národní
úložiště
šedé
literatury

Redakčně upravená závěrečná zpráva projektu QH81052

Patzak, Josef; Matoušek, Jaroslav
2013

Dostupný z http://www.nusl.cz/ntk/nusl-170483

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 27.07.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

1. TITULNÍ LIST Redakčně upravené závěrečné zprávy PROJEKTU QH81052

Ministerstvo zemědělství

Národní agentura pro zemědělský výzkum

QH81052
Vývoj molekulárně-genetických markerů pro moderní šlechtění a genové inženýrství chmele (Humulus lupulus) založených na systému genomových a expresních knihoven.

PP1 - EFEKTIVNÍ POSTUPY V AGRÁRNÍM SEKTORU

Biotechnologické postupy

řešení od 1.1.2008 - 31.12.2012

ODPOVĚDNÝ ŘEŠITEL

Ing. Josef Patzak, PhD.

PŘÍJEMCE - KOORDINÁTOR

Chmelařský institut s.r.o. (IČ: 14864347)

Kadaňská 2525 , 43846 Žatec

Statutární zástupce - jednatel

Ing. Jiří Kořen, PhD.

ŘEŠITEL

RNDr. Jaroslav Matoušek, CSc.

PŘÍJEMCE

Biologické centrum AV ČR, v.v.i. (IČ: 60077344)

Branišovská 31/1160, 37005 České Budějovice

Statutární zástupce - jednatel

Prof. Ing. Miloslav Šimek, CSc.

za rok 2012

Zpracováno dne: 11.1.2013

2. Osnova zprávy a její součásti

1. Titulní list…… 1
2. Osnova zprávy a její součásti……. 2
3. Organizace účastnící se projektu…… 2
4. Řešitelský tým…… 3
5. Náklady za projekt celkem …… 5
6. Zhodnocení průběhu řešení …… 5
7. Přílohy…… 7, 11
8. Dosažené výsledky……. 8
9. Popis uplatnění…… 10

3. Organizace účastnící se projektu

IČ organizace	14864347
Obchodní jméno - název	**Chmelařský institut s.r.o.**
Obchodní jméno - oficiální název v angličtině	Hop Research Institute, Co.Ltd.
Zkratka názvu	CHI
Role organizace	příjemce - koordinátor
Adresa sídla - ulice, čp./č.or.	Kadaňská 2525/
- PSČ, obec	43846 Žatec
- stát	Česká republika

IČ organizace	60077344
Obchodní jméno - název	**Biologické centrum AV ČR, v.v.i.**
Obchodní jméno - oficiální název v angličtině	Biological Centre ASCR, v.v.i.
Zkratka názvu	BC AV ČR
Role organizace	příjemce
Adresa sídla - ulice, čp./č.or.	Branišovská 31/ 1160
- PSČ, obec	37005 České Budějovice
- stát	Česká republika

4. Řešitelský tým

Celé jméno	**Fussy Zoltán Bc.**
Role osoby při řešení projektu	další pracovník
Příslušnost k organizaci	Biologické centrum AV ČR, v.v.i. Jihočeská Univerzita, Biologická fakulta

Celé jméno	**Henychová Alena Bc.**
Role osoby při řešení projektu	další pracovník
Příslušnost k organizaci	Chmelařský institut s.r.o. Oddělení biotechnologie

Celé jméno	**Horáková Olga Ing.**
Role osoby při řešení projektu	další pracovník
Příslušnost k organizaci	Biologické centrum AV ČR, v.v.i. Oddělení molekulární genetiky

Celé jméno	**Kocábek Tomáš Ing. PhD.**
Role osoby při řešení projektu	další řešitel
Příslušnost k organizaci	Biologické centrum AV ČR, v.v.i. Oddělení molekulární genetiky

Celé jméno	**Krofta Karel Ing. Ph.D.**
Role osoby při řešení projektu	další řešitel
Příslušnost k organizaci	Chmelařský institut s.r.o. Oddělení chemie chmele

Celé jméno	**Matoušek Jaroslav RNDr. CSc.**
Role osoby při řešení projektu	řešitel
Příslušnost k organizaci	Biologické centrum AV ČR, v.v.i. Oddělení molekulární genetiky
Pracovního poměr, funkce	kmenový pracovník organizace - vedoucí oddělení

Celé jméno	**Matoušková Helena**
Role osoby při řešení projektu	další pracovník
Příslušnost k organizaci	Biologické centrum AV ČR, v.v.i. Oddělení molekulární genetiky

Celé jméno	**Nesvadba Vladimír Ing. Ph.D.**
Role osoby při řešení projektu	další řešitel
Příslušnost k organizaci	Chmelařský institut s.r.o. Oddělení genetiky a šlechtění

Celé jméno	**Orctová Lidmila Ing.**
Role osoby při řešení projektu	další řešitel
Příslušnost k organizaci	Biologické centrum AV ČR, v.v.i. Oddělení molekulární genetiky

Celé jméno	**Patzak Josef Ing. PhD.**
Role osoby při řešení projektu	odpovědný řešitel
Příslušnost k organizaci	Chmelařský institut s.r.o. Oddělení biotechnologie

Celé jméno, RČ	**Polončíková Zděnka Bc.** 715412/2734 CZ
Role osoby při řešení projektu	další pracovník
Příslušnost k organizaci	Chmelařský institut s.r.o. Oddělení genetiky a šlechtění

Celé jméno, RČ	**Vrabcová Světlana** 555206/1856 CZ
Role osoby při řešení projektu	další pracovník
Příslušnost k organizaci	Chmelařský institut s.r.o. Oddělení chemie chmele

5. Náklady za projekt celkem

Rok	ZA CELOU DOBU ŘEŠENÍ
Typ	skutečné
PROJEKT	QH81052

NÁKLADY	tis. Kč	ZDROJE	tis. Kč
18. UZNANÉ NÁKLADY	5180 Součet: 5180 tis. Kč	MZE18 - CELKEM Z MZE	4920 Součet: 4920 tis. Kč
19. - PŘÍMÉ NÁKLADY	4204 Součet: 4204 tis. Kč		
19.10. - Osobní	1744 Součet: 1744 tis. Kč	MZE19.10. Osobní z MZE	1744 Součet: 1744 tis. Kč
19.20. - Pořízení HMM	130 Součet: 130 tis. Kč	NZF18 - CELKEM Z NZF	260 Součet: 260 tis. Kč
19.30. - Pořízení NHMM	36 Součet: 36 tis. Kč	OVZ18 - CELKEM Z OVZ	0 Součet: 0 tis. Kč
19.40. - Provoz a údržba HMM	118 Součet: 118 tis. Kč		
19.50. - Služby	47 Součet: 47 tis. Kč		
19.60. - Materiál	1835 Součet: 1835 tis. Kč		
19.70. - Cestovné	288 Součet: 288 tis. Kč		
19.80. - Specifické náklady	6 Součet: 6 tis. Kč		
20. - DOPLŇKOVÉ NÁKLADY	976 Součet: 976 tis. Kč		

6. Zhodnocení průběhu řešení

Řešení projektu probíhalo po celou dobu v souladu s časovým plánem a dle schválených metodických postupů. Na řešení se podíleli všichni členové řešitelského týmu. Všechny plánované a schválené aktivity v jednotlivých letech řešení projektu byly v plném rozsahu uskutečněny.

Cílem projektu bylo vyvinout molekulárně-genetické markery odvozené od genetických elementů a sekvencí genů kodeterminujících metabolom chmele. Zdrojem specifických nových sekvencí byly expresní knihovny hlávek a lupulinových žlázek chmele, genomová a BAC knihovna, které byly získány nebo připraveny v rámci řešení projektu.

V našich experimentech jsme se nejvíce zaměřili na geny regulující syntézu sekundárních metabolitů v hlávce, regulační transkripční faktory. Provedenými skríninky jednotlivých knihoven jsme celkem sekvenčně charakterizovali sedm Myb, pět bZIP, dva bHLH, tři WRKY a jeden WD40 chmelové faktory. Sekvence byly deponovány do databáze EMBL (http://www.ncbi.nlm.nih.gov) pod přístupovými čísly: Myb 1 až 7 - AJ876882, FN646081, AM501509, FR751554, FR751555, FR873649, FR873650, bZIP 1, 2 a 4 - FN395065, AM998490, FR751556, bHLH 1 a 2 - FN646080, FR751553, WRKY1 - FR751557 a WDR1 - FN689721. Funkční analýzou vlivu jednotlivých TFs na promotorové sekvence strukturních genů byly prokázány aktivace a inhibice exprese jednotlivých genů a vzájemné interakce jednotlivých TFs. V průběhu řešení projektu jsme též skríninkem jednotlivých knihoven sekvenčně charakterizovali několik strukturních genů kodeterminujících metabolom chmele, které byly deponovány do databáze EMBL. Jednalo se o geny pro chalkón syntázu 1, 2 a 4 (FJ554585, FJ554586, FJ554587), valerophenone syntázu (FJ554588), O-methyl transferázu (FM164641, FN395066), cinnamic acid 4-hydroxylázu (FJ617541), 4-coumarate:CoA ligázu (FJ617540), endonukleázu (AM909687), isopentenyl-difosfát isomerázu 1 a 2 (HQ734719 a HQ734720), 2-C-metyl-D-erythritol-2,4-cyklodifosfát syntázu (HQ734721), leucoanthocyanidin reduktázu (HQ734722), Maf protein 1, 2 a 3, (HQ734723, HQ734724 a HQ734725) a mitogen aktivní protein kinázu (HQ734726). Dále pomocí technologie NGS (Next Generation Sequencing) na platformě GS-FLX Titanium (Macrogen, Seoul, Korea) byly získány sekvence 8 BAC klonů (3770 až 3778). Celkem tak bylo získáno 745 kb genomové sekvence obsažené celkem v 60 296 665 přečtených bazí. Na základě analýzy regulačních a strukturních elementů, ORFs, repetitivních sekvencí bylo zjištěno, že BAC sekvence nejvíce obsahovaly repetitivní sekvence retrotransposonů (Ty3/Gypsy, Ty1/Copia, CACTA). Dále byly nalezeny ORFs několika genů a promotorové sekvence transkripčních faktorů Myb1 a WRKY1. Jako další byla využita EST databáze GeneBank (http://www.ncbi.nlm.nih.gov) obsahující celkem 25 483 chmelových EST sekvencí pro identifikaci a selekci vhodných EST sekvencí pro vývoj molekulárních markerů. Tímto skríningem bylo vybráno celkem 33 mikrosatelitních SSR lokusů v 1 434 EST sekvencích.

Všechny získané genové a genomové fragmenty byly analyzovány metodami bioinformatiky, predikovány vhodné sekvence potencionálních molekulárně genetických markerů a navrženy amplifikační PCR primery pro analýzu amplifikovaného polymorfismu mezi vybranými genotypy chmele. Celkem bylo z genetických zdrojů chmele vybráno 92 genotypů (85 odrůd světového sortimentu a 7 novošlechtění) s rozdílnými hospodářskými znaky. Vybrané genotypy byly charakterizovány v polních podmínkách z hlediska chemických analýz a hospodářských znaků (Příloha č.1) dle klasifikátoru chmele. Výsledky byly zařazeny do databáze genetických zdrojů EVIGEZ (http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/). Pro další analýzy bylo též charakterizováno 116 jedinců potomstva F1 generace segregujícího křížení Taurus x Sm06 H14 11/167. Také u těchto genotypů chmele byly provedeny chemické analýzy dle metodiky a výsledná analytická data jsou uvedena v Příloze č.2. Ze všech vybraných genotypů chmele byla vyizolována vysokomolekulární DNA dle metodiky. Vyizolovaná vysokomolekulární DNA byla použita pro molekulárně-genetickou analýzu z cílem zhodnotit amplifikovaný polymorfismus jednotlivých molekulárně-genetických markerů a nalézt možné korelace potenciálních markerů s hospodářskými znaky chmele.

V rámci experimentální činnosti projektu tak byly ověřeny stovky sad kombinací primerů detekujících jednotlivé alely transkripčních faktorů, strukturních genů a repetitivních sekvencí v genomu chmele. Na základě statistického hodnocení úrovně genetického polymorfismu ve světovém sortimentu chmele, byly vybrány nejvhodnější primerové kombinace pro české odrůdy chmele a jejich spolehlivou determinaci. Primerové kombinace byly odvozeny ze sekvencí následujících genů: 3'UTR oblasti WRKY1, intronu 2 a CDS 2-C-

methyl-D-erythritol 2,4-cyclodiphosphate syntázy (CMPS), intronu 3 leucoanthocyanidin reduktázy (LAR), calcium-binding EF hand family proteinu (CaEFh, ES654725) a 5'UTR oblasti Myb1. Sada primerů WRKY1 amplifikovala celkem 11 fragmentů alel genů, sada primerů CMPS amplifikovala celkem 5 fragmentů alel genů, sada primerů LAR1 amplifikovala celkem 6 fragmentů alel genů, sada primerů CaEFh amplifikovala celkem 5 fragmentů alel genů a sada primerů pMyb1b amplifikovala celkem 8 fragmentů alel genů ve světovém sortimentu chmele. V Příloze č.3 je pak shrnut genetický polymorfismus fragmentů alel genů v českých odrůdách chmele, umožňující jejich přesnou, rychlou, specifickou a spolehlivou determinaci. Takto lze testovat jak české odrůdy, tak i vzorky odrůd světového sortimentu a šlechtitelského materiálu chmele v laboratořích šlechtitelských a kontrolních organizací. Tuto hypotézu jsme ověřili molekulárně-genetickou analýzou amplifikovaného polymorfismu ve vybraných odrůdách světového sortimentu uvedených v Příloze č.1 (viz. Příloha č.4).

Získané výsledky amplifikovaného polymorfismu nám umožnili vyhodnotit genetickou variabilitu v rámci analyzovaných odrůd chmele a jejich genealogické vztahy pomocí klusterové analýzy (Příloha č.5). Tato analýza odpovídala dříve publikovaným výsledkům a genetickým původům. Dále byla provedena korelační analýza potenciálních molekulárně-genetických markerů s hospodářskými znaky vybraných genotypů chmele. Statistickou analýzou molekulárně-genetických EST-SSR markerů bylo prokázáno, že existují statisticky prokazatelné korelace mezi některými alelami studovaných lokusů a obsahy sekundárních metabolitů v hlávce chmele. Jednalo se o alely 12 strukturních genů a transkripčních faktorů a jedné sekvence retrotransposonu (Příloha č.6). Jelikož obsahy sekundárních metabolitů v hlávce jsou mnohdy enzymaticky propojené, generovaly jednotlivé alely genů více molekulárně-genetických markerů obsahových látek chmelové hlávky. Celkem bylo nalezeno 17 markerů obsahu alfa hořkých kyselin, 2 markery obsahu beta hořkých kyselin, 12 markerů obsahu xanthohumolu, 4 markery obsahu DMX, 10 markerů obsahu kohumulonu a kolupulonu, 5 markerů obsahu myrcenu, 8 markerů obsahu humulenu, 1 markeru obsahu farnesenu a 3 markery obsahu karyofylenu (Příloha č.7). Markery obsahu alfa hořkých kyselin, xanthohumolu, kohumulonu a kolupulonu se výrazně překrývaly, což bylo způsobeno závislosti jednotlivých znaků, kterou prokázala i korelační analýza. Pro ověření jsme provedli též QTL analýzu několika potencionálních markerů v F1 populaci křížení. Tato analýza potvrdila naše získané výsledky, když molekulárně-genetické markery GPPS-SSU (malá podjednotka geranylgeranyldifosfát syntázy, FJ455406), CMPS, LAR1 a CGG2 (hypotetický protein, ES652842) prokazatelně korelovaly a štěpily v populaci v závislosti na obsahu xanthohumolu a alfa hořkých kyselin. Tyto geny, jako i ostatní nalezené markery, jsou tak prokazatelně napojeny na produkci a biosyntetické dráhy sekundárních metabolitů.

Na základě výsledků projektu byla vypracována souhrnná certifikovaná metodika využití molekulárně-genetických markerů pro šlechtění a kontrolu chmele. Vypracovaná metodika bude oponována, certifikovaná a připravena pro tisk a uplatnění v agrárním sektoru. Dále je připravený návrh užitného vzoru využití 5 molekulárně-genetických markerů pro kontrolu a determinaci českých odrůd chmele. Výsledky projektu umožní využít moderní biotechnologické metody v rámci selekce podle molekulárních markerů (MAS) v klasickém šlechtění, jež urychlí a zefektivní tvorbu nových odrůd s přesně definovanými vlastnostmi reagujícími na potřeby trhu a agrárního sektoru. Výsledky studia genů a vývoje markerů mohou být v budoucnu též využity pro tvorbu a kontrolu GMO.

7. Přílohy

Viz. str. 11

8. Dosažené výsledky

Výsledky byly publikovány v zahraničních a odborných periodikách:

Matoušek J., Kocábek T., Patzak J., Škopek J., Fussy Z., Orctová L., Krofta K., Stehlík, J., Heyerick A., Maloukh L. , Roldán-Ruiz I., De Keukeleire, D.: Cloning and molecular analyses of hop transcription regulation factors. *Acta Hort.* **848:** 41-48, 2009.

Patzak, J., Matoušek, J.: Gene specific molecular markers for hop (*Humulus lupulus* L.). *Acta Hort*. **848:** 73-80, 2009.

Matoušek, J., Kocábek, T., Patzak, J., Stehlík, J., Füssy, Z., Krofta, K., Heyerick, A., Roldán-Ruiz, I., Maloukh, L., De Keukeleire, D.: Cloning and molecular analysis of HlbZip1 and HlbZip2 transcription factors putatively involved in the regulation of the lupulin metabolome in hop (Humulus lupulus L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **58:** 902-912, 2010.

Patzak J., Matoušek, J.: Development and evaluation of expressed sequence tag-derived microsatellite (EST-SSR) markers for genotyping of hop (Humulus lupulus L.). *Biologia Plantarum* **55:** 761-765, 2011.

Krofta K., Patzak J.: Investigation of Czech hop varieties authenticity by means of chemical and genetic analyses. *Kvasný průmysl* **57:** 296-304, 2011.

Matoušek, J., Patzak, J., Kocábek, T., Füssy, Z., Stehlík, J., Orctová, L., Duraisamy, G.S.: Functional analyses of lupulin gland-specific regulatory factors from WD40, bHLH and Myb families of hop (Humulus lupulus L.) show formation of crucial complexes activating chs_H1. *Brewing Science* **64:** 151-155, 2011.

Matoušek J., Kocábek T., Patzak J., Füssy Z., Procházková J., Heyerick A.: Combinatorial analysis of lupulin gland transcription factors from R2R3Myb, bHLH and WDR families indicates a complex regulation of chs_H1 genes essential for prenylflavonoid biosynthesis in hop (*Humulus lupulus* L.). *BMC Plant Biol.* **12:**27, 2012.

Matoušek J.: „Transgenní“ metabolom chmelu, některé aspekty jeho přípravy a perspektivy využití. *Kvasný Průmysl* **58:** 13-19, 2012.

Patzak, J., Henychová A., Nesvadba V., Krofta K.: Study of molecular markers for xanthohumol and DMX contents in hop (Humulus lupulus L.) by QTLs mapping analysis. *Brewing Science* **65:** 96-102, 2012.

Krofta K., Patzak J.: Determining the authenticity of Czech hop varieties via chemical and molecular genetics analyses/ Zjišťování autenticity českých odrůd chmele pomocí chemických a molekulárně-genetických analýz. s. 12-20. CZECH HOPS 2012 / ČESKÝ CHMEL 2012. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2012. ISBN 978-80-7434-072-7.

Nesvadba V., Polončíková Z., Henychová A., Krofta K., Patzak J.: Atlas českých odrůd chmele. CHI Žatec, 2012. ISBN 978-80-87357-11-8

Füssy, Z., Patzak, J., Stehlík, J., Matoušek, J.: Disbalance in expression of hop (Humulus lupulus) chalcone synthase H1 and its regulators during hop stunt viroid pathogenesis. – *J. Plant Physiol.*, zasláno a přijato do tisku.

Nesvadba V., Brynda, M., Henychová A., Ježek, J., Kořen, J., Krofta K., Patzak J., Malířová I., Polončíková Z., Svoboda, P., Vostřel, J., Valeš, V.: Vývoj a tradice českých chmelových odrůd. Žatec, Chmelařský institut, 2013. ISBN: 978-80-87357-11-8, připraveno do tisku

Výsledky řešení projektu byly též prezentovány na mezinárodních konferencích:

Patzak, J., Matoušek, J.: Gene specific molecular markers for hop (Humulus lupulus L.). 2nd ISHS International Symposium, 1-5 September 2008, Ghent, Belgium, p. 33, 2008.

Matoušek, J., Škopek, J., Kocábek, T., Patzak, J., Orctová, L., Fussy, Z., Krofta, K., Heyerick, A, Maloukh, L., Roldán-Ruiz, I.,De Keukeleire, D.: Cloning and molecular analyses of hop transcription regulation factors. 2nd ISHS International Symposium, 1-5 September 2008, Ghent, Belgium, p. 17, 2008.

Matoušek, J., Kocábek, T., Patzak, J., Orctová, L., Krofta, K.: Functional analysis of hop (*Humulus lupulus* L.) regulatory factors from BZIP and BHLH families in transient expression systems. – In: Proceedings of the Scientific Commission, León, Spain, 21-25 June 2009, Scientific Commission of the International Hop Growers Convention, Hüll, Germany, p.44-48, 2009.

Patzak, J., Matoušek, J.: Characterization of new genes in hop (*Humulus lupulus* L.). – In: Proceedings of the Scientific Commission, León, Spain, 21-25 June 2009, Scientific Commission of the International Hop Growers Convention, Hüll, Germany, p.40-43, 2009.

Matoušek, J., Patzak, J., Kocábek, T., Podzimek, T., Stehlík, J., Füssy, Z.., Matoušek, J., Heyerick, A., Orctová, L.: Hop (*H. lupulus*) as a source of anticancerogenic pharmaceuticals and antitumorogenic nuclease. – In: Recent advances in plant biotechnology /8./ New developments in green gene technology, Szeged, Hungary, 1-4 September 2009, Biological Research Center, Hungarian Academy of Sciences, Szeged, Hungary, p.32-33, 2009.

Füssy, Z., Stehlík, J., Heyerick, A., Matoušek, J.: Hop stunt viroid causes disbalance in the expression of putative transcription factors involved in the biosynthesis of medicinal secondary metabolites. – In: Recent advances in plant biotechnology /8./ New developments in green gene technology, Szeged, Hungary, 1-4 September 2009, Biological Research Center, Hungarian Academy of Sciences, Szeged, Hungary, p.52-53, 2009.

Kocábek, T., Stehlík, J., Orctová, L., Matoušek, J.: Cloning and tissue specificity of promoters regulating expression of crucial factors involved in biosynthesis of medicinal compounds in hop. – In: Recent advances in plant biotechnology /8./ New developments in green gene technology, Szeged, Hungary, 1-4 September 2009, Biological Research Center, Hungarian Academy of Sciences, Szeged, Hungary, p.58-59, 2009.

Matoušek, J., Füssy, Z., Patzak, J., Kocábek, T., Stehlík, J., Orctová, L., Krofta, K., Heyerick, A.: Charakterizace a molekulární analýza chmelových regulačních faktorů typu Myb, bHLH, WD40 a bZIP ve vztahu k produkci lupulinu a biologicky aktivních prenylflavonoidů. In: 12. Konference Experimentální Biologie Rostlin, Praha, Czech Rep., September 14-17, 2010, p. 122.

Kocábek, T., Matoušek, J., Orctová, L., Füssy, Z., Stehlík, J.: Funkční analýza genů pro transkripční faktory chmelu (Humulus lupulus L.) podílející se na regulaci produkce sekundárních metabolitů v lupulinových žlázkách. In: 12. Konference Experimentální Biologie Rostlin, Praha, Czech Rep., September 14-17, 2010, p. 137.

Patzak J., Matoušek, J.: Analysis of molecular genome sequence variability in connection to genetic diversity and breeding of hop. EBC Hop Symposium, Wolnzach, Germany, September 12-14, p. 25, 2010.

Fussy, Z., Stehlík, J., Patzak, J., Matoušek, J.: Hop stunt viroid (HSVd) disease causes, alteration of expression of hop transcription factors from Myb, bHLH and WRKY families. Proceedings of Scientific Commission of IHGC, Lublin, Poland, June 19-23, p. 59, 2011.

Kocábek, T., Matoušek, J.: Complemantation analysis of hop trancription factors using Arabidopsis thaliana genes in transient systém and transgenotes. Proceedings of Scientific Commission of IHGC, Lublin, Poland, June 19-23, p. 58, 2011.

Matoušek, J., Patzak, J., Kocábek, T., Fussy, Z., Stehlík, J., Orctová, L., Durajsamy, G.: Functional analyses of lupulin gland-specific regulatory factors from WD40, bHLH and Myb families of hop (Humulus lupulus L.) show formation of crucial complexes activating chs_H1 genes. Proceedings of Scientific Commission of IHGC, Lublin, Poland, June 19-23, p. 54-57, 2011.

Patzak J.: Molecular mapping of QTLs for xanthohumol and DMX contents in hop. Proceedings of Scientific Commission of IHGC, Lublin, Poland, June 19-23, p. 40-44, 2011.

Füssy, Z., Matoušek, J., Selinger, M., Patzak, J., Steger, G.: HSVd pathogenesis involves a disbalance of hop regulatory genes. In: III International Humulus Symposium, Book of Abstracts, 9-14 September 2012, Žatec, Czech republic, p.47. 2012.

Kocábek, T., Matoušek, J.: Functional and complementation analysis of hop genes in heterologous systems. In: III International Humulus Symposium, Book of Abstracts, 9-14 September 2012, Žatec, Czech republic, p.30, 2012.

Matoušek, J.: Molecular background putatively involved in regulation of lupulin gland metabolome-results and prospects. In: III International Humulus Symposium, Book of Abstracts, 9-14 September 2012, Žatec, Czech republic, p.21, 2012.

Matoušek, J., Kocábek, T., Patzak, J., Füssy, Z., Uhlířová, K., Pech, D., Duraisamy, G.S.: Complex regulation of omt1 gene, implication of hop transcription factor HlWRKY1. In: III International Humulus Symposium, Book of Abstracts, 9-14 September 2012, Žatec, Czech republic, p.29, 2012.

Výsledky byly dále zpracovány do aplikovaných výstupů:

Patzak J., Matoušek J: Metodika využití molekulárně-genetických markerů sekvencí genů a genetických elementů ve šlechtění a managementu chmele (*Humulus lupulus*). *Certifikovaná metodika*, 2013

Patzak J., Matoušek J: Kombinace sad primerů pro detekci genetického polymorfismu českých odrůd chmele a jejich determinaci. *Užitný vzor*, 2013

9. Popis uplatnění

Zavádění nových technologických a inovačních postupů je nezbytným předpokladem pro udržení konkurenceschopnosti agrárního sektoru v nových podmínkách EU. Využití biotechnologií v moderním šlechtění je jednou z cest jak zlepšit využívání biologického potenciálu produkčních organismů.

Využití molekulárně genetických metod ve šlechtitelském procesu a k hodnocení genových zdrojů je v současnosti nejúčinnější metodou charakterizace jednotlivých genotypů. Molekulárně-genetické markery zaujímají v těchto aplikacích nezastupitelné místo. Hlavním přínosem jejich využití je přesná charakterizace genotypů chmele, jež v budoucnu povede ke zkrácení tvorby a zvýšení efektivnosti šlechtitelského procesu nových odrůd chmele. Na základě získaných sekvencí jsme odvodili molekulárně-genetické markery kodeterminující metabolom chmele, využitelné jako efektivní markerovací systém, kvalitativně vyšší úrovně pro hospodářské znaky chmele ve šlechtitelském procesu. Molekulárně-genetické markery tak vyhovovují novým potřebám klasického šlechtění v rámci selekce podle molekulárních markerů (MAS – marker assisted selection) a pro budoucí tvorbu a kontrolu GMO.

Uplatnění naleznou molekulárně-genetické markery i v kontrolních mechanismech čistoty a uniformity odrůd, při hodnocení genetické variability, biodiversity a genealogických vztahů mezi jednotlivými genotypy chmele.

Získané genové sekvence jsou také novým vědeckým poznatkem, přispívajícím do celosvětových znalostí rostlinných genomů a obecných regulačních mechanismů metabolismu rostlin.

Příloha č.1. Soubor charakterizovaných genotypů světového sortimentu chmele na hospodářské znaky pro korelační analýzy s molekulárně-genetickými markery

Odrůda	Obsah			Obsah			
	α-acids	β-acids	α/β ratio	cohumulone	colupulone	xanthohumol	DMX
	[% of DW]	[% of DW]		[% of α-acids]	[% of β-acids]	[% of DW]	[% of DW]
Kirin II	3,5	4,5	0,7	48	70	0,29	0,04
Northdown	8,5	5,2	1,6	27	50	0,3	0,04
Willamete	5	3,5	1,5	32	63	0,35	0,04
Buket	8	3,5	2,3	24	54	0,45	0,1
Challenger	7,8	4,2	1,9	23	51	0,45	0,15
Target	11,1	4,2	2,6	37	61	0,7	0,04
Perle	7	4	1,6	30	54	0,4	0,06
Eroica	12	4,7	2,5	40	64	0,33	0,07
Golden Star	3,7	4,6	0,7	48	69	0,4	0,08
Galena	13	8	1,6	40	65	0,6	0,07
Bobek	5,3	5,1	1,1	30	51	0,45	0,09
Chinook	13	3,5	3,6	32	54	0,5	0,05
Nugget	13	5	2,6	26	56	0,6	0,08
Estera	4	6,8	0,6	29	42	0,35	0,04
Blisk	6	3	2	37,5	61	0,5	0,08
Serebjanka	3,5	5,5	0,6	23	42	0,2	0,05
Izabela	8,5	9,9	0,8	29	55	0,29	0,03
Striesselspalt	4,5	4,7	0,9	23	41	0,36	0,07
Magnum	13,5	5	2,4	27	46	0,37	0,11
Marynka	10	11,7	0,85	26	54	0,52	0,05
Southern Brewer	10	4	2,5	39	66	0,6	0,06
Hallertau Tradition	6	4,5	1,5	27,5	48	0,35	0,05
Mt. Hood	6	6	1	22	46	0,27	0,09
Taurus	15,5	5	3	24	47	0,8	0,04
Yeoman	10	4	2,5	27	49	0,73	0,06
Spalter Select	5	4	1,2	23	43	0,3	0,05
Comet	7	3	2	43	68	0,74	0,04
Crystal	3,5	5,5	0,6	23	44	0,3	0,07
Cenntenial	10,5	4	2,6	30	52	0,51	0,04
Hallertau	4,5	4,5	1	23	40	0,34	0,07
Lubelski	4,7	9,9	0,5	28	47	0,28	0,08
Savinský Golding	4,5	2,7	1,7	30	50	0,29	0,04
Northern Brewer	8,4	4	2,1	30	51	0,66	0,1
Fuggle	4,8	2,5	1,9	27	51	0,37	0,05
Golding	5,5	2,2	2,1	25	51	0,45	0,04
Tetnang	4,6	4,6	1	27	45	0,37	0,08
Nadwislavsky	3,8	8,5	0,45	31	43	0,3	0,06
Bramling Cross	6	3	2	27	51	0,27	0,06
Hersbruck	3,5	5	0,7	21	38	0,27	0,04
Spalt	5	4,9	1	26	43	0,33	0,07
Liberty	4	3,5	1,1	27	57	0,35	0,08
Backa	3,7	4,8	0,7	24	41	0,24	0,06

Odrůda	Obsah			Obsah			
	α-acids	β-acids	α/β ratio	cohumulone	colupulone	xanthohumol	DMX
	[% of DW]	[% of DW]		[% of α-acids]	[% of β-acids]	[% of DW]	[% of DW]
Ringwood Special	5,5	5,5	1	43	61	0,15	0,07
Pride of Ringwood	8,5	5	1,7	36,5	52	0,42	0,06
Cascade	6	6	1	36	58	0,41	0,12
Atlas	8,5	3,7	2,3	37	62	0,5	0,1
Smooth Cone	11	6,8	1,8	39	55	0,49	0,06
Late Cluster	7	5	1,5	40	64	0,26	0,04
Aurora	9,5	3,8	2,5	24	52	0,51	0,08
Brewers Gold	6,5	3,3	1,9	45	67	0,65	0,06
Callicross	10,5	7	1,5	41	57	0,44	0,05
Sládek	6,5	7,5	0,9	27	47	0,57	0,11
Premiant	10	4,5	2,2	21	42,5	0,34	0,07
Vojvodina	6,5	5,8	1,3	30	58	0,39	0,09
Osvald clone 72	3,5	5	0,7	25	41	0,26	0,07
Bor	9	5	1,8	23,5	46	0,35	0,06
Agnus	14	7,5	1,8	36	57	0,85	0,09
Cicero	8	3	2,6	27	50	0,32	0,04
Celeia	6	2,8	2,1	28	55	0,21	0,05
Merkur	14,5	5,5	2,5	20	43	0,3	0,09
Columbus	16	5,2	3	32	54	0,57	0,04
Zenith	10	3	3,3	25	51	0,39	0,07
Sterling	4,5	5,5	0,8	23	44	0,28	0,07
Santiam	6,3	7,8	0,8	22	45	0,28	0,1
Glacier	5,5	8,2	0,7	15	35	0,27	0,09
Horizon	13	7,5	1,7	19	40	0,52	0,12
Vanguard	5,7	6,5	0,9	15	37	0,38	0,09
Outeniqua	12,5	4,5	2,7	29	52	0,34	0,05
Sybilla	9,5	5,9	1,6	26	53	0,53	0,09
Southern Star	13	5	2,6	31	50	0,8	0,1
Phoenix	9,35	4,83	1,94	25	50	0,6	0,06
First Gold	8,5	4	2,1	30	55	0,48	0,07
Kazbek	6,5	5	1,1	35	60	0,4	0,14
Ametyst	4,5	5,5	0,8	23	40	0,25	0,06
Bohemie	8,5	8,5	1	25	45	0,5	0,1
Vital	15	10	1,5	23	47	0,91	0,27
Rubín	11	4	2,5	30	50	0,51	0,06
Harmonie	6,5	6,5	1	20	37	0,56	0,07
Herkules	15,56	5,23	3	33	51	0,83	0,05
Smaragd	4,1	3,92	1	16	29	0,28	0,04
Opal	7,92	3,36	2,4	32,5	48	0,48	0,02
Saphir	4	6,6	0,6	17	43	0,43	0,04
Admiral	15,28	6,23	2,5	41	61	1,13	0,07
Alma	12,49	5,64	2,2	26	45	0,41	0,08
Iunga	14,82	7,62	1,9	31,5	48	1,03	0,08
Nšl.4849	12,86	7,39	1,74	25,97	47	0,68	0,19
Nšl.4914	12,62	6,81	1,86	31	49	0,74	0,13

Odrůda	Obsah			Obsah			
	α-acids [% of DW]	β-acids [% of DW]	α/β ratio	cohumulone [% of α-acids]	colupulone [% of β-acids]	xanthohumol [% of DW]	DMX [% of DW]
Nšl.4915	13,04	5,99	2,18	27,5	48,5	0,6	0,1
Nšl.4932	11,33	4,45	2,55	26	46	0,4	0,1
Nšl.4964	12,74	7,12	1,79	25,5	47,5	0,67	0,17
Nšl.5166	15,26	5,79	2,64	24	48,5	0,84	0,08
Nšl.5196	9,7	3,97	2,44	28	54,5	0,69	0,07

Odrůda	Obsah					Rezistence k		Výnos	Barva
	total oils [% of DW]	myrcene [% of oils]	humulene [% of oils]	farnesene [% of oils]	caryophylene [% of oils]	PE	PA	[t.ha^{-1}]	révy
Kirin II	0,6	30	40	0	13	2	3	0,9	Č
Northdown	2	27	42	0,8	15	4	2	1,7	Z
Willamete	1,2	50	25	5,5	7,5	4	3	1,6	Z
Buket	2,1	44	22	5,5	7,5	3	4	1,9	Z-Č
Challenger	1,3	37	27	1,5	9	5	4	1,8	F
Target	2	50	20	0	9	1	5	1,7	F
Perle	1,1	23	35	0	9	4	3	1,9	Z
Eroica	1,1	60	1	0	10	3	2	2,5	Z-Č
Golden Star	0,6	35	38	0	12	3	3	1,1	Č
Galena	1,1	57	12	0	5	2	2	2,2	Z-Č
Bobek	2	52	16	5,5	5	3	4	2	Z-Č
Chinook	2	37	22	0	10	4	2	2,3	Č
Nugget	2	56	17	0	8,5	3	4	2,1	Z-Č
Estera	1,2	34	39	0	12	3	3	1,8	Z
Blisk	2,2	45	12	18	6	2	3	2,2	Z
Serebjanka	0,7	40	27	14	9	3	3	1	Č
Izabela	2	42	29	0	10	3	3	2,8	Z-Č
Striesselspalt	0,7	25	20	0,8	9	3	3	1,7	Z-Č
Magnum	2	31	36	0,8	9	4	2	2,2	Z
Marynka	2	31	33	2	11	2	2	2,2	Z
Southern Brewer	0,8	41	19	4	9	3	3	1,7	Č-F
Hallertau Tradition	1,2	23	50	0,5	13	5	3	1,7	Z-Č
Mt. Hood	1,2	50	25	0,5	10	4	3	1,8	Z-Č
Taurus	1,4	30	23	0	8	3	2	2,2	Z-Č
Yeoman	1,7	35	26	0	13	3	1	1,7	Č-F
Spalter Select	0,7	20	20	20	9	4	3	1,95	Č
Comet	0,8	58	1	0	6	2	2	1,8	Z-Č
Crystal	1,2	52	21	0,5	6	2	2	1,6	Z-Č
Cenntenial	1,8	50	15	0,5	6,5	4	3	1,85	Z-Č
Hallertau	0,8	27	48	0	13	3	3	1,2	Z-Č
Lubelski	1,1	23	42	1,5	10	3	3	1,7	Z-Č
Savinský Golding	1	32	33	7	10,5	3	4	1,7	Z-Č
Northern Brewer	1,7	35	30	0	10	2	1	1,8	F
Fuggle	1,1	26	37	6	12	4	3	1,35	Z-Č

Odrůda	Obsah					Rezistence k		Výnos	Barva
	total oils [% of DW]	myrcene [% of oils]	humulene [% of oils]	farnesene [% of oils]	caryophylene [% of oils]	PE	PA	[t.ha^{-1}]	révy
Golding	0,8	30	41	0	13	1	2	1,3	Z-Č
Tetnang	0,8	23	24	15	9	3	3	1,4	Č
Nadwislavsky	1,3	34	37	1	9	3	3	1,5	Z-Č
Bramling Cross	1	37	30	0,8	16	2	2	1,7	Z
Hersbruck	0,7	20	25	0	11	2	3	1,7	Z-Č
Spalt	0,7	42	25	12	9	3	3	1	Č
Liberty	0,9	37	37	0,5	10,5	4	3	1,5	Z-Č
Backa	0,7	30	32	0,5	10	2	2	1,6	Z-Č
Ringwood Special	1,6	39	19	8	8	2	2	1,6	Z-Č
Pride of Ringwood	1,5	37	5,5	0,8	7,5	2	2	2,5	Č-F
Cascade	1,2	52	13	6	5	4	3	1,8	Z-Č
Atlas	2	38	16	15	6	2	2	2,1	Č
Smooth Cone	1,4	48	21	0	6,5	2	3	1,3	Č-F
Late Cluster	0,6	50	16,5	0	6,5	1	2	2	Č-F
Aurora	1,2	45	24	7,5	6	4	4	2,4	Č
Brewers Gold	2	38,5	25	0	7,5	2	2	2,2	Z-Č
Callicross	1,1	52	19	0	6,5	1	3	1,2	Č-F
Sládek	1,8	45	25	0	9	3	3	2,5	Z
Premiant	1,5	42	30	1,8	9	3	3	2,5	Z
Vojvodina	1,1	32	32	0,5	10	3	3	1,8	F
Osvald clone 72	0,5	39	20	16	5,9	3	3	1,1	Č
Bor	1,2	42	30	0	9,5	3	3	2	Č
Agnus	2,5	50	17	0,2	9	3	3	2,3	Z
Cicero	1,7	33	26	5	9	3	2	2,1	Č
Celeia	2,1	34	20,5	5	8,5	4	4	1,9	Z-Č
Merkur	2,2	32	32	0	9	4	4	2	Z
Columbus	2,5	33	18	0,5	9,5	1	3	2,8	Z
Zenith	1,7	52	18	0	7	4	5	1,7	Č
Sterling	0,9	46	22	15	6	3	3	1,5	Č
Santiam	1,4	36	23	14,5	7	4	2	1,7	Č
Glacier	1,2	47	30	0	8,5	2	2	2,8	Z-Č
Horizon	2	67	9	2,5	5,5	1	2	2,1	Z-Č
Vanguard	1	23	47	0	13	3	2	1,6	Z-Č
Outeniqua	1,6	40	30	0	9,5	2	2	2	Č-F
Sybilla	1,5	30	42	6	10	2	2	2	Č
Southern Star	1,6	39	22	12	14	2	1	2,5	Z-Č
Phoenix	2	25	30	1,5	9	2	4	1,5	Č
First Gold	1	36	19	2	6	2	4	1,7	Z-Č
Kazbek	1,5	45	30	0,9	13	3	3	3	Z-Č
Ametyst	0,7	35	17	18	6	3	3	2,5	Č-F
Bohemie	2	45	16	2,5	9	3	3	2,5	Č
Vital	2	50	5	3	7	3	3	2,2	Z
Rubín	1,5	40	16	0,5	8	3	3	2,2	Č-F
Harmonie	1,5	35	15	0,5	8	3	3	2,4	Č
Herkules	0,28	53,86	13,8	0,36	7	4	3	2,2	Z

Odrůda	Obsah					Rezistence k		Výnos	Barva
	total oils [% of DW]	myrcene [% of oils]	humulene [% of oils]	farnesene [% of oils]	caryophylene [% of oils]	PE	PA	[t.ha^{-1}]	révy
Smaragd	0,13	37,3	10,68	1,89	7	4	2	1,8	Z-Č
Opal	0,21	54,32	13,84	0,55	4,64	4	4	1,9	Z
Saphir	0,8	35	12	0,5	25	3	4	1,7	Z-Č
Admiral	0,25	45,07	11,95	1,35	8	3	3	1,8	F
Alma	1,03	32,5	13,9	1,93	19,6	3	3	0,8	Z-Č
Iunga	0,55	40,36	13,25	1,24	23,17	3	3	1,5	Z
Nšl.4849	2,01	43,71	10,57	4,51	3,59	3	3	1,3	Z-Č
Nšl.4914	2,22	35,75	8,21	0,53	21,79	3	3	1,3	Z-Č
Nšl.4915	2,05	37,01	6,54	2,15	19,31	3	3	1,8	Z-Č
Nšl.4932	2,01	43,13	8,21	0,4	26,8	3	3	1,5	F
Nšl.4964	1,83	40,3	10,54	4,89	4,99	3	3	1,4	Z-Č
Nšl.5166	1,18	49,7	3,45	18,4	3,68	3	3	1,4	Č
Nšl.5196	0,69	29,9	8,12	3,47	9,24	3	3	1,25	Č

Poznámka: PE - peronospora chmelová, PA - padlí chmelové, Z - zelená, Č - červená, F - fialová

Příloha 2. Chemotaxonomické znaky 116 jedinců F1 potomstva křížení Taurus x Sm06 H14 11/167.

genotyp		alfa kys. (% DW)	beta kys. (% DW)	poměr alfa/beta	kohumul. (% rel.)	kolupul. (% rel.)	xanthohum (% DW)	poměr X/a .10^2	DMX (% rel.)	poměr X/DMX
13	39	0,65	0,32	2,03	26,9	64	0,89	136,92	0,06	14,83
13	40	13,82	4,43	3,12	25,2	45	0,86	6,22	0,05	17,20
13	84	12,93	3,92	3,30	25,6	47,2	0,85	6,57	0,07	12,14
13	94	13,78	5,87	2,35	17,8	36,5	0,92	6,68	0,05	18,40
13	100	11,87	3,67	3,23	20,1	45,7	1,16	9,77	0,13	8,92
13	102	13,01	4,55	2,86	30,6	52	0,38	2,92	0,1	3,80
13	120	14,58	4,98	2,93	23,2	42,9	1,18	8,09	0,11	10,73
13	121	0,91	0,41	2,22	30,1	65,4	0,7	76,92	0,04	17,50
13	123	16,97	6,86	2,47	25,7	47,7	1	5,89	0,07	14,29
13	124	10,72	3,57	3,00	22,5	46,4	0,45	4,20	0,1	4,50
13	135	1,92	0,68	2,82	23,7	50,6	0,72	37,50	0,05	14,40
13	136	0,75	0,35	2,14	27,3	54,8	0,97	129,33	0,05	19,40
13	138	14,23	4,31	3,30	22,3	48,6	0,95	6,68	0,13	7,31
13	141	13,93	4,65	3,00	17,4	39	0,73	5,24	0,1	7,30
13	142	12,27	3,8	3,23	20,7	43,9	0,66	5,38	0,11	6,00
13	148	1,51	0,64	2,36	25,3	59,2	0,98	64,90	0,13	7,54
13	150	16,31	5,4	3,02	20,2	38,9	0,88	5,40	0,07	12,57
13	151	12,53	4,42	2,83	25,3	44,7	0,79	6,30	0,09	8,78
13	152	0,6	0,31	1,94	25,8	64,2	0,62	103,33	0,07	8,86
13	154	9,92	3,46	2,87	20,8	45,4	0,56	5,65	0,06	9,33
13	157	9,44	3,11	3,04	25,4	51,5	0,51	5,40	0,07	7,29
13	158	16,18	6,7	2,41	21,6	38	0,88	5,44	0,11	8,00
13	166	1,02	0,42	2,43	29,6	62,8	0,81	79,41	0,06	13,50
13	179	0,46	0,21	2,19	33,3	64,8	0,73	158,70	0,06	12,17
13	181	16,68	5,333	3,13	24	47,1	1,18	7,07	0,09	13,11
13	183	0,85	0,36	2,36	27,1	62,8	0,97	114,12	0,09	10,78
13	189	0,29	0,68	0,43	56,7	82,3	1,03	355,17	0,05	20,60
13	193	12,82	4,66	2,75	24,2	43,5	0,94	7,33	0,08	11,75
13	194	15,35	5,28	2,91	29,7	53,8	1,01	6,58	0,09	11,22
13	197	14,71	5,88	2,50	25,2	48,7	0,55	3,74	0,11	5,00
13	206	13,78	4,55	3,03	26,5	51,9	0,63	4,57	0,1	6,30
13	211	17,19	5,87	2,93	21	47,3	0,84	4,89	0,07	12,00
13	216	12,36	3,58	3,45	29,8	52,4	0,51	4,13	0,09	5,67
13	223	16,36	7,69	2,13	23,8	44,1	0,68	4,16	0,1	6,80
13	224	10,22	4,07	2,51	22,9	44,5	0,41	4,01	0,06	6,83
13	230	0,62	0,26	2,38	24,7	63,3	0,96	154,84	0,05	19,20
13	236	15,22	5,77	2,64	25,2	42,5	0,89	5,85	0,09	9,89
13	237	13,94	5,46	2,55	26,5	46,2	0,63	4,52	0,05	12,60
13	238	11,94	4,42	2,70	28	48,7	0,57	4,77	0,09	6,33
14	18	13,27	4,94	2,69	21,7	42,8	1,16	8,74	0,07	16,57
14	20	12,5	3,92	3,19	25,2	52,5	0,5	4,00	0,06	8,33
14	26	12,92	5,21	2,48	21,5	44,3	0,67	5,19	0,06	11,17
14	27	11,48	3,93	2,92	21,4	43,8	0,52	4,53	0,06	8,67

genotyp		alfa kys. (% DW)	beta kys. (% DW)	poměr alfa/beta	kohumul. (% rel.)	kolupul. (% rel.)	xanthohum (% DW)	poměr X/a .10^2	DMX (% rel.)	poměr X/DMX
14	29	17,04	5,75	2,96	23,9	44,4	0,76	4,46	0,1	7,60
14	33	1,1	0,51	2,16	28,7	56,4	0,45	40,91	0,03	15,00
14	36	17,7	6,2	2,85	26,4	44,9	0,73	4,12	0,09	8,11
14	59	0,19	0,09	2,11	43	62	0,57	300,00	0,03	19,00
14	61	15,11	6,96	2,17	27,7	47,5	0,97	6,42	0,07	13,86
14	67	13,49	4,21	3,20	24,7	43,3	0,77	5,71	0,06	12,83
14	72	12,17	4,34	2,80	26	55,5	0,95	7,81	0,07	13,57
14	74	12,28	4,7	2,61	23,6	49,5	1,1	8,96	0,09	12,22
14	75	16,63	7,21	2,31	23,8	47,7	0,68	4,09	0,08	8,50
14	78	11,08	3,78	2,93	18,1	41,3	1,09	9,84	0,08	13,63
14	83	0,77	0,46	1,67	13,8	60,6	0,81	105,19	0,05	16,20
14	85	16,14	4,6	3,51	31,4	54,2	0,68	4,21	0,09	7,56
14	89	10,14	3,7	2,74	19,5	42	0,81	7,99	0,08	10,13
14	94	15,11	5,31	2,85	26,1	46,6	0,56	3,71	0,08	7,00
14	113	0,36	0,25	1,44	28,9	62,7	0,76	211,11	0,06	12,67
14	122	13,99	4,37	3,20	22	45,9	0,57	4,07	0,06	9,50
14	123	0,59	0,31	1,90	25,6	64,2	0,48	81,36	0,07	6,86
14	125	14,2	5,58	2,54	21,8	49,5	0,63	4,44	0,11	5,73
14	129	15,7	4,41	3,56	22,6	46,9	0,99	6,31	0,08	12,38
14	158	0,61	0,25	2,44	28,4	61,6	0,54	88,52	0,02	27,00
14	159	1,11	0,48	2,31	26,4	57,5	0,58	52,25	0,08	7,25
14	166	14,32	5,33	2,69	23,6	43,6	0,87	6,08	0,06	14,50
14	175	0,73	0,33	2,21	25,3	59,7	0,61	83,56	0,04	15,25
14	178	1,67	0,74	2,26	27,8	55,2	0,47	28,14	0,05	9,40
14	181	13,8	5,4	2,56	23,8	45,6	0,74	5,36	0,13	5,69
14	188	1,08	0,69	1,57	25,6	68,8	0,99	91,67	0,08	12,38
14	191	0,22	0,11	2,00	58	76,7	0,66	300,00	0,05	13,20
14	193	0,81	0,33	2,45	28,4	59,8	0,56	69,14	0,05	11,20
14	202	11,18	4,1	2,73	16,2	38,7	0,88	7,87	0,08	11,00
14	210	0,57	0,34	1,68	25,2	54,8	0,8	140,35	0,04	20,00
14	211	12,53	3,46	3,62	22,3	46,3	0,63	5,03	0,06	10,50
14	213	16,03	6,86	2,34	20,6	41,9	1,2	7,49	0,06	20,00
14	215	0,87	0,31	2,81	24,6	60,4	0,51	58,62	0,04	12,75
14	220	10,82	3,67	2,95	23,4	45,7	1,14	10,54	0,13	8,77
14	227	0,86	0,49	1,76	25,9	68,2	0,96	111,63	0,08	12,00
14	230	12,82	6,05	2,12	23,1	42,5	0,98	7,64	0,09	10,89
14	235	13,6	6,2	2,19	23,3	40,9	0,87	6,40	0,06	14,50
15	88	14,56	5,02	2,90	26,9	52,9	1,09	7,49	0,08	13,63
15	89	9,16	3,23	2,84	26,5	53	0,62	6,77	0,1	6,20
15	93	7,95	3,05	2,61	19,7	41,6	0,72	9,06	0,05	14,40
15	97	0,77	0,42	1,83	24,8	61,1	0,51	66,23	0,06	8,50
15	103	12,82	5,16	2,48	25,6	51,9	0,69	5,38	0,15	4,60
15	110	17,22	5,32	3,24	21	41,6	0,91	5,28	0,16	5,69
15	122	17,51	5,71	3,07	27	51,2	0,97	5,54	0,14	6,93
15	131	16,84	5,46	3,08	22,5	41,8	0,93	5,52	0,09	10,33
15	133	0,98	0,46	2,13	26,9	59,4	1,38	140,82	0,16	8,63

genotyp		alfa kys. (% DW)	beta kys. (% DW)	poměr alfa/beta	kohumul. (% rel.)	kolupul. (% rel.)	xanthohum (% DW)	poměr X/a .10^2	DMX (% rel.)	poměr X/DMX
15	136	0,65	0,44	1,48	29,2	68	0,72	110,77	0,09	8,00
15	139	14,89	4,97	3,00	19,9	42,3	1,34	9,00	0,11	12,18
15	145	14,37	4,83	2,98	16,6	35,4	0,75	5,22	0,1	7,50
15	146	13,94	4,59	3,04	26,4	47,5	0,49	3,52	0,07	7,00
15	160	0,8	0,36	2,22	26,9	55,6	0,58	72,50	0,09	6,44
15	161	15,01	5,18	2,90	23,9	47	0,49	3,26	0,1	4,90
15	179	16,23	7,63	2,13	19,8	38,6	0,91	5,61	0,11	8,27
15	186	15,61	5,34	2,92	25,6	46	0,71	4,55	0,1	7,10
15	187	16,12	5,74	2,81	23	48,8	0,56	3,47	0,09	6,22
15	188	1,56	0,56	2,79	27,8	56,8	0,51	32,69	0,04	12,75
15	190	10,48	4,32	2,43	18,2	41,1	1	9,54	0,07	14,29
15	194	10,25	4,09	2,51	23,9	50,2	0,81	7,90	0,09	9,00
15	199	0,87	0,39	2,23	27,4	59,1	0,87	100,00	0,06	14,50
15	201	11,06	5,13	2,16	14,4	32,2	1,18	10,67	0,11	10,73
15	203	13,27	4,65	2,85	19,7	39,6	1,01	7,61	0,07	14,43
15	213	13,1	4,5	2,91	31,9	53,7	0,59	4,50	0,11	5,36
15	218	0,19	0,39	0,49	45,2	70,9	0,84	442,11	0,05	16,80
15	221	9,6	3,4	2,82	18,1	40,3	1,12	11,67	0,09	12,44
15	223	8,6	3,53	2,44	30,7	47,7	0,62	7,21	0,08	7,75
15	224	13,25	4,71	2,81	31	52,6	0,64	4,83	0,06	10,67
15	227	17,49	6,19	2,83	23,1	45,4	0,67	3,83	0,07	9,57
15	234	16,14	5,18	3,12	17,7	41,3	1,17	7,25	0,09	13,00
15	235	18,2	6,17	2,95	24,6	49	1,12	6,15	0,11	10,18
15	241	1,03	0,49	2,10	28,3	62,4	0,54	52,43	0,04	13,50
15	242	15,42	5,26	2,93	22,5	48,6	0,8	5,19	0,14	5,71
13	226	14,36	4,71	3,05	28,7	52,2	0,54	3,76	0,07	7,71
15	226	14,36	4,71	3,05	28,7	52,2	0,54	3,76	0,07	7,71

Příloha č.3. Determinace genetického polymorfismu českých odrůd chmele kombinací sad specifických primerů. Jednička (1) ukazuje presence alel a nula (0) absence fragmentu alel jednotlivých genů. Velikosti amplifikovaných fragmentů alel jsou v párech bazí (bp).

Odrůda	ŽPČ	Bor	Sládek	Premiant	Agnus	Rubín	Harmonie	Kazbek	Vital	Saaz Late	Bohemie
WRKY1_222	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
WRKY1_212	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
WRKY1_210	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WRKY1_208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
WRKY1_206	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
WRKY1_204	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
WRKY1_202	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
WRKY1_198	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
CMPS_251	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
CMPS_242	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CMPS_239	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CMPS_230	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
CMPS_227	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
LAR1_179	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
LAR1_177	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
LAR1_174	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
LAR1_173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LAR1_171	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
LAR1_165	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
CaEFh_203	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
CaEFh_200	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CaEFh_196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaEFh_194	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
CaEFh_187	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
pMyb1b_280	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
pMyb1b_277	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pMyb1b_270	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
pMyb1b_265	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
pMyb1b_262	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
pMyb1b_258	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1
pMyb1b_256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
pMyb1b_247	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0

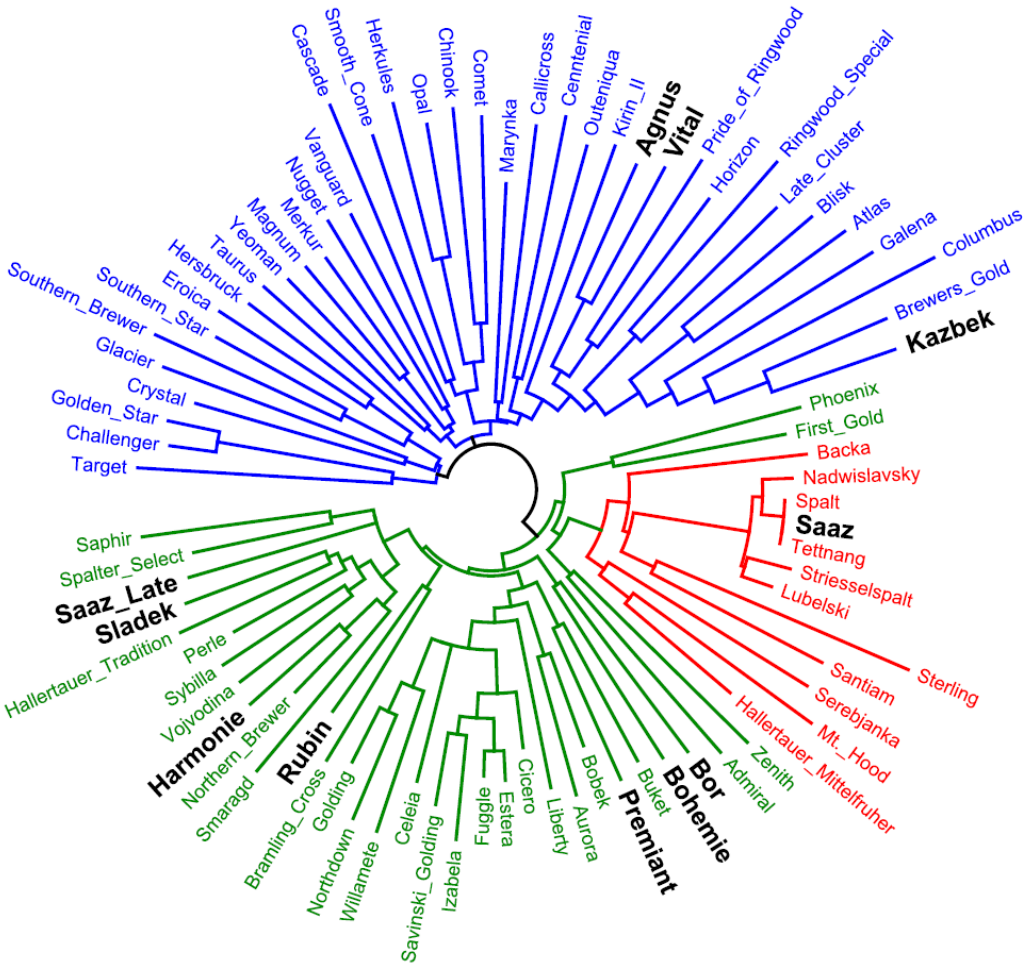
Příloha č.4. Determinace genetického polymorfismu vybraných odrůd světového sortimentu chmele kombinací 5 sad specifických primerů. Jednička (1) ukazuje presence alel a nula (0) absence fragmentu alel jednotlivých genů. Velikosti amplifikovaných fragmentů alel jsou v párech bazí (bp).

Odrůda	WRKY75_198	WRKY75_202	WRKY75_204	WRKY75_206	WRKY75_208	WRKY75_210	WRKY75_212	WRKY75_220	WRKY75_222	WRKY75_228	WRKY75_230	CMPS_227	CMPS_230	CMPS_239	CMPS_242	CMPS_251	LAR1_165	LAR1_171	LAR1_173	LAR1_174	LAR1_177	LAR1_179	CaEFh_187	CaEFh_194	CaEFh_196	CaEFh_200	CaEFh_203	pMyb1b_247	pMyb1b_256	pMyb1b_258	pMyb1b_262	pMyb1b_265	pMyb1b_270	pMyb1b_277	pMyb1b_280
Kirin II	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Northdown	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Willamete	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Buket	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Challenger	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Target	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Perle	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
Eroica	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Golden Star	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Galena	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Bobek	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Chinook	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Nugget	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Estera	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Blisk	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0
Serebjanka	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Izabela	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Striesselspalt	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Magnum	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Marynka	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Southern Brewer	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Hallertau Tradition	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Mt. Hood	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Taurus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Yeoman	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Spalter Select	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Comet	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Crystal	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Cenntenial	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Hallertau	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Lubelski	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Savinský Golding	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0

Odrůda	WRKY75_198	WRKY75_202	WRKY75_204	WRKY75_206	WRKY75_208	WRKY75_210	WRKY75_212	WRKY75_220	WRKY75_222	WRKY75_228	WRKY75_230	CMPS_227	CMPS_230	CMPS_239	CMPS_242	CMPS_251	LAR1_165	LAR1_171	LAR1_173	LAR1_174	LAR1_177	LAR1_179	CaEFh_187	CaEFh_194	CaEFh_196	CaEFh_200	CaEFh_203	pMyb1b_247	pMyb1b_256	pMyb1b_258	pMyb1b_262	pMyb1b_265	pMyb1b_270	pMyb1b_277	pMyb1b_280
Northern Brewer	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
Fuggle	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Golding	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Tetnang	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Nadwislavsky	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Bramling Cross	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Hersbruck	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Spalt	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Liberty	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Backa	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Ringwood Special	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Pride of Ringwood	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Cascade	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Atlas	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Smooth Cone	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Late Cluster	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Aurora	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Brewers Gold	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Callicross	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Sládek	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Premiant	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Vojvodina	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Osvald clone 72	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Bor	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Agnus	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Cicero	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Celeia	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Merkur	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Columbus	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Zenith	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Sterling	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Santiam	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Glacier	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Horizon	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Vanguard	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Outeniqua	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1

Odrůda	WRKY75_198	WRKY75_202	WRKY75_204	WRKY75_206	WRKY75_208	WRKY75_210	WRKY75_212	WRKY75_220	WRKY75_222	WRKY75_228	WRKY75_230	CMPS_227	CMPS_230	CMPS_239	CMPS_242	CMPS_251	LAR1_165	LAR1_171	LAR1_173	LAR1_174	LAR1_177	LAR1_179	CaEFh_187	CaEFh_194	CaEFh_196	CaEFh_200	CaEFh_203	pMyb1b_247	pMyb1b_256	pMyb1b_258	pMyb1b_262	pMyb1b_265	pMyb1b_270	pMyb1b_277	pMyb1b_280
Sybilla	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Southern Star	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Phoenix	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
First Gold	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Kazbek	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Saaz late	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Bohemie	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Vital	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Rubín	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Harmonie	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Herkules	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Smaragd	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Opál	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Saphir	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Admiral	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Alma	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Iunga	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Nšl.4849	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Nšl.4914	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Nšl.4915	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Nšl.4932	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Nšl.4964	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Nšl.5166	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Nšl.5196	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0

Příloha č.5. 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, New York, NY, USA). Červená - staré evropské chmely, zelená - chmely evropského původu, modrá - chmely amerického původu, černá - české povolené odrůdy.

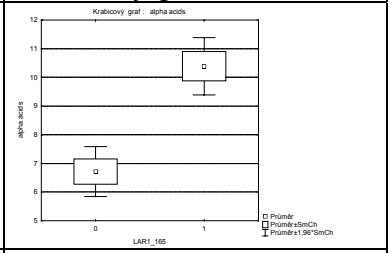
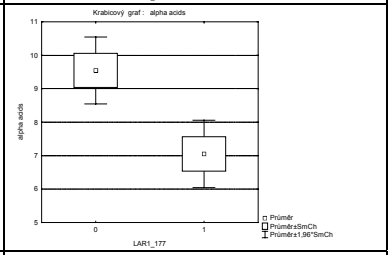
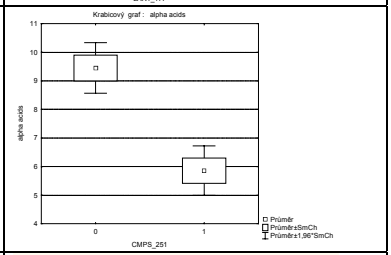
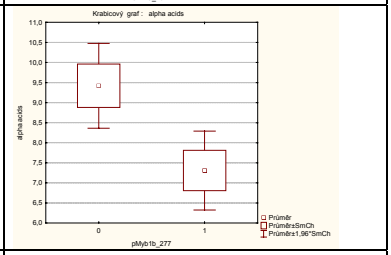
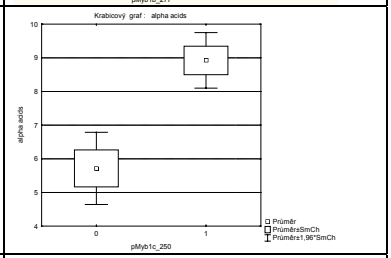
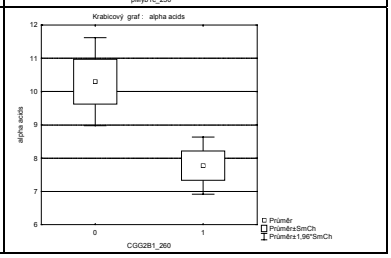


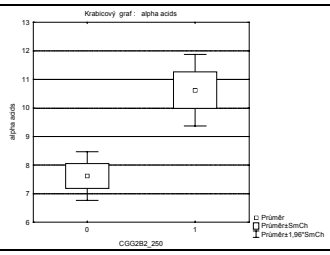
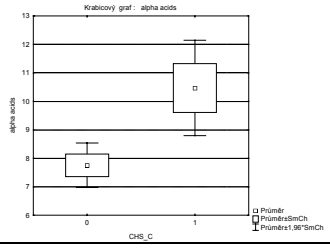
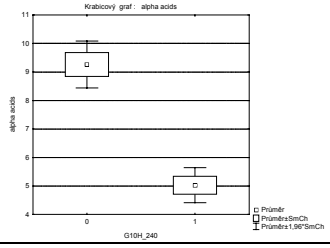
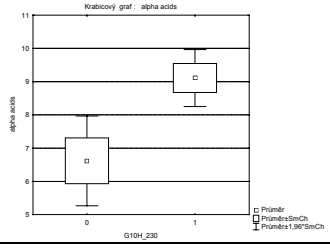
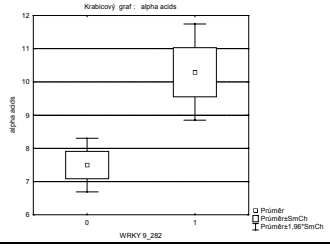
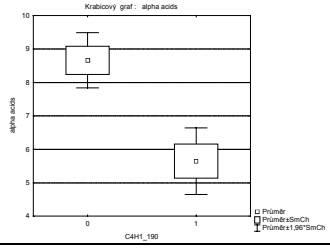
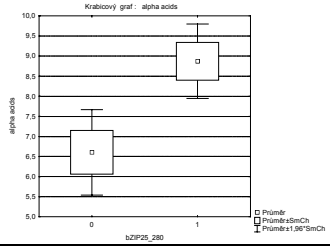
Příloha č.6. Nukleotidové sekvence sad specifických primerů pro amplifikaci fragmentů alel jednotlivých genů a jednotlivé molekulárně-genetické markery

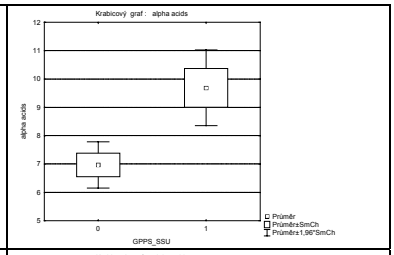
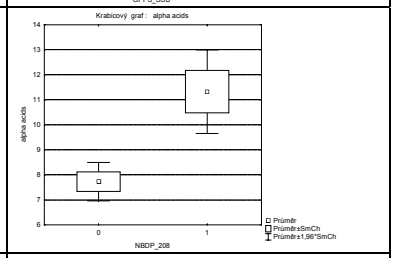
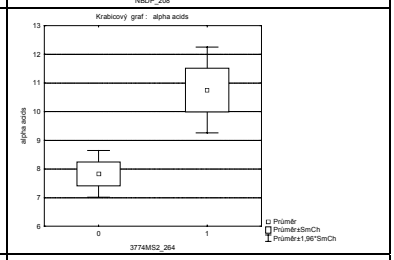
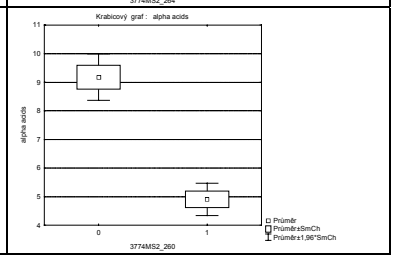
Marker	Forward primer (5´→ 3´)	Reverse primer (5´→ 3´)
WRKY1	AACCGATAACTTTGAGCATA	AAGTAAAATAATAAAAGAAGTGTA
CMPS	AAAGCGAAAACTCATGAAAAGGTT	GACACATGTAAGGTGACCTTTACA
LAR1	CCAAGAGTTACCATTACTGAAGAT	GAATGATGCCACTATACTTTCTGG
CaEFh	TTTAACAACTTTTCCAGGTC	TAGTGTCATTAAGGCAAAAAC
pMYB1b	ATGAAATCTCCGTGCCTCCTC	TCAGATGGATAGAATAAAATGTT
pMYB1c	CGGAGATTTCATGCTTTTACTGC	GCCCCATGCCATTATTCACT
CGG2B1	AATTCATCGTCGTTTCATTCTCTT	GAGAGCTTGTTGAGTTGGAGCAAA
CGG2B2	AATTCATCGTCGTTTTATCCTCAA	GAGAGCTTGTTGAGTTGGAGGAAG
CHSH1	TCAAGACCACTGGAGAAGGAC	TACAGTGAGCTACAAGACCATT
G10H	CTTTGGCTATGAGGATGCTGCCA	ATATAGTACGGTTCACACGACGAC
WRKY9	AAGGCTAGGGTTTCAGTGAG	ACATCCCGGAGCTACAGTGC
C4H1	CTCAAACCTAACTCTCTCACTCT	CTTGAACTTCTTGCCCCGGATC
bZIP25	CCGCACCCATTCCACATCATCAGA	AATACGGTTCTGCTTGTTATTTTTG
GPPS_SSU	TAAAGCACATGTTCCACCACTGC	CCTTAATGATTCTCTCTGCTTCA
AspP	CTGCGAGGTTTTGGGAGAAGT	AAAAACCAGTGAAAACCCAAATC
3774	TAAGGCTATAAGGAAATGATCG	GTGCAATGATATAACTACAAAG

Příloha č.7. Výsledky korelační analýzy potencionálních molekulárně-genetických markerů s hospodářskými znaky chmele: obsah (v %) **a)** alfa hořkých kyselin, **b)** beta hořkých kyselin, **c)** xanthohumolu a **d)** DMX v suchých hlávkách chmele, **e)** kohumulonu (KH) a kolupulonu (KL) v alfa a beta hořkých kyselinách, **f)** myrcenu, **g)** humulenu, **h)** farnesenu a **i)** karyofylenu v celkových silicích suchých hlávek chmele.

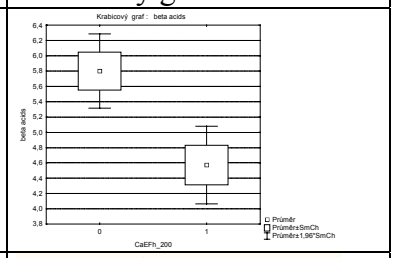
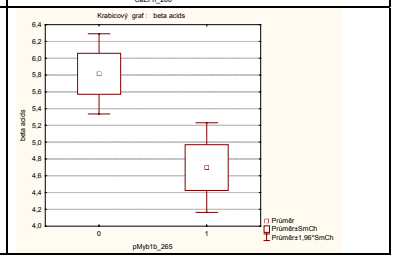
a)

Marker	Korelace	Četnost (n/N)	Krabicový graf
LAR_165	0,49906	43/92	
LAR_177	-0,33794	41/92	
CMPS_251	-0,4406	26/92	
pMyb1b_277	-0,28685	43/92	
pMyb1c_250	0,31379	78/92	
CGG2B1_260	-0,30166	68/92	

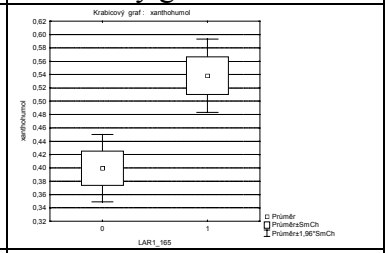
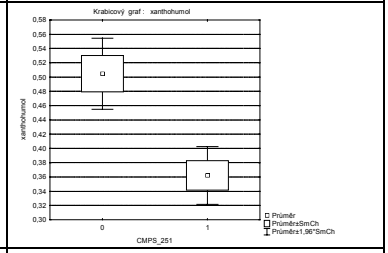
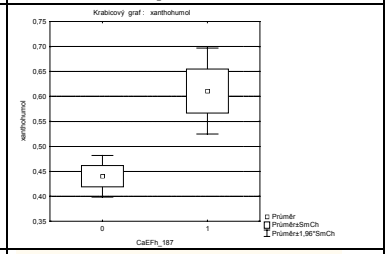
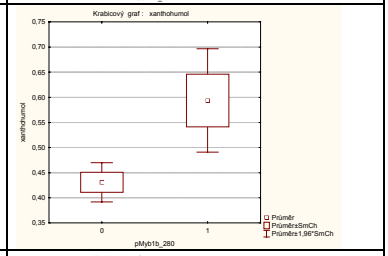
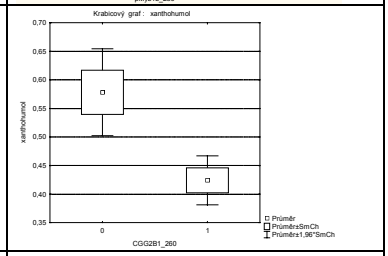
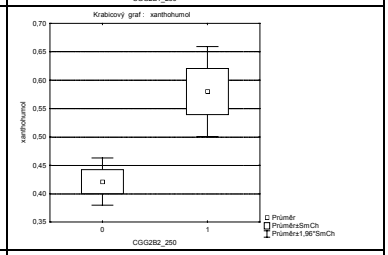
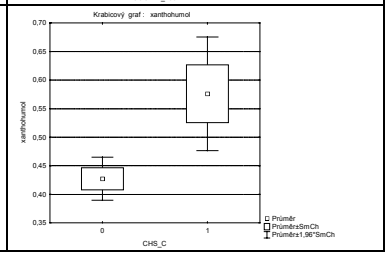
CGG2B2_250	0,36457	25/92	
CHSH1_C	0,3203	23/92	
G10H_240	-0,45772	18/92	
G10H_230	0,30195	67/92	
WRKY9_282	0,33399	20/87	
C4H1_190	-0,32337	15/87	
bZIP25_280	0,30033	59/87	

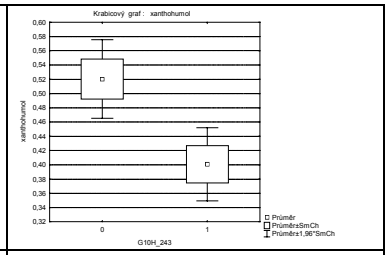
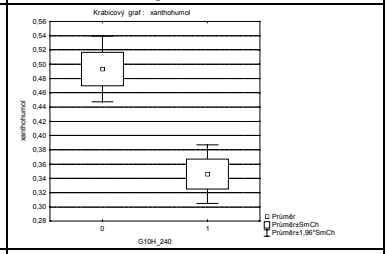
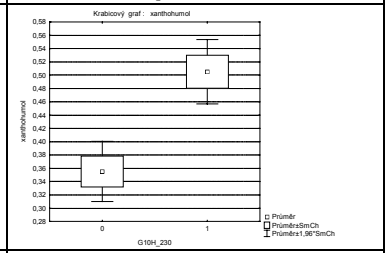
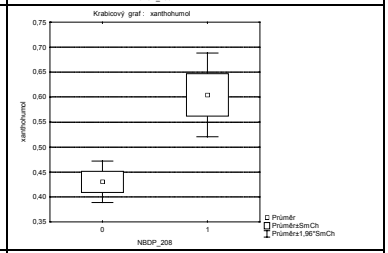
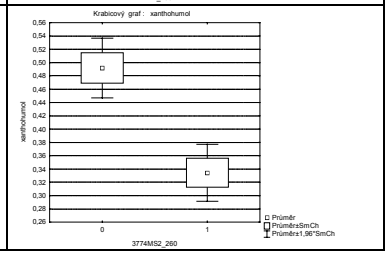
GPPS_SSU	0,38	26/78	
AspP_208	0,36319	18/92	
3774_264	0,32256	19/92	
3774_260	-0,44102	16/92	

b)

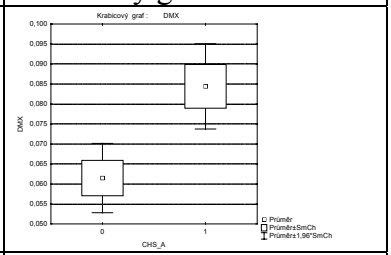
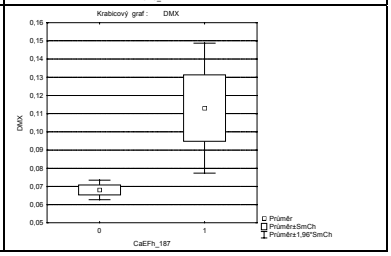
Marker	Korelace	Četnost (n/N)	Krabicový graf
CaEFh_200	-0,33364	38/92	
pMyb1b_265	-0,30732	43/92	

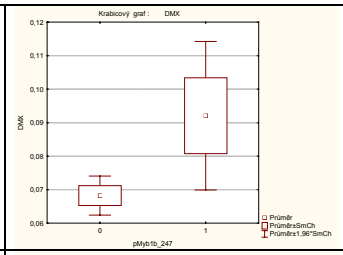
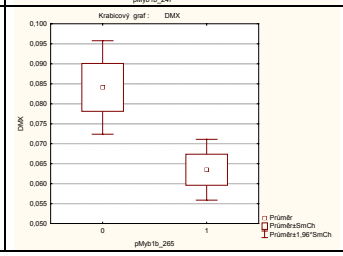
c)

Marker	Korelace	Četnost (n/N)	Krabicový graf
LAR_165	0,35884	43/92	
CMPS_251	-0,3326	26/92	
CaEFh_187	0,30759	13/92	
pMyb1b_280	0,34167	19/92	
CGG2B1_260	-0,3506	68/92	
CGG2B2_250	0,36577	25/92	
CHSH1_C	0,33401	23/92	

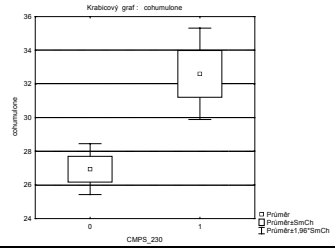
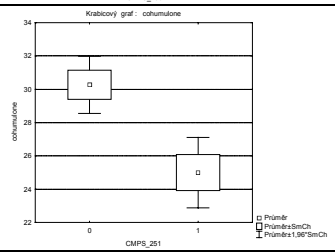
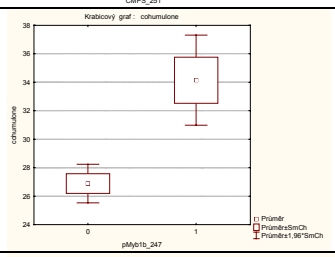
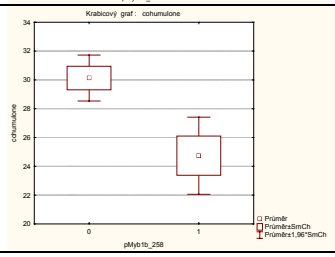
G10H_243	-0,30954	43/92	
G10H_240	-0,30249	18/92	
G10H_230	0,34587	67/92	
AspP_208	0,32313	18/92	
3774_260	-0,30932	16/92	

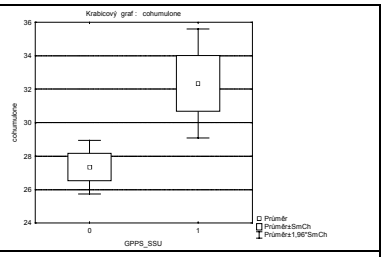
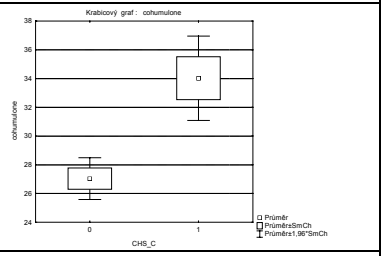
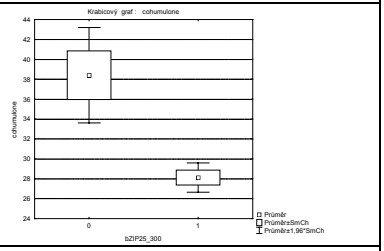
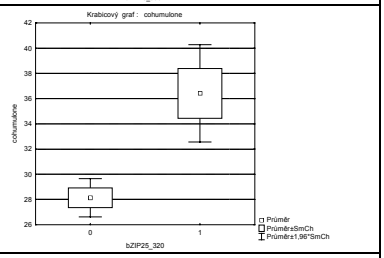
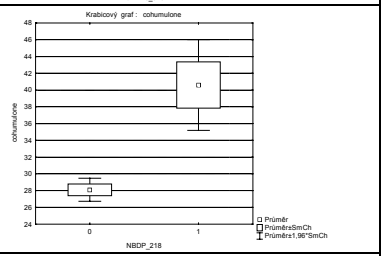
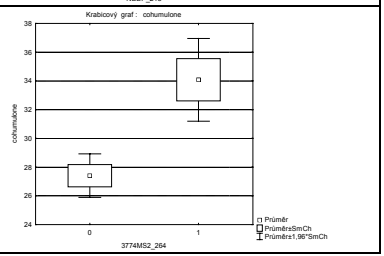
d)

Marker	Korelace	Četnost (n/N)	Krabicový graf
CHSH1_A	0,31351	52/92	
CaEFh_187	0,43222	13/92	

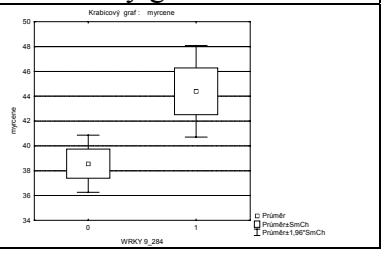
pMyb1b_247	0,28891	24/92	
pMyb1b_265	-0,28347	43/92	

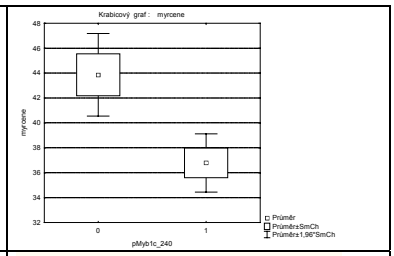
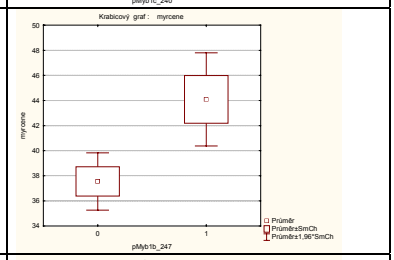
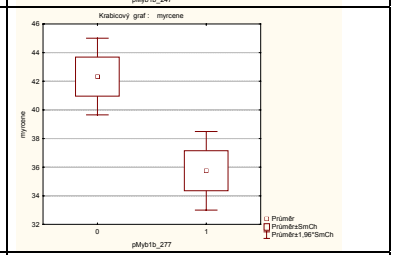
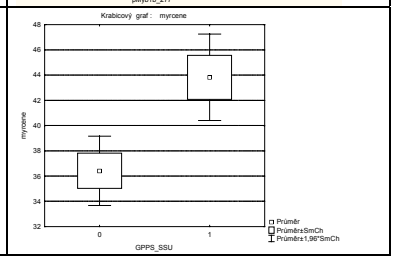
e)

Marker	Korelace KH	Korelace KL	Četnost (n/N)	Krabicový graf KH
CMPS_230	0,37712	0,37602	30/92	
CMPS_251	-0,3372	-0,36167	26/92	
pMyb1b_247	0,4525	0,43164	24/92	
pMyb1b_258	-0,33157	-0,35999	23/92	

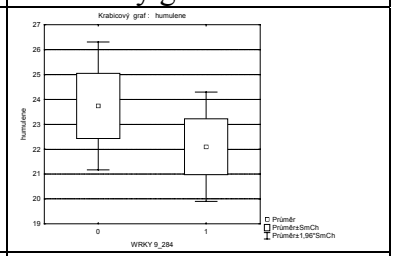
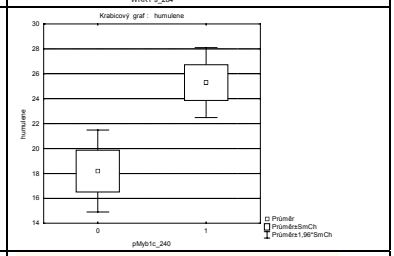
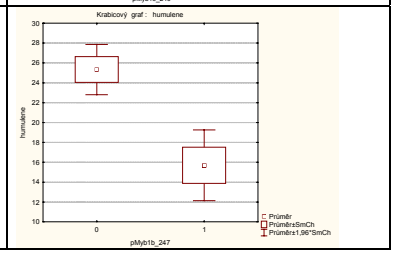
GPPS_SSU	0,3291	0,33985	26/78	
CHSH1_C	0,42968	0,43022	23/92	
bZIP25_300	-0,33768	-0,34362	82/87	
bZIP25_320	0,29603	0,30174	6/87	
AspP_218	0,40188	0,289	5/92	
3774_264	0,38371	0,3505	19/92	

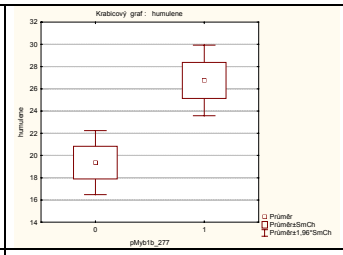
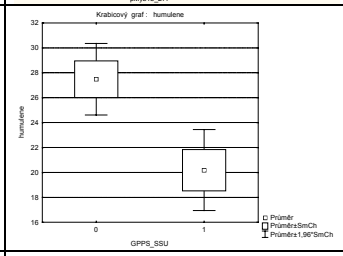
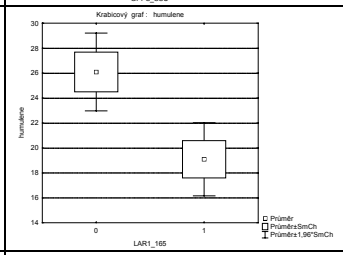
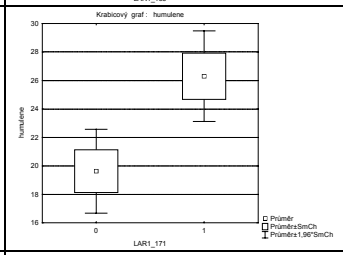
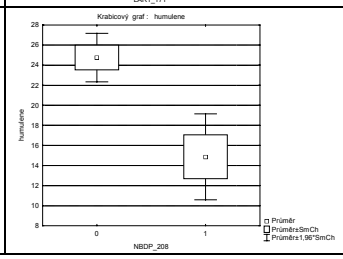
f)

Marker	Korelace	Četnost (n/N)	Krabicový graf
WRKY9_282	0,35288	20/87	

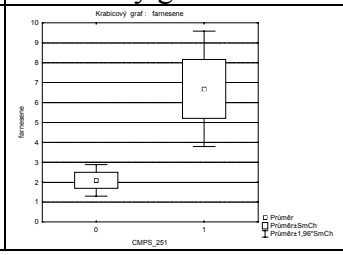
pMyb1c_240	-0,34192	60/92	
pMyb1b_247	0,29142	24/92	
pMyb1b_277	-0,33313	43/92	
GPPS_SSU	0,34188	26/78	

g)

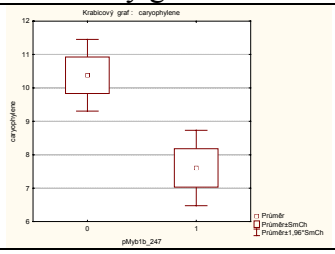
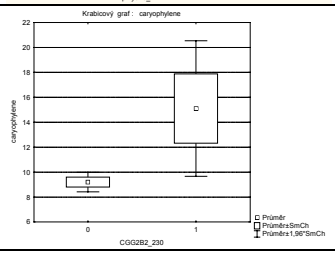
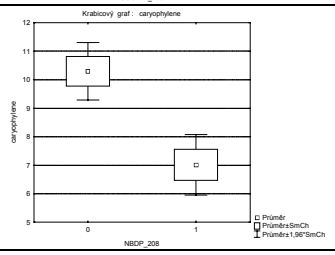
Marker	Korelace	Četnost (n/N)	Krabicový graf
WRKY9_282	-0,383326	20/87	
pMyb1c_240	0,30819	60/92	
pMyb1b_247	-0,38554	24/92	

pMyb1b_277	0,33606	43/92	
GPPS_SSU	-0,33145	26/78	
LAR_165	-0,31793	43/92	
LAR_171	0,30326	44/92	
AspP_208	-0,33358	18/92	

h)

Marker	Korelace	Četnost (n/N)	Krabicový graf
CMPS_251	0,39588	26/92	

i)

Marker	Korelace	Četnost (n/N)	Krabicový graf
pMyb1b_247	-0,28487	24/92	
CGG2B2_230	0,36557	7/92	
AspP_208	-0,29811	18/92