 g
Směr. odchylka	0,482
Var. koeficient	60,7 %
Medián	0,66 g
Modus	0,52 g
Min. hmotnost	0,11 g
Max. hmotnost	3,14 g



Hmotnost hlávek na rostlině

Průměrný výnos čerstvého chmele na rostlinu u odrůdy Vital je téměř shodný u výsazů i u plodných chmelnic. V přepočtu na 1 ha (3 333 rostlin – spon 300 x 100 cm a koeficient sušiny 4) lze předpokládat výnosovou úroveň 2,5 t suchého chmele z 1 ha. Výsledky poukazují na to, že Vital vytváří hlávky poměrně vysoko. U výsazů je v posledním metru výšky konstrukce a nad konstrukcí 55,3 % hlávek z celé hmotnosti (Tabulka 19). Do 5 m výšky rostliny vytváří tato odrůda pouze 22,5 % hmotnosti hlávek. U plodných chmelnic je podíl hlávek v rámci výšky rostliny horší než u výsazů, protože od 6 m je 61,8 % hlávek z celé hmotnosti a do 5 m výšky rostliny pouze 17,7 % hmotnosti hlávek (Tabulka 20). Tento jev jednoznačně poukazuje na světelnou citlivost této odrůdy pro tvorbu chmelových hlávek. To je nejvíce patrné u plodných chmelnic, kdy rostliny vytváří silnější habitus než u porostů v prvním roce pěstování. Výsledky ukazují, že v praxi bude nutné rozšířit spon pro výsadbu nových porostů.

Tabulka 19: Hmotnost hlávek na rostlině u rostlin v prvním roce pěstování

Výška rostliny	Hmotnost hlávek (g)	Podíl hlávek (%)	s	Vk (%)
Nad 7 m	784,6	24,5	490,780	62,6
6–7 m	955,6	29,8	526,084	55,1
5–6 m	745,0	23,2	166,232	22,3
4–5 m	469,0	14,6	210,690	44,9
3–4 m	175,0	5,4	103,608	59,2
2–3 m	79,0	2,5	18,384	23,3
Průměr	576,0	-	428,104	74,3
Váha celkem od 2 m	3208,2	-	-	-

Tabulka 20: Hmotnost hlávek na rostlině u rostlin v plné plodnosti

Výška rostliny	Hmotnost hlávek (g)	Podíl hlávek (%)	s	Vk (%)
Nad 7 m	825,8	25,8	812,898	98,5
6–7 m	1150,2	36,0	306,782	26,7
5–6 m	657,2	20,5	224,424	34,2
4–5 m	373,8	11,7	256,022	68,5
3–4 m	166,6	5,2	312,492	187,6
2–3 m	27,0	0,8	18,384	68,1
Průměr	601,8	-	543,662	90,3
Váha celkem od 2 m	3200,6	-	-	-



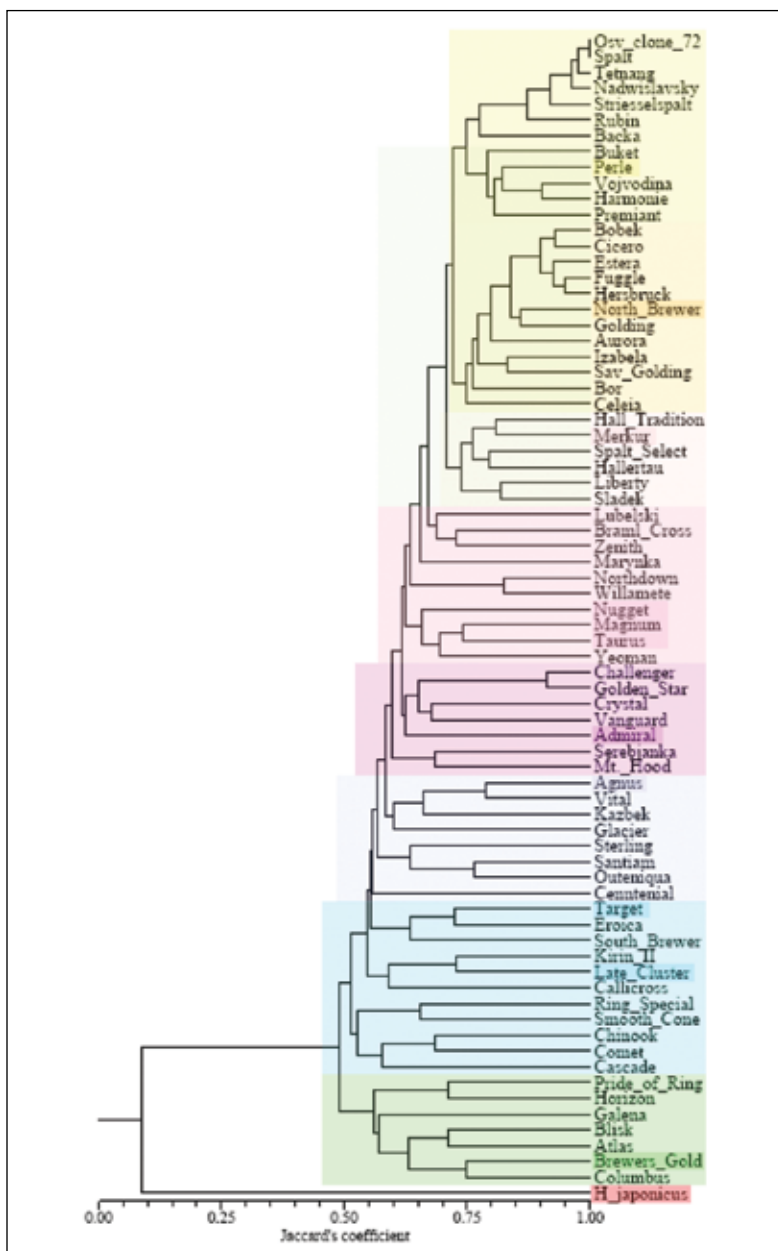
2.2. ANALÝZA DNA

Využití molekulárně-genetických metod studia DNA přineslo v posledních letech jiný pohled na hodnocení jednotlivých genotypů. Moderní molekulární metody nám umožňují co nejlépe sledovat změny, způsobené kombinacemi rodičů, chybami v přenosu, mutacemi a selekčním tlakem, a zhodnotit tak příbuznost jednotlivých genotypů nebo variabilitu (diverzitu) v rámci populace. Molekulární metody nám umožnily co nejlépe zhodnotit genetickou informaci DNA odrůdy Vital a jeho podobnost s jednotlivými genotypy, které vznikly českým i celosvětovým křížením. Pomocí statistických metod shlukové (klasterové) analýzy lze molekulárně-genetická data zpracovat do fylogenetických stromů, dendrogramů, kde jsou do jednotlivých shluků přiřazeny genotypy k sobě si geneticky nejbližší. V našich experimentech jsme hodnotili celkem 74 odrůd chmele světového sortimentu pomocí molekulárních metod STS a SSR, které jsou nejhodnověrnější. Získaný dendrogram (Obr. 1) odpovídal morfologickým, geobotanickým a analytickým charakteristikám jednotlivých odrůd. Rozmístění odrůd v dendrogramu odráželo především introdukci divokých amerických genotypů do zárodečné plasmasy evropských chmelů. Nejvíce se tu pak projevil vliv dvou základních šlechtitelských odrůd minulosti, a to Brewers Goldu, s genotypem divokého amerického chmele, a její dcerou, odrůdy Northern Brewer, s genotypem evropského chmele. Vital patří geneticky do skupiny vysokoobsažných a aromatických chmelů s euroamerickým původem (Obr. 2). Podobný je především odrůdě Agnus, která je nejvíce zastoupena v jeho genomu.

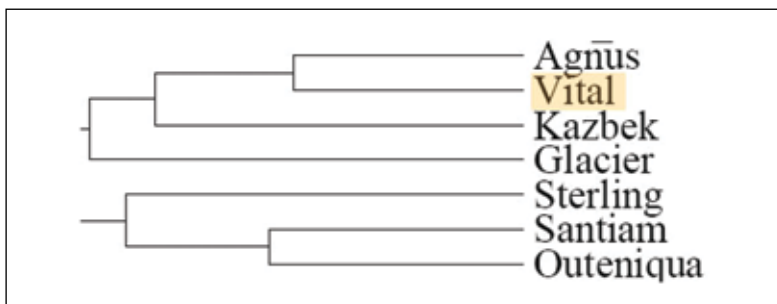
Využití molekulárních metod též zaručuje přesnou a spolehlivou identifikaci odrůdy chmele. Výsledky analýz DNA připomínají čárový kód (DNA barcode). Molekulární laboratoř oddělení Biotechnologie Chmelařského institutu v Žatci je schopna bezpečně od sebe odlišit všechny povolené klony a odrůdy české provenience (Obr. 3). Tyto moderní analýzy používáme standardně v množitelském procesu sadby ke kontrole genetické čistoty a stability jednotlivých množných klonů a odrůd, což platí i pro odrůdu Vital. Bohužel nelze tyto metody plně využít pro kontrolu odrůdové čistoty suchých hlávek a chmelových produktů, neboť zpracováním chmele dochází k degradaci DNA. Podrobná metodika molekulární analýzy DNA je uvedena v příloze „Metodiky pro udržení odrůdové čistoty chmelových porostů“ (Metodika pro praxi 5/2008, ISBN 978-80-86836-87-4).



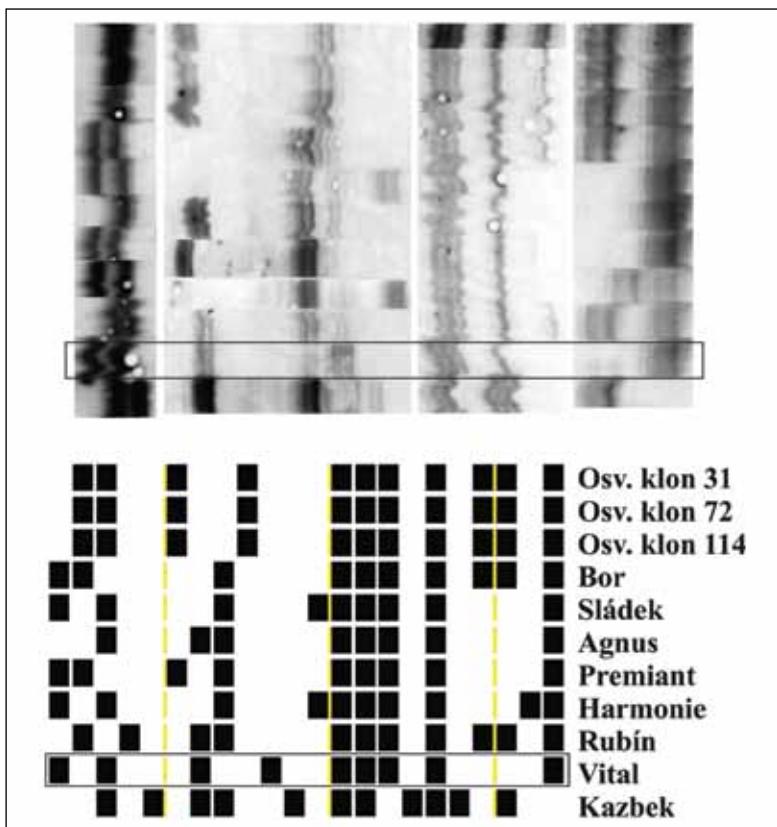
Obr.1: Dendrogram genetických vzdáleností 74 odrůd světového sortimentu chmele na základě 26 STS a 80 SSR polymorfních molekulárních markerů (NTSYS-pc v.2.01, Exeter software, USA).



Obr.2: Výřez dendrogramu světového sortimentu chmele se zaměřením na odrůdu Vital



Obr.3: DNA čárový kód odrůdy Vital v porovnání s českými povolenými odrůdami chmele



3. IDENTIFIKACE A CHARAKTERIZACE SUCHÝCH HLÁVEK

Chmelové hlávky jsou sklizeny v technologické zralosti. Následně je nutno tyto hlávky do 6 hod. usušit při teplotě 50 až 55 °C na 6 až 8 % vlhkosti. Po usušení je DNA denaturovaná a nelze jednoznačně pomocí DNA analýz stanovit pravost odrůdy. Pro určení charakterizace a identifikace chmelových hlávek v suchém stavu lze využít dvě metody. Za prvé jsou prováděny mechanické rozbory chmelových hlávek. Za druhé se pomocí chemických analýz stanovují obsahy a složení chmelových hlávek. Metody a postupy jsou uvedeny v metodice 4/08 „Hodnocení kvality chmele“, kterou vydal Chmelařský institut s.r.o. Žatec v roce 2008.

3.1. MECHANICKÉ ROZBORY SUCHÝCH HLÁVEK

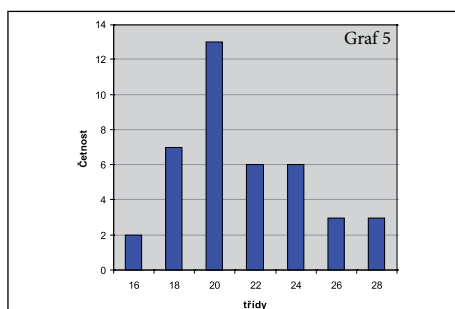
Chmelová hlávka se skládá z vřetenka, pravých a krycích listenů. Tyto znaky jsou charakteristické pro jednotlivé genotypy chmele. Vzorek suchého chmele se rozprostře po stole, tak aby nebyly žádné hlávky na sobě. Pak se odstraní přelomené nebo jinak poškozené a potom se zbylé hlávky odpočítají jedna po druhé bez jakéhokoliv výběru. Celkem se odebere 100 hlávek. Základem stanovení sedmi identifikačních parametrů jsou čtyři měření, a to hmotnost 100 suchých hlávek, hmotnost 100 vřetenek, délka vřetenka a počet článků na vřetenku. Další tři parametry jsou získány výpočtem ze zjištěných údajů. Získané výsledky pro hodnocení mechanických rozborů hlávek jsou ze 40 průměrných vzorků, tzn. že bylo celkem hodnoceno 4 000 hlávek odrůdy Vital.

3.1.1. PRŮMĚRNÁ HMOTNOST 100 SUCHÝCH HLÁVEK

Odebrané hlávky se zváží, čímž se zjistí hmotnost 100 hlávek. Průměrná hmotnost 100 suchých hlávek je na úrovni 20,6 g (Tabulka 21). Protože průměrné hmotnosti jsou od 14 g do 28 g, je variabilita hmotnosti 100 suchých hlávek nízká ($V_k = 16,0\%$). Z grafu 5, který charakterizuje četnost hmotnosti 100 suchých hlávek, je zřejmé, že nejvyšší četnost hlávek je v kategorii 18 až 20 g. Z testovaných vzorků vykazuje 80 % vzorků rozpětí hmotnosti 100 suchých hlávek od 16 do 24 g.

Tabulka 21: Statistické parametry hmotnosti 100 suchých hlávek

Parametr	Hodnota
Průměr	20,6 g
Směr. odchylka	3,357
Var. koeficient	16,0 %
Medián	19,8 g
Modus	19,8 g
Min. velikost	14,4 g
Max. velikost	28,1 g

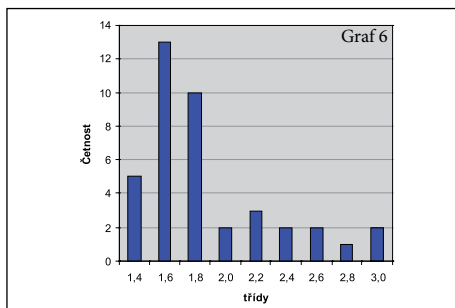


3.1.2. PRŮMĚRNÁ HMOTNOST 100 SUCHÝCH VŘETĚNEK

Z hlávek se odstraní všechny pravé a krycí listy a získaná vřeténka se zváží. Průměrná hmotnost 100 suchých vřetének je na úrovni 1,84 g (Tabulka 22). Rozpětí hmotnosti je od 1,36 do 2,88 g, charakterizuje variabilitu hmotnosti 100 suchých vřetének 23,9 %. Z grafu 6, který charakterizuje četnost hmotnosti 100 suchých vřetének, je zřejmé, že nejvyšší četnost vřetének je v kategorii 1,4 až 1,6 g. Z testovaných vzorků vykazuje 70 % vzorků hmotnost 100 suchých vřetének do 1,8 g.

Tabulka 22: Statistické parametry hmotnosti 100 suchých vřetének

Parametr	Hodnota
Průměr	1,84 g
Směr. odchylka	0,440
Var. koeficient	23,9 %
Medián	1,65 g
Modus	1,60 g
Min. velikost	1,36 g
Max. velikost	2,88 g



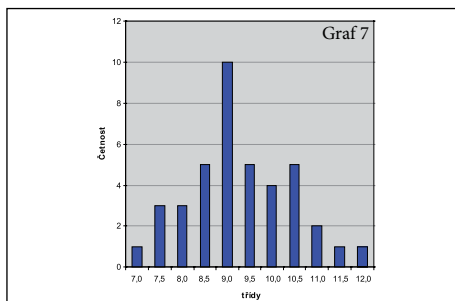
3.1.3. PROCENTICKÝ PODÍL VŘETĚNEK NA HMOTNOST HLÁVEK

Tento odrůdový znak se získá podle vzorce:
$$\frac{\text{hmotnost vřetének} \times 100}{\text{hmotnost 100 hlávek}}$$

Průměrné procento vřetének k hmotnosti hlávek je významný odrůdový znak. U odrůdy Vital je průměrná hodnota tohoto znaku 8,99 %, při variabilitě 12,4 % (Tabulka 23). Průměrné procento vřetének k hmotnosti hlávek je v rozpětí 6,67 až 11,66 %. Z grafu 7, který charakterizuje četnost průměrného procenta vřetének k hmotnosti hlávek, je zřejmé, že nejvyšší četnost je v kategorii 8,5 až 9,0 %. Také ukazují, že odrůda Vital bude tento znak vykazovat v rozpětí 8,5 až 11,0 %, protože je zde zastoupeno 72,5 % vzorků.

Tabulka 23: Statistické parametry podílu vřetének na hmotnosti hlávek

Parametr	Hodnota
Průměr	8,99 %
Směr. odchylka	1,111
Var. koeficient	12,4 %
Medián	8,87 %
Modus	8,85 %
Min. velikost	6,67 %
Max. velikost	11,66 %

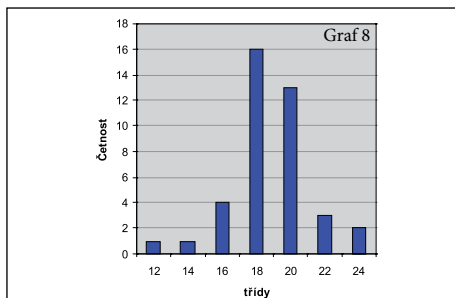


3.1.4. PRŮMĚRNÁ DÉLKA VŘETÉNKA U SUCHÝCH HLÁVEK

U každého vřeténka se změří délka. Průměrná délka suchých vřetének v rámci vzorku 100 suchých hlávek je 18,1 mm (Tabulka 24). Délka vřetének je od 11,3 do 23,2 mm, při variabilitě 12,5 %. Z grafu 8, který charakterizuje četnost délky vřeténka, je zřejmé, že nejvyšší četnost je v kategorii 16 až 18 mm. Z testovaných vzorků jich vykazuje 72,5 % rozpětí délky vřeténka od 16 do 20 mm. Tuto vysokou četnost pouze u dvou tříd (16 až 18 mm a 18 až 20 mm) lze považovat za odrůdovou charakteristiku odrůdy Vital. To znamená, že délka vřeténka bude spolehlivým ukazatelem identifikace odrůdy Vital.

Tabulka 24: Statistické parametry délky vřetének u suchých hlávek

Parametr	Hodnota
Průměr	18,1 mm
Směr. odchylka	2,255
Var. koeficient	12,5 %
Medián	18,0 mm
Modus	17,8 mm
Min. velikost	11,3 g
Max. velikost	23,2 g



3.1.5. TĚŽKOST CHMELE

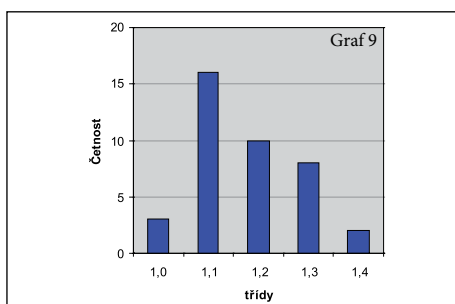
Ze získaných dat průměrné délky věténka (mm) a hmotnosti 100 hlávek (g) vypočteme těžkost chmele pomocí vzorce:

$$\frac{\text{hmotnost 100 hlávek}}{\text{průměrná délka věténka}}$$

Odrůda Vital vykazuje průměrnou těžkost 1,13 (Tabulka 25). Rozpětí je od 0,96 do 1,40 při variabilitě 11,0 %. Z grafu 9, který charakterizuje četnost těžkosti, je zřejmé, že Vital bude vykazovat pravděpodobnou těžkost hlávek od 1,0 do 1,4, protože v těchto kategoriích je zastoupeno 87,5 % vzorků!

Tabulka 25: Statistické parametry těžkosti chmele

Parametr	Hodnota
Průměr	1,13
Směr. odchylka	0,124
Var. koeficient	11,0 %
Medián	1,12
Modus	1,08
Min. velikost	0,96
Max. velikost	1,40

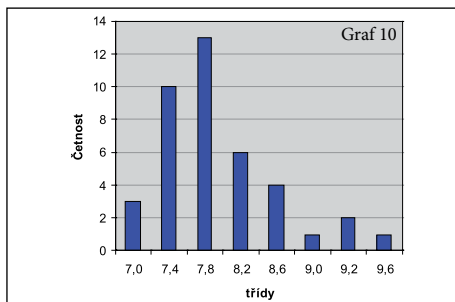


3.1.6. PRŮMĚRNÝ POČET ČLÁNKŮ NA VŘETĚNKU

Při měření délky věténka se stanoví počet článků na věténku. Průměrný počet článků na věténku je 7,77 (Tabulka 26). Průměrný počet článků je od 6,68 do 9,56 na věténku, při velmi nízké variabilitě 8,4 %. Z grafu 10, který charakterizuje četnost průměrného počtu článků na věténku, je zřejmé, že nejvyšší četnost je v kategorii 7,4 až 7,8. Z dosažených výsledků je charakteristické pro odrůdu Vital, že na věténku je 7 až 9 článků (v rámci hodnoceného souboru toto představuje 85 % vzorků). Tento poznatek lze používat při rychlém screeningu vzorků. I tento znak lze považovat za odrůdovou charakteristiku odrůdy Vital. To znamená, že počet článků na věténku bude spolehlivým ukazatelem identifikace odrůdy Vital.

Tabulka 26: Statistické parametry počtu článků na věténku

Parametr	Hodnota
Průměr	7,77
Směr. odchylka	0,650
Var. koeficient	8,4 %
Medián	7,66
Modus	7,72
Min. velikost	6,68
Max. velikost	9,56



3.1.7. HUSTOTA ZALOMENÍ NA VŘETĚNKU

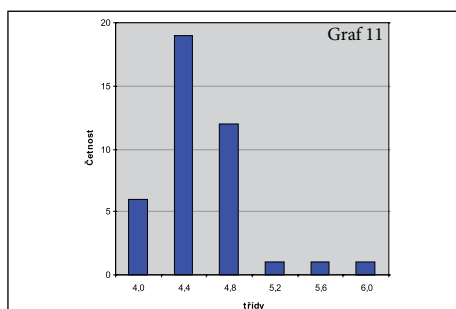
Na základě získané průměrné délky věténka (mm) a počtu článků vypočteme hustotu zalomení na věténku pomocí vzorce:

$$\frac{\text{průměrný počet článků} \times 100}{\text{průměrná délka věténka}}$$

Hustota zalomení charakterizuje počet článků na 1 cm. Jedná se o stabilní odrůdový znak. Průměrná hustota zalomení na věténku je 4,37 (Tabulka 27). Rozpětí hustoty je 3,87 až 5,98 článků na věténku, charakterizuje variabilitu pouze 9,5 %. Z grafu 11, který charakterizuje četnost průměrné hustoty zalomení na věténku, je zřejmé, že nejvyšší četnost je v kategorii 4,0 až 4,5. Graf ukazuje, že odrůda Vital bude jednoznačně vykazovat hustotu zalomení do 5,2 na věténku, protože do této hodnoty se řadí 92,5 % vzorků!

Tabulka 27: Statistické parametry hustoty zalomení na věténku

Parametr	Hodnota
Průměr	4,37
Směr. odchylka	0,413
Var. koeficient	9,5 %
Medián	4,32
Modus	4,28
Min. velikost	3,87
Max. velikost	5,98



3.2. CHEMICKÉ ANALÝZY CHMELOVÝCH HLÁVEK

Z databáze šlechtitelského materiálu od roku 1999 bylo získáno chemické složení chmelových pryskyřic u odrůdy Vital. Od roku 2005 jsou hodnoty rozšířeny i o několik chmelařských lokalit. Celkem bylo provedeno 67 analýz kapalinovou chromatografií (EBC 7.7). Analýzy jsou prováděny u suchých chmelových hlávek. Analýza chmelových silic je provedena plynovou chromatografií. Postupy těchto analýz jsou uvedeny v rámci metodiky „Hodnocení kvality chmele 4/08“.

3.2.1. OBSAH A SLOŽENÍ CHMELOVÝCH PRYSKYŘIC

Chmelové pryskyřice tvoří požadované pivovarské látky. Alfa hořké kyseliny dodávají pivu hořkost. Beta hořké kyseliny vykazují nižší hořčící schopnost, ale charakter hořkosti je jemný. Podíl alfa/beta kyseliny, kohumulonu a kolupulonu není ovlivněn prostředím ani ročníkem, z tohoto důvodu se jedná o geneticky založené odrůdové znaky (majorgeny).

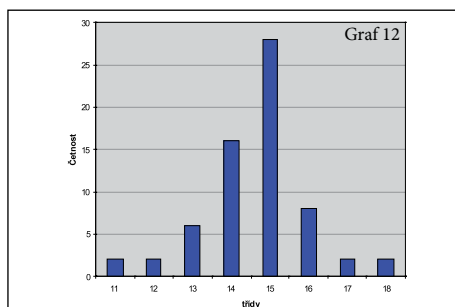


3.2.1.1. OBSAH ALFA HOŘKÝCH KYSELIN

Průměrný obsah alfa hořkých kyselin u odrůdy Vital je 14,22 % (Tabulka 28). U odrůdy Vital lze předpokládat, že obsah alfa kyselin bude v rozmezí od 12 do 16 %, protože v těchto kategoriích je zastoupeno 86,6 % vzorků (graf 12). Obsah alfa hořkých kyselin vykazuje nízkou variabilitu, a to pouze 9,59 %. Tato nízká variabilita je dána i nízkým rozpětím obsahu alfa hořkých kyselin od 10,47 do 18,31 %.

Tabulka 28: Statistické parametry obsahu alfa hořkých kyselin

Parametr	Hodnota
Průměr	14,22 %
Směr. odchylka	1,363
Var. koeficient	9,59 %
Medián	14,25 %
Modus	14,52 %
Min. velikost	10,47 %
Max. velikost	18,31 %

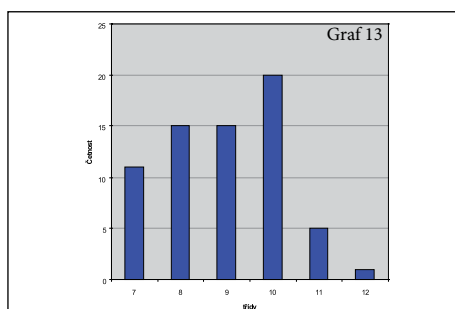


3.2.1.2. OBSAH BETA HOŘKÝCH KYSELIN

Průměrný obsah alfa hořkých kyselin je 8,46 % (Tabulka 29). Odrůda Vital vykazuje v rámci všech českých odrůd chmele nejvyšší obsah beta hořkých kyselin. Oproti obsahu alfa hořkých kyselin má Vital vyšší variabilitu u obsahu beta hořkých kyselin ($V_k = 14,18 %$). Z grafu 13 je zřejmé, že obsah beta hořkých kyselin lze předpokládat od 6 do 10 %, protože v těchto kategoriích je zastoupeno 91,0 % vzorků. Z pivovarského hlediska jsou obsahy beta hořkých kyselin nad 10 % velmi vzácné.

Tabulka 29: Statistické parametry obsahu beta hořkých kyselin

Parametr	Hodnota
Průměr	8,46 %
Směr. odchylka	1,200
Var. koeficient	14,18 %
Medián	8,27 %
Modus	9,4 %
Min. velikost	6,27 %
Max. velikost	11,17 %

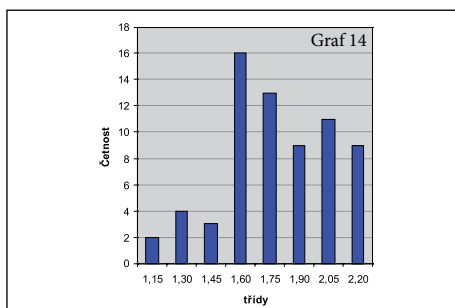


3.2.1.3. PODÍL ALFA A BETA HOŘKÝCH KYSELIN

Průměrný podíl alfa a beta hořkých kyselin je 1,71 (Tabulka 30). Odrůda Vital vykazuje v rámci všech světových odrůd chmele vysoký obsah alfa kyselin, ale nejnižší podíl alfa a beta hořkých kyselin. Téměř všechny světové odrůdy vysokoobsažného typu vykazují tento podíl cca 3. Tento znak má vyšší variabilitu ($V_k = 38,45 \%$), která je způsobena rozpětím od 1,06 do 2,22. Z grafu 14 je zřejmé, že podíl alfa a beta kyselin lze předpokládat od 1,45 do 2,20 %, protože v těchto kategoriích je zastoupeno 86,6 % vzorků. Pouze 13,4 % vzorků vykazuje tento podíl pod 1,45.

Tabulka 30: Statistické parametry podílu alfa a beta hořkých kyselin

Parametr	Hodnota
Průměr	1,71
Směr. odchylka	0,273
Var. koeficient	38,45 %
Medián	1,67
Modus	1,78
Min. velikost	1,06
Max. velikost	2,22

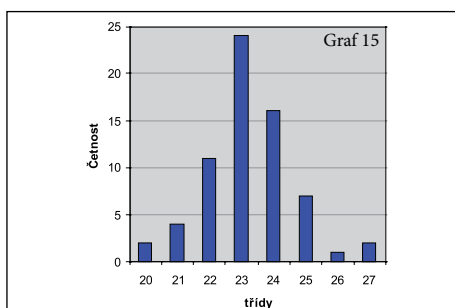


3.2.1.4. PODÍL KOHUMULONU

Průměrný podíl kohumulonu je 22,73 % rel. (Tabulka 31). Odrůda Vital vykazuje velmi nízkou variabilitu ($V_k = 6,40 \%$), i když je rozpětí podílu kohumulonu od 18,6 do 27,0 % rel. Graf 15 charakterizuje tuto nízkou variabilitu, protože 86,6 % vzorků je ve třídách od 21 do 25 % rel. Pouze v jedné třídě od 22 do 23 % rel. je zastoupeno až 35,8 % vzorků! Je patrné, že výše podílu kohumulonu je jednoznačně charakterizující složkou odrůdy Vital. Dosažená data mají normální rozdělení.

Tabulka 31: Statistické parametry podílu kohumulonu

Parametr	Hodnota
Průměr	22,73 % rel.
Směr. odchylka	1,455
Var. koeficient	6,40 %
Medián	22,6 % rel.
Modus	22,4 % rel.
Min. velikost	18,6 % rel.
Max. velikost	27,0 % rel.

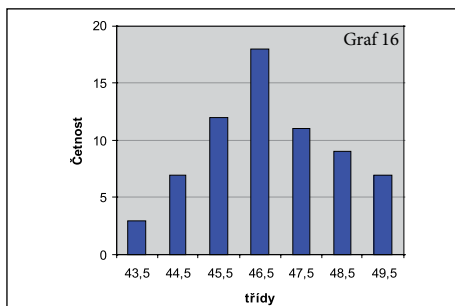


3.2.1.5. PODÍL KOLUPULONU

Průměrný podíl kolupulonu je 46,24 % rel. (Tabulka 32). Podíl kolupulonu vykazuje nejnižší variabilitu v rámci všech hodnocených znaků ($V_k = 3,89$ %). Graf 16 charakterizuje normální rozdělení dat. Nízká variabilita je dána tím, že 89,6 % vzorků vykazuje podíl kolupulonu od 43,0 do 50,0 %. Opět lze jednoznačně konstatovat, že podíl kolupulonu je charakterizující složkou odrůdy Vital.

Tabulka 32: Statistické parametry podílu kolupulonu

Parametr	Hodnota
Průměr	46,24 % rel.
Směr. odchylka	1,801
Var. koeficient	3,89 %
Medián	46,2 % rel.
Modus	46,2 % rel.
Min. velikost	41,8 % rel.
Max. velikost	50,6 % rel.



3.2.2. OBSAH POLYFENOLICKÝCH LÁTEK

Z polyfenolických látek mají z hlediska typizace odrůdy největší význam dvě složky ze skupiny prenylovaných flavonoidů, xanthohumol (XN) a desmethylxanthohumol (DMX). Obě látky mají tu vlastnost, že se spolu s pryskyřicemi a silicemi kumulují v lupulinových žlázách chmelové hlávky. Tato vlastnost umožňuje jejich snadné stanovení kapalinovou chromatografií (obr. 1). Obsah xanthohumolu v intervalu 0,7 až 1,0 % je silně nadprůměrný, vezmeme-li v úvahu, že většina odrůd jej obsahuje v množství do 0,7 % hm. K odrůdám s vysokým obsahem xanthohumolu v rozmezí 0,7 až 1,1 % hm. se z českých chmelů řadí odrůda Agnus, ze zahraničních Taurus (Německo) a Admiral, Target (Anglie). Nejvýznamnějším chemotaxonomickým znakem odrůdy Vital je mimořádně vysoký obsah desmethylxanthohumolu, nejčastěji v intervalu 0,20 až 0,30 % hm. v hlávkách bezprostředně po usušení. Toto množství je min. o 50 % vyšší než u ostatních českých i zahraničních odrůd chmele (< 0,20 % hm.). V zelených hlávkách je množství DMX ještě mnohem vyšší 0,40 až 0,55 % hm. Vzhledem k omezené stabilitě dochází již při sušení k poklesu obsahu DMX min. o 30 %. K dalším ztrátám dochází během stárnutí a zpracování na chmelové výrobky. I tak zůstává DMX u odrůdy Vital podstatně vyšší než u jiných odrůd srovnatelného stáří.

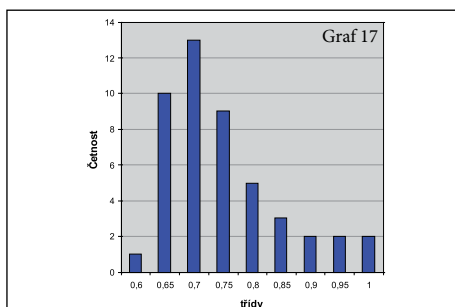


3.2.2.1. OBSAH XANTHOTHUMOLU

Průměrný obsah xanthohumolu je 0,73 % (Tabulka 33). Rozpětí obsahu xanthohumolu je od 0,60 do 1,04 %, což odpovídá vyššímu obsahu v rámci ostatních odrůd chmele. Z grafu 17 je patrné, že nejvyšší četnost obsahu xanthohumolu je od 0,65 % do 0,80 %. Tento poznatek lze považovat za další identifikační znak. Z českých odrůd vykazuje pouze odrůda Agnus vyšší obsah xanthohumolu než odrůda Vital.

Tabulka 33: Statistické parametry podílu xanthohumolu

Parametr	Hodnota
Průměr	0,73 %
Směr. odchylka	0,109
Var. koeficient	14,87 %
Medián	0,70 %
Modus	0,68 %
Min. velikost	1,04 %
Max. velikost	0,60 %

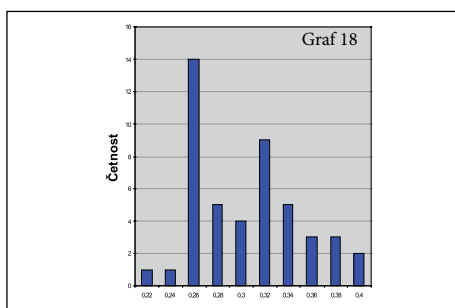


3.2.2.2. OBSAH DESMETHYLXANTHOTHUMOLU

Průměrný obsah desmethylxanthohumolu (DMX) je 0,30 %. Rozpětí obsahu je od 0,22 % do 0,49 %, ale nejvyšší četnost je v rozpětí od 0,26 % do 0,34 % (Graf 18). Právě obsah desmethylxanthohumolu je základní charakterizující znak odrůdy Vital. Žádná česká ani světová odrůda nevykazuje obsah DMX nad hranicí 0,20 %. Tento znak vykazuje i vyrovnaný obsah DMX jak v rámci lokalit, tak i v rámci ročníků, protože stonásobek variačního koeficientu charakterizuje pouze variabilitu 17,67.

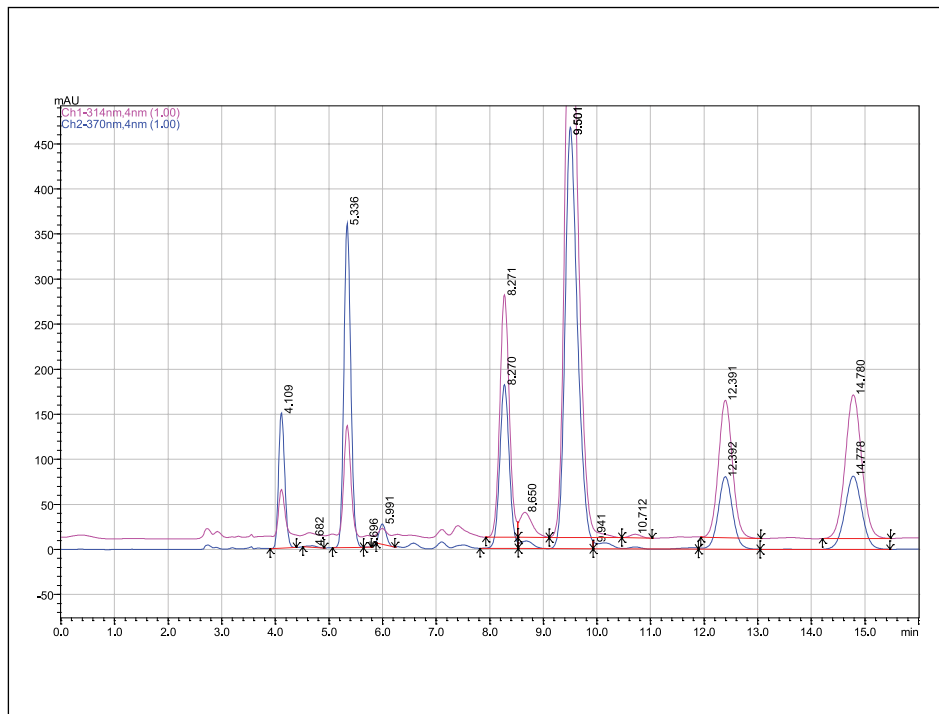
Tabulka 34: Statistické parametry podílu desmethylxanthohumolu

Parametr	Hodnota
Průměr	0,30 %
Směr. odchylka	0,054
Var. koeficient	17,68 %
Medián	0,30 %
Modus	0,25 %
Min. velikost	0,49 %
Max. velikost	0,22 %



Na obr. 4 je uveden chromatogram simultánní analýzy hořkých kyselin a prenylflavonoidů metodou HPLC. Obsah alfa a beta kyselin se stanovuje při vlnové délce 314 nm, obsah prenylflavonoidů při vlnové délce 370 nm.

Obr.4: Chromatografický záznam simultánní analýzy alfa a beta kyselin (314 nm), xanthohumolu a desmethylxanthohumolu (370 nm) kapalinovou chromatografií metodou EBC 7.7.



3.2.3. OBSAH A SLOŽENÍ CHMELOVÝCH SILIC

Statistické parametry obsahu a složení chmelových silic jsou uvedeny v Tabulce 35. Získané výsledky jsou z let 1999 až 2009 v rámci 5 lokalit. Průměrný obsah silic je 1,14 % hm. Lze předpokládat, že obsah silic bude v rozmezí 1,0 až 2,0 % hm. Dále jsou uvedeny významné složky jednotlivých silic, a to myrcen, karyofylen, humulen, farnesen a selineny. Je patrné, že nejnižší variabilitu vykazuje podíl myrcenu ($V_k = 12,51$ %) a naopak nejvyšší má humulen ($V_k = 54,53$ %).

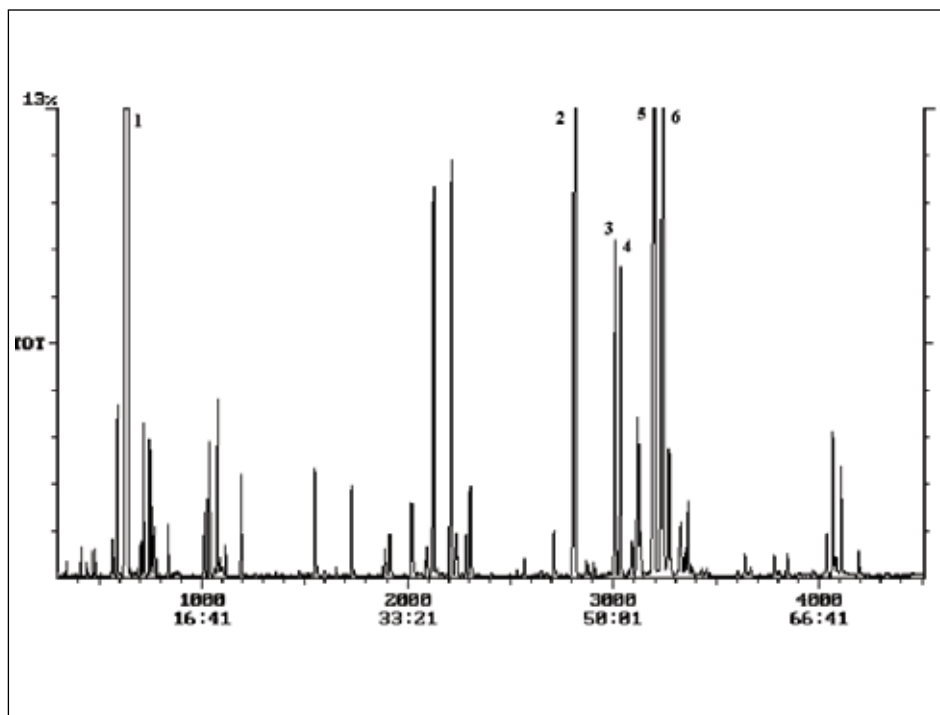
Tabulka 35: Obsah a složení chmelových silic u odrůdy Vital

Statistická veličina	Obsah silic (% hm.)	Myrcen (% rel.)	Karyofylen (% rel.)	Humulen (% rel.)	Farnesen (% rel.)	Seleniny (% rel.)
průměr	1,44	47,44	6,64	3,06	2,34	13,73
směr. odchylka	0,275	5,935	1,274	1,667	0,618	4,499
var. koeficient	19,02	12,51	19,20	54,53	26,45	32,75
min. hodnota	1,13	39,00	3,80	1,76	1,40	7,50
max. hodnota	1,94	59,75	8,05	7,30	3,70	20,36

Několik chemotaxonomických znaků, typických pro odrůdu Vital, poskytuje analýza chmelových silic (obrázek 5 – vzorek Mukoděly, 2009). Majoritní složku chmelové silice odrůdy Vital, podobně jako u většiny jiných odrůd, tvoří monoterpen myrcen 40 až 55 % rel. Zcela unikátní je však zastoupení nejdůležitějších seskviteperpenických uhlovodíků β -karyofylenu, α -humulenu, β -farnesenu a α - a β -selinenů. Zatímco obsah β -karyofylenu v intervalu 4 až 8 % rel. je běžné rozmezí, nízké zastoupení α -humulenu (2–5 % rel.) je velmi neobvyklé. Humulen bývá u většiny odrůd jednou z majoritních složek silic. Jeho množství je běžně 20–30 % rel. Zajímavá je dále přítomnost β -farnesenu (1–4 % rel.), který je z českých odrůd chmele ve srovnatelném množství obsažen pouze u odrůdy Premiant. Nejvíce β -farnesenu ze všech kulturních chmelů, 14 až 20 % rel., obsahují Žatecký červeňák a geneticky příbuzné odrůdy. Velmi charakteristický je vysoký obsah α - a β -selinenů v množství 7 až 15 % rel. Takto vysoký výskyt selinenů není v portfoliu českých odrůd ojedinělý. Ve srovnatelném množství jej obsahují také odrůdy Harmonie a Rubín, ze zahraničních chmelů například německá odrůda Taurus. Vzájemné zastoupení α -humulenu, β -farnesenu a selinenů je pro odrůdu Vital velmi charakteristické. Na základě analýzy chmelových silic s přispěním dalších parametrů ji lze s velkou pravděpodobností jednoznačně identifikovat.



Obr. 5: GC/MS chromatogram chmelových silic odrůdy Vital (Mukoděly, 2009); kolona DB5, 30 m x 0,25 μ m x 0,25 mm; 1=myrcen, 2= β -karyofylen, 3= α -humulen, 4= β -farnesen, 5= β -selinen, 6= α -selinen



III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Tato certifikovaná metodika je první metodikou, která podrobně popisuje a charakterizuje českou odrůdu chmele Vital. Poprvé byly využity podrobné rozbory rostlin, které jednoznačně charakterizují morfologické znaky této odrůdy. Na základě poznatků analýz DNA je možné charakterizovat pouze z jednoho listu rostliny odrůdu Vital. Další dva metodické postupy lze uplatnit i po ukončení vegetace, a to analýzou suchých chmelových hlávek. Podrobné mechanické rozbory a chemické analýzy zaručují jednoznačnou identifikaci této odrůdy. Velký počet jednotlivých analýz a komplex použitých metod jak v průběhu růstu, tak i po sklizni zaručuje jednoznačnou charakterizaci i identifikaci odrůdy Vital.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Uvedené metodické postupy jsou určeny pro pěstitele, množitele a odběratele chmele, kontrolní orgány (ÚKZÚZ) - pro kontrolu čistoty porostů a pravosti odrůdy Vital i školní výuku. Svaz pěstitelů chmele České republiky požaduje tuto metodiku pro praxi. Jedná se o novou metodiku, která nebyla dosud k dispozici.



V. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

1. BERÁNEK, F., SLABYHOUDEK, K., DUŠKOVÁ, L.: Bilance činnosti ve šlechtění chmele, *Chmelařství*, 1978 (2): 19–20.
2. BERÁNEK, F., RÍGR, A.: Genetická proměnlivost znaků v rodinách po křížení chmele (*Humulus lupulus* L.), *Rostlinná výroba* 1988 (7): 683–691.
3. BERÁNEK, F.: Hybridizace chmele a možnosti uplatnění nových šlechtění, *Chmelařství*, 1996 (5): 67–72.
4. FRIC, V.: K odrůdové charakteristice našich chmelů, *Chmelařství* 1984 (12): 185.
5. FRIC, V.: Strategie a koncepce odrůdové přestavby českého chmelařství, *Chmelařství*, 1998 (5): 61–63.
6. KROFTA, K., ČEPIČKA, J., 2000. Stanovení chmelových silic metodou mikro-extrakce na tuhou fázi (SPME). *Kvasný průmysl*, 46, 235–241.
7. RÍGR, A., BERÁNEK, F.: Odrůdy českého chmele, *Chmelařství*, 1991: 3–5.

VI. SEZNAM LITERATURY, KTERÁ PŘEDCHÁZELA METODICE

1. KROFTA, K., NESVADBA, V.: Kvalitativní a výnosová charakteristika NČO. *Chmelařská ročenka 2002*: 187–188.
2. NESVADBA, V.: Šlechtění chmele v České republice. *Agromagazín*, 4, 2003 (12): 16–20.
3. NESVADBA, V., KROFTA, K.: Hodnocení obsahu alfa hořkých kyselin u hybridních odrůd a perspektivních novošlechtění chmele v jednotlivých lokalitách v roce 2003 *Sborník přednášek – Žatecký poloraný červeňák a hybridních odrůdy chmele*, Žatec 2004: 24–28.
4. NESVADBA, V., KROFTA, K.: Stability of the productivity of world hop varieties as an important feature for the selection of parental components. International Hop Growers Convention, *Proceedings of the Scientific Commission*, George, South Africa, 20–25 February 2005: 12–17.
5. NESVADBA, V., KROFTA, K.: *Atlas českých odrůd chmele*. 2007
6. NESVADBA, V.: Vývoj chmelových odrůd v České republice. *Chmelařství* 7–8/2008: 93–96.
7. NESVADBA, V.: Nová odrůda chmele Vital. *Chmelařská ročenka 2008*. 2009
8. PATZAK, J. 2001. Comparison of RAPD, STS, ISSR and AFLP molecular methods used for assessment of genetic diversity in hop (*Humulus lupulus* L.). *Euphytica* 121: 9–18



9. PATZAK, J. 2002. Characterization of Czech hop (*Humulus lupulus* L.) genotypes by molecular methods. *Pl. Prod.* 48: 343–350
10. NESVADBA, V., JEŽEK, J., POLONČÍKOVÁ, Z., HENYCHOVÁ, A.: Variabilita výnosu chmele (*Humulus lupulus* L.) u vysokoobsažných genotypů. *Sborník přednášek - Nové poznatky ve šlechtění rostlin*, Piešťany. 2008: 151–152
11. NESVADBA, V.: Informace ze šlechtění chmele. *Chmelařství 7–9/2009*: 64–67
12. NESVADBA, V.: České odrůdy chmele. *Chmelařství 7–9/2009*: 67–70
13. NESVADBA, V., KROFTA, K.: Nové odrůdy a perspektivní novošlechtění českých chmelů: 23. pivovarsko-sladařské dny České Budějovice, 14.10.–16.10.2009. *Kvasný průmysl roč. 55/2009 – číslo 9*: 243
14. NESVADBA, V.: České odrůdy chmele. *Agromagazín roč. 10, č.2/2009*: 35–39.
15. NESVADBA, V., KROFTA, K.: Variability in the contents of important compounds for pharmaceutical and brewing industries within hop gene fond. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 55, 2009, N. 1, 10–16.
16. NESVADBA, V., KROFTA, K.: Hop breeding on high contents of desmethylxanthohumol. *Proceedings of the IHGC Scientific Commission*, Leon, Spain, 21–25 June 2009: 20.



VII. ABSTRAKT

Vital je nová a první česká odrůda, která má význam jak pro pivovarnictví, tak i pro farmacii. Je výsledkem šlechtění chmele pro farmaceutické a biomedicínální účely. Charakterizace a identifikace byly provedeny jak v čerstvém stavu v průběhu růstu chmele, tak i po usušení chmelových hlávek. Na základě morfologických popisů je stanovena identifikace na podrobných rozborech révy, listů, pazochů a hlávek. DNA analýzy byly provedeny z mladých listů, a to metodami STS a SSR. Pro identifikaci suchých hlávek byly použity podrobné mechanické rozbory a chemické analýzy. Z chemických analýz byly získány chmelové pryskyřice, polyfenoly a silice. Získaná statistická data a jejich variabilita charakterizují odrůdu Vital.

VIII. ABSTRACT

Vital is the first Czech variety, which can be used not only in brewing industry but in pharmacy as well. It is the result of hop breeding aimed at pharmaceutical and biomedicine purposes. Characteristics and identifications of the variety were determined during the growth of the plants as well as in dried hops. On the base of morphological descriptions we carried out identifications based on detailed analyses of vines, leaves, laterals and cones. DNA analyses were made with young leaves with the help of STS and SSR methods. Mechanic and chemical analyses were used to identify dried hops. Hop oils, resins and polyphenols were determined by chemical analyses. The obtained statistical data and their variability are typical for this new variety.



SEZNAM ZKRATEK

cm	centimetr (měrná jednotka)
DMX	desmethylxanthohumol
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EBC	European Brewery Convention
g	gram (hmotnostní jednotka)
HPLC	High-performance liquid chromatography
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
m	metr (měrná jednotka)
mm	milimetr (měrná jednotka)
NPV	Národní program výzkumu
s	směrodatná odchylka
SSR	Simple Sequence Repeat
STS	Sequence-tagged Repeat
V_k	variační koeficient
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
ŽPČ	Žatecký poloraný červeňák
XN	xanthohumol
%	procento (podílová jednotka)



POZNÁMKY:

A series of horizontal dotted lines for writing notes.



CHMELAŘSKÝ INSTITUT s.r.o.

HOP RESEARCH INSTITUTE Co., Ltd.



Kadaňská 2525, 438 46 Žatec

Tel.: +420 415 732 111

Jednatel: Ing. Jiří Kořen, Ph.D.

Fax: +420 415 732 150

Tel.: +420 415 732 133

Internet: www.chizatec.cz

E-mail: jiri.koren@telecom.cz

Vědeckovýzkumná činnost

- Šlechtění chmele
- Chemie chmele
- Agrotechnika chmele
- Ochrana chmele
- Biotechnologie
- Pokusný pivovárek

Poradenská a školicí činnost

Výroba chmele

Výroba chmelové sadby

- Žatecký poloraný červeňák
- Hybridní odrůdy

Zemědělská výroba

Obchodní činnost



Chmelařský institut s. r. o.

Účelové hospodářství Stekník

Tel.: +420 415 735 861

Fax: +420 415 725 334

Výzkumná stanice Tršice

Tel.: +420 585 957 237



Stávající metodika byla zpracována v rámci řešení výzkumného projektu 2B06011 „Vývoj genotypů chmele pro biomedicíální a farmaceutické účely“, jehož cílem je získat nové genotypy chmele.

