

MOLEKULÁRNÍ ANALÝZA A SLADOVNICKÁ JAKOST ODRŮD JARNÍHO JEČMENE (*HORDEUM VULGARE* L.) VALTICKÝ A DIAMANT

MOLECULAR ANALYSIS AND MALTING QUALITY OF SPRING BARLEY VARIETIES (*HORDEUM VULGARE* L.) VALTICKÝ AND DIAMANT

LADA MLČOCHOVÁ, Ústav pěstování a šlechtění rostlin, MZLU v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno / *Department of Crop Science, Breeding and Plant Medicine, Faculty of Agronomy, Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Zemědělská 1, CZ-613 00 Brno, Czech Republic*; ladamlcochova@email.cz

VRATISLAV PSOTA, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Sladařský ústav, Mostecká 7, CZ-614 00 Brno / *Research Institute of Brewing and Malting Plc, Malting Institute, Mostecká 7, CZ-614 00 Brno, Czech Republic*; psota@brno.beerresearch.cz

MLČOCHOVÁ, L. – PSOTA, V.: Molekulární analýza a sladovnická jakost odrůd jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L.) Valtický a Diamant. Kvasny Prum. 54, 2008, č. 1, s. 6–13.

Pomocí všech použitých molekulárních technik (RAPD, SSR a AFLP) bylo možno nalézt rozdíly na úrovni DNA mezi Valtickým a Diamantem. Nebylo možné odlišit odrůdy příbuzné s Diamantem od odrůd ostatních, všechny použité metody však od sebe odlišily všechny odrůdy zařazené do pokusu. Bylo nalezeno velké množství polymorfismu mezi Valtickým a Diamantem: 39 % u RAPD, 42,8 % u SSR a 11,4 % u AFLP, což svědčí buď o velmi rozsáhlé mutaci, způsobené ozářením paprsky X, nebo o genetické nehomogenitě výchozích odrůd. Mezi molekulárními a rodokmenovými daty panuje značný nesoulad, což svědčí o významu molekulárních metod pro určování rodokmenu a další šlechtění. Odrůda Diamant vykazovala ve srovnání s odrůdou Valtický vyšší obsah extraktu, vyšší proteolytické rozluštění, ostatní sledované technologické parametry vykazovaly podobné hodnoty. Odrůda Valtický vykazovala ve srovnání s odrůdou Diamant vyšší hmotnost tisíce zrn a vyšší objemovou hmotnost zrna a sladu.

MLČOCHOVÁ, L. – PSOTA, V.: Molecular analysis and malting quality of spring barley varieties (*Hordeum vulgare* L.) Valtický and Diamant. Kvasny Prum. 54, 2008, No. 1, p. 6–13.

With the help of all the techniques used (RAPD, SSR and AFLP), it was possible to find differences on the DNA level between the varieties Valtický and Diamant. It was not possible to differentiate the varieties related to Diamant from the other varieties but the methods used differentiated all the varieties studied in the experiment from one another. A great number of polymorphisms between the varieties Valtický and Diamant was found: 39 % in RAPD, 42.8 % in SSR and 11.4 % in AFLP, this confirms either a very vast mutation caused by X-ray irradiation or genetic nonhomogeneity of the original varieties. A considerable discrepancy is found between molecular and pedigree data, this confirms the importance of molecular methods for determination of the pedigree and further breeding. The variety Diamant in comparison with the variety Valtický showed higher extract content, higher proteolytic modification; other studied technological parameters showed similar values. Compared to the variety Diamant, the variety Valtický exhibited higher weight of thousand grains and higher volume weight of grain and malt.

MLČOCHOVÁ, L. – PSOTA, V.: Molekularanalyse und Malzqualität der Sommerbraugerstensorten (*Hordeum vulgare* L.) Valtický und Diamant. Kvasny Prum. 54, 2008 Nr. 1, S. 6–13.

Mit Hilfe von allen angewandten Molekular- und Stammdaten findet man ein bedeutendes Mißverhältnis, was über eine Bedeutung von Molekularmethoden für Gerstenstammbestimmung und für ihre Züchtung aussagt. Im Vergleich mit der Gerstensorte Valtický wies die Sorte Diamant einen höheren Extraktgehalt und eine höhere proteolytische Lösung auf, andere technologische Parameter wiesen ähnliche Werte auf. Im Vergleich mit der Gerstensorte Diamant wies die Sorte Valtický ein höheres Gewicht von 1000 Korn und ein höheres Korn- und Malzvolumengewicht auf.

Млчехова, Л. – Псота, В.: Молекулярный анализ и пивоваренное качество сортов ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) Вальтицкий и Дамант. Kvasny Prum. 54, 2008, No. 1, стр. 6–13.

С помощью всех примененных молекулярных техник (RAPD, SSR и AFLP) можно было найти отличия на уровне DNA между сортами Вальтицкий и Дамант. Невозможно было отделить сорта родственные с сортом Дамант от остальных, но с помощью всех примененных методов были отличены все сорта, внесенные в эксперимент. Было обнаружено большое количество полиморфизма между сортами Вальтицкий и Дамант: 39 % у RAPD, 42,8 % у SSR и 11,4 % у AFLP. Это свидетельствует или о очень широкой мутации причиненной облучением X-лучами, или генетической неоднородности исходных сортов. Между молекулярными и родословными данными является значительный диссонанс, что свидетельствует значении молекулярных методов для определения родословия и последующую селекцию. Сорт Дамант показывал по сравнению с сортом Вальтицкий высшее содержание экстракта и высшее протеолитическое растворение солода. Сорт Вальтицкий показывал по сравнению с сортом Дамант высшую массу 1000 зерен и массу гектолитра зерен и солода.

Klíčová slova: ječmen, odrůda, genetická příbuznost, sladovnická hodnota, molekulární analýzy

Keywords: barley, variety, genetic affinity, malting value, molecular analyses

1 ÚVOD

Česká odrůda jarního ječmene Diamant vznikla ozářením paprsky X z Valtického a byla registrována v roce 1965. Zrna výchozí odrůdy byla ozářena dávkou 10 kR a v generaci X2 bylo vybráno 28 rostlin s nápadně odlišným fenotypem, které se staly základem šlechtitelského materiálu pro vyšlechtění odrůdy Diamant [1]. Odrůda Valtický patřila mezi dlouhostébelné intenzivní odrůdy s vysokou sladovnickou hodnotou a s náchylností k poléhání. Odrůda Diamant si zachová

1 INTRODUCTION

Czech spring barley variety Diamant was created from the variety Valtický by X-ray irradiation and was registered in 1965. Grains of the original variety were irradiated in a dose of 10 kR and in X2 generation 28 plants with markedly different phenotype were selected; subsequently they became the basis of the breeding material for breeding the variety Diamant [1]. The variety Valtický belonged to long stemmed intensive varieties with high malting value and susceptibility

vala vysokou sladovnickou hodnotu a zároveň získala několik nových hospodářsky významných znaků, které ji učinily jednou z nejvýznamnějších odrůd té doby v Evropě, a to především díky zvýšené odnožovací schopnosti a zkrácení stébla.

Diamant pak byl použit jako výchozí materiál pro šlechtění dalších polozakrslých odrůd tzv. Diamantové řady, např. Ametyst, Hana, Favorit, Rapid, Korál, Safír, Rubín. Při šlechtění ječmene v Evropě se výrazně uplatnila německá odrůda Trumpf, jejímž rodičem byl také Diamant. Význam odrůdy Diamant nejlépe potvrzuje skutečnost, že do roku 2000 bylo registrováno asi 200 odrůd pocházejících z Diamantu a Trumpfu [3, 4, 5].

1.1 Charakteristika a význam odrůd Valtický a Diamant

Valtický vznikl z krajové odrůdy Valtický pivovarský. Od roku 1921 probíhala další selekce, která vyústila ve vznik odrůdy Valtický pivovarský B. V roce 1929 byly kříženy odrůdy Valtický pivovarský B x Star-novský Kneifl, z nichž vznikl materiál použitý pro další šlechtění. V roce 1941 byl vyšlechtěn Valtický C a v roce 1951 Valtický [1], který se později stal výchozím materiálem pro šlechtění odrůdy Diamant.

Odrůda Valtický se stala po roce 1945 nejvýznamnější odrůdou jarního ječmene u nás a představovala ještě zlepšené odrůdy hanáckého ječmene [6]. Valtický se rychle rozšířil v zemědělských oblastech Československa, v 60. letech pokrýval 50 % osevních ploch jarního ječmene v Československu a v malé míře byl pěstován také v zahraničí [2].

Diamant vznikl radiomutací z Valtického. Jako výchozí materiál pro ozáření byla použita suchá semena jarního ječmene Valtického typ A. Cílem bylo vytvořit mutace, které by vykazovaly zvýšenou odolnost vůči listovým chorobám s nepoléhavým stéblem a s ostatními hospodářskými vlastnostmi na úrovni odrůdy Valtický [7].

Diamant se liší od všech hanáckých odrůd rozkladitým až plazivým tvarem trsu, v období vývoje od vzejití až do odnožování. Od výchozí odrůdy Valtický se ještě liší tmavě zelenou barvou listu, vzpřímeným listem před metáním a tím, že klas po vymetání není zabarven anthokyanem. Dále se Diamant odlišuje v následujících znacích: vývojový rytmus během odnožování, vyšší odnožovací schopnost, zkrácení stébla o 15 cm, zvýšení výnosu zrna o 12 %, poměr zrna ke slámě = 1:0,95 ve srovnání s 1:1,3 u Valtického. I přes podstatné zkrácení délky stébla (až o 15 cm) nevykazoval nově získaný genotyp významnou redukci produkčních prvků, jak tomu bylo u většiny detekovaných makromutací tohoto typu. Co se týká změněného vývojového rytmu během odnožování, bylo zjištěno, že Diamant odnožuje později než Valtický a vykazuje zpomalený vývin v podmínkách krátkého dne.

1.2 Význam a rozšíření genu *denso* a odrůdy Diamant

Diamant se po svém vyšlechtění a zařazení do listiny povolených odrůd v roce 1965 stal nejvíce pěstovanou odrůdou na území ČSSR. Jeho největší význam však spočívá v tom, že se stal zdrojem krátkostébelnosti, a byl využíván pro šlechtění celé řady polozakrslých odrůd. Původcem polozakrslosti Diamantu je mendelisticky děděný kodominantní major gen *denso*, který je alelický s genem *sdw1* a byl mapován na dlouhém rameni chromozomu 3H [8]. Několik autorů uvádí asociaci mezi geny polozakrslosti *sdw1* nebo *denso*, pozděnou dobou vývinu klasu a nízkou hmotností zrna na rostlinu [8, 9, 10 aj.]. Gen *sdw1* je možno vysledovat až k jeho původci, norské odrůdě Jotun, která vznikla jako mutant indukovaný X-zářením na Norské zemědělské fakultě ve Vollebekku v Norsku [11]. Jotun a z něj odvozené polozakrslé genotypy s genem *sdw1* jsou široce využívány k produkci krmného ječmene v Severní Americe [8] a ke zlepšení krmných odrůd pro západní USA, západní Kanadu a Austrálii, nikdy však nebyly úspěšné jakožto sladovnické odrůdy. To ostře kontrastuje s úspěchem genu *denso*. Ačkoli oba tyto genotypy, severoamerický a evropský, byly úspěšné, je zajímavé, že gen *sdw1* pocházející z Jotunu nepříznivě ovlivňuje sladovnickou jakost a pravděpodobně i vysoký výnos zrna, zatímco genotypy pocházející z Diamantu/Trumpfu obsahující gen alelický k *sdw1*, který byl později nazván *denso*, jsou vysoce úspěšné sladovnické odrůdy. Jednou z možných hypotéz by byla vazba *sdw1* s alelou, která redukuje sladovnickou jakost, zatímco *denso* obsažená v Diamantu/Trumpfu by byl asociován s alelou s pozitivním nebo neutrálním vztahem ke sladovnické jakosti [8].

Většina evropských sladovnických odrůd je polozakrslá a pochází z německé odrůdy Trumpf, který má gen *denso* a je přímým potomkem Diamantu. Do roku 2000 bylo na jeho bázi vyšlechtěno přes 80 odrůd převážně v Evropě, ale také jedna australská odrůda (Franklin) [4].

Cílem práce bylo pomocí tří molekulárních technik (RAPD, SSR a AFLP) identifikovat případné rozdíly mezi Valtickým a Diamantem na úrovni DNA a určit genetickou příbuznost odrůd Diamantové řady,

to lodging. The variety Diamant kept its high malting value and at the same time it acquired several new, economically significant traits that made it one of the most outstanding varieties of the date in Europe, mainly due to the increased tillering capacity and stem shortening.

Diamant was subsequently used as a basic material for breeding of other semi-dwarfed varieties, so-called Diamant line, e.g. Ametyst, Hana, Favorit, Rapid, Korál, Safír, Rubín. In the course of barley breeding in Europe, an important role was played by a German variety Trumpf, parent of which was Diamant too. The importance of the variety Diamant confirms the fact that to 2000 about 200 varieties coming from Diamant and Trumpf were registered [3, 4; 5].

1.1 Characteristics and significance of the varieties Valtický and Diamant

Valtický was formed from a regional variety Valtický pivovarský. In 1921 further selection started and it resulted in the origin of the variety Valtický pivovarský B. In 1929 the varieties Valtický pivovarský B x Starnovský Kneifl were crossed and the cross provided the material for further breeding. Valtický C was bred in 1941 and Valtický in 1951 [1], it lately became an initial material for breeding of the variety Diamant.

After 1945 the variety Valtický became the most significant spring barley variety in this country and represented the improved varieties of Hanacký barley (i. e. barley coming from an area of the most intensive barley growing in Czechoslovakia at the time) [6]. Valtický spread quickly in agricultural areas of Czechoslovakia, in the 1960s it covered 50 % of the spring barley acreage in Czechoslovakia and in a limited extent it was also grown abroad [2].

Diamant was created by radiomutation from the variety Valtický. Dry seeds of spring barley Valtický type A were used as an initial material for irradiation. The aim was to create mutations that would exhibit the enhanced resistance to leaf diseases with non-lodging stems and with other agronomical characteristics on the level of the variety Valtický [7].

Diamant differs from all Hanacký varieties in spreading to creeping bunch shape during its development from emergence to tillering. In addition, it also differs from the original variety Valtický in dark green color of leaves, erected leaf before heading and further, the ear after heading is not colored by anthocyan. Diamant also differs in the following features: development rhythm during tillering, higher tillering capacity, stem length reduction by 15 cm, grain yield increase by 12 %, ratio of grain to straw = 1:0.95 compared to 1:1.3 in Valtický. In spite of substantial shortening of stem (even by 15 cm), a newly obtained genotype did not show a significant reduction of production elements on the contrary to most of the detected macromutations of this type. Study of the changed tillering development rhythm showed that Diamant tillered later than Valtický and exhibited slowed development under short-day conditions.

1.2 Significance and distribution of the gene *denso* and variety Diamant

After breeding and including in the list of permitted varieties in 1965, Diamant became the most widely grown variety in Czechoslovakia. Its major significance, however, is that it became a source of barley with short stem and it was used for breeding of many semi-dwarfed varieties. The progenitor of semi-dwarfism in Diamant is inherited in Mendelian way as a codominant major gene *denso*, which is allelic with the gene *sdw1* and which was mapped on a long arm of chromosome 3H [8]. Several authors mention the association among the genes of semidwarfism *sdw1* or *denso*, delayed time of ear development and low weight of a grain per plant [e.g. 8, 9, 10]. The gene *sdw1* can be traced back to its progenitor, the Norwegian variety Jotun, which originated as a mutant induced by X-radiation at the Norwegian agricultural faculty in Vollebekk [11]. Jotun and semi-dwarfed genotypes with the gene *sdw1* derived from it are widely used for production of feed barley in North America [8] and improvement of feed varieties for the western USA, northern Canada and Australia, however they have never been successful as malting varieties. This is in complete contrast to the success of the gene *denso*. Although both these genotypes, North American and European, were successful, it is interesting that the gene *sdw1* coming from Jotun unfavorably affects malting quality and probably also high yield of grain, while the genotypes coming from Diamant/Trumpf containing the gene allelic to *sdw1*, which was lately called *denso*, are highly successful malting varieties. One of possible hypotheses can be the *sdw1* binding with an allele which reduces malting quality, while *denso* contained in Diamant/Trumpf would be associated with an allele with positive or neutral relationship to malting quality [8].

Most European malting varieties are semi-dwarfed and come from

několika odrůd příbuzných a nepříbuzných s Diamantem a dvou zahraničních odrůd majících gen *sdw1* a *denso*. Dále se pak pokusit pomocí metod SSR a AFLP identifikovat lokus nebo lokusy, ve kterých došlo k mutaci v genomu Diamantu a pokusit se klastrovou analýzou odlišit odrůdy příbuzné s Diamantem od odrůd nepříbuzných.

2 MATERIÁL

Pro určení genetické příbuznosti odrůd Diamantové řady, hanáckých odrůd a odrůd s genem *sdw1* nebo *denso* bylo použito kromě Valtického a Diamantu celkem devět odrůd (tab. 1), které byly získány z genové banky v Kroměříži s výjimkou odrůdy Jotun, která byla získána ze Skandinávské genové banky v Alnarpu ve Švédsku. Diamant byl získán ze šlechtitelské stanice v Hrubčicích.

Pro identifikaci mutací v genomu Diamantu a určování genetické příbuznosti sledovaných odrůd bylo použito celkem patnáct odrůd: Valtický, Diamant, devět odrůd s různým stupněm příbuznosti k Diamantu a čtyři odrůdy s Diamantem nepříbuzné (tab. 2). Všechny odrůdy s výjimkou Valtického a Diamantu byly získány ze zdrojů Justus-Liebig-Universität Giessen.

3 METODY

3.1 Ověření identity Diamantu

Pro ověření identity *Diamantu* byly v roce 2002 srovnávány odrůdy Valtický a Diamant (Diamant z Hrubčic) a populace jejich kříženců v generaci F2 podle fenotypu. V roce 2000 byly odrůdy Valtický a Diamant kříženy v období těsně před dozráním tyčinek. Klasy byly kastrovány a po třech dnech oplodněny právě zralými tyčinkami otcovské odrůdy. Do roku 2002 byli získáni kříženci přemnožení do generace F2, ve které byli sklizeni a hodnoceni společně s rodičovskými odrůdami. Výsev proběhl 22. 3. 2002 na pozemku v areálu MZLU v Brně na parcelách 3x10 m ve sponu 5x15 cm, sklizeň byla provedena ručně 6. 8. 2002. Po sklizni byly rostliny hodnoceny podle fenotypu ve znacích, ve kterých došlo vlivem mutace k největším změnám, tj. počet odnoží, délka stébla a hmotnost zrna/klas.

3.2 Molekulární analýzy

Část práce, týkající se metod SSR a AFLP, byla publikována [12]. Zde je podrobně popsána i metodika molekulárních analýz a statistického vyhodnocení.

Pro analýzy pomocí metody RAPD bylo použito osm primerů polymorfních pro české odrůdy jarního ječmene: AB1.10, AB3.13, AB3.17, AB4.09, AB5.11, AB5.17, AB7.11 a AB7.14 [13]. Extrakce DNA byla provedena z listů rostlin starých 3–4 dny pomocí kitu Invisorb Spin Plant Mini Kit. RAPD reakce byla provedena pomocí PCR kitu DyNAzyme DNA Polymerase Kit (Finnzymes). PCR protokol: 2,5 µl PCR pufru; 5 µl DNA (5 ng/µl); 1 µl primeru (5 pmol/µl); 1 µl dNTP mixu (10 mM); 1,5 µl MgCl₂ (50mM); 0,15 µl Taq polymerasy (2U/µl); 13,35 µl H₂O, teplotní cyklus: 1 x 94 °C, 4 min; 45 x 94 °C, 1 min; 36 °C, 1 min; 72 °C, 2 min; 4 °C do konce. Amplifikační produkty byly barveny ethidium bromidem a separovány na 2% agarosovém gelu, elektroforéza probíhala 4 h při 40 V.

3.3 Analýza sladu

Pro srovnání odrůd Valtický a Diamant byly použity výsledky získané z výzkumných zpráv VÚPS za sklizňové ročníky 1965–1972 a z nového porovnání obou odrůd z roku 2004.

the German variety Trumpf which has the gene *denso* and is a direct offspring of Diamant. More than 80 varieties, mainly in Europe but also in Australia (Franklin), were bred on its basis up to 2000 [4]. The aim of this study was to identify possible differences between the varieties Valtický and Diamant on the DNA level using three molecular techniques (RAPD, SSR and AFLP) and to determine the genetic affinity of the varieties of the Diamant line, several varieties related and nonrelated to Diamant and two foreign varieties with the genes *sdw1* and *denso*. The other aim of the experiment was to attempt to identify locus or loci in which mutation in the genom of Diamant occurred using the SSR and AFLP methods and to differentiate the varieties related to Diamant from the non-related ones using the cluster analysis.

2 MATERIAL

Besides Valtický and Diamant, nine varieties were used for identification of the genetic affinity of the varieties of the Diamant line, Hanácký varieties and varieties with the gene *sdw1* or *denso* (Tab. 1). The varieties were obtained from the gene bank in Kroměříž (CZ) with the exception of the variety Jotun, which was obtained from the Scandinavian gene bank in Alnarp in Sweden. Diamant was obtained from the breeding station in Hrubčice (CZ).

For the identification of mutation in the genom of Diamant and determination of genetic affinity of the studied varieties, total of fifteen varieties was used: Valtický, Diamant, nine varieties with various degree of affinity to Diamant and four varieties not-related to Diamant (Tab. 2). All the varieties with the exception of Valtický and Diamant were acquired from the sources of Justus-Liebig-Universität Giessen (Germany).

3 METHODS

3.1 Check of the identity of Diamant

In 2002, to check the identity of Diamant, the varieties Valtický and Diamant (Diamant from Hrubčice) and population of their crosses in the F2 generation were compared according to the phenotype. In 2000 varieties Valtický and Diamant were crossed just before of anthers ripening. Ears were castrated and after three days fertilized with just ripen anthers of the paternal variety. The obtained crosses were reproduced to the F2 generation in 2002, they were harvested and evaluated together with the parental varieties. Sowing was carried out on March 22 2002 on the land of the MUAf in Brno on plots 3x10 m with spacing 5x15 cm, harvest was carried out manually on August 6 2002. After harvest plants were evaluated according to the phenotype in the traits with the biggest changes caused by mutation, i.e. number of tillers, length of straw and mass grain/ear.

3.2 Molecular analyses

Part of the study dealing with the SSR and AFLP methods has already been published [12]. There are the methods of molecular analyses and statistic evaluation described in detail in the publication.

For analyses with the RAPD method, eight primers polymorphic for Czech spring barley varieties were used: AB1.10, AB3.13, AB3.17, AB4.09, AB5.11, AB5.17, AB7.11, and AB7.14 [13]. DNA extraction was performed from leaves of plants 3–4 days old using the kit Invisorb Spin Plant Mini Kit. RAPD reaction was performed using the PCR kit DyNAzyme DNA Polymerase Kit (Finnzymes). PCR proto-

Tab. 1 Seznam odrůd použitých v první části práce a jejich rodokmeny / List of varieties used in the first part of the study and their pedigrees

Odrůda / Variety	Rodokmen / Pedigree	Rok povolení / Year of permission	Přibl. podíl Diamantu v rodokmenu / Approx. contribution of Diamant in	Poznámka / Note
Favorit	Diamant/F. Union	1973	$\frac{1}{2}$	Diamantová řada odrůd / Diamant variety line
Hana	Diamant/Alsa	1973	$\frac{1}{2}$	
Ametyst	Domen/(Hanácký Jubilejní x Valtický x Voldagsen)/Diamant	1972	$\frac{1}{2}$	
Safír	(Valtický x Kneifel) x (Diamant x Arabische Zweiflige)	1978	$\frac{1}{4}$	
Sladár	Valtický/Slovenský Dunajský trh	1967	–	Odrůdy nepříbuzné s Diamantem / Varieties nonrelated with Diamant
Denár	Čelechovický hanácký/Bavaria	1969	–	
Haná Pedigrée	Individuální výběr z krajové, starohanácké populace / Individual selection from regional, Hanácký population	1884	–	
Derkado	Lada/Salome	1991	$\frac{1}{8}$	Odrůda mající gen <i>denso</i> / Variety with the gene <i>denso</i>
Jotun	Radiomutant	1930	–	Odrůda mající gen <i>sdw1</i> / Variety with the gene <i>sdw1</i>

Tab. 2 Seznam použitých odrůd, jejich rodokmeny a přibližný podíl genomu Diamantu určený podle rodokmenu / *List of varieties used, their pedigrees, approximate contribution of the genome of Diamant identified according to pedigree*

	Odrůda / Variety	Země původu / Country of the origin	Přibl. podíl Diamantu v rodokmenu / <i>Approx. contribution of Diamant in pedigree</i>
Odrůdy příbuzné s Diamantem / <i>Varieties related with Diamant</i>	Alexis	D	1/4–25%
	Neruda	GB	1/6,4–15,6%
	Barke	D	1/8–12,5%
	Chantal	D	1/10,2–9,9%
	Thuringia	D	1/10,7–9,3%
	Krona	D	1/12,8–7,8%
	Aspen	GB	1/16–6,3%
	Brenda	D	1/32–3,1%
	Danuta	D	?
Odrůdy nepřibuzné s Diamantem / <i>Varieties nonrelated with Diamant</i>	Baccara	D	
	Madeira	D	
	Meltan	S	
	Steffi	D	

Ve výzkumných zprávách VÚPS [14–21] jsou uvedeny výsledky z odrůdových pokusů ÚKZÚZ. Obě odrůdy byly každoročně vysety v několika zkušebních lokalitách. Z těchto lokalit byly odebrány vzorky pro stanovení sladovnické kvality.

V roce 2004 byly obě odrůdy vysety na pokusném pozemku Školního zemědělského podniku MZLU v Žabčicích. Sklizené zrno bylo skladováno a analyzováno.

Pro skladování byl použit podíl zrna na síť 2,5 mm. Sladování probíhalo při teplotě vody i vzduchu 14,5 °C. V průběhu máčení se střídala namáčka (w) a vzdušná přestávka (a) podle schématu (v hodinách): 5w/19a/4w/20a/1w/23a. Klíčení trvalo také 72 h při teplotě 14,5 °C. Zelený slad byl hvozďen následujícím postupem: 12 h při teplotě 55 °C, potom se teplota zvyšovala po 1,5 h o 5 °C až na 80 °C. Při teplotě 80 °C byl slad ponechán 4 h. Po ukončení hvozďení byl slad odklíčen.

Vyrobený slad byl analyzován podle metodik EBC [22] a MEBAK [23].

4 VÝSLEDKY A DISKUSE

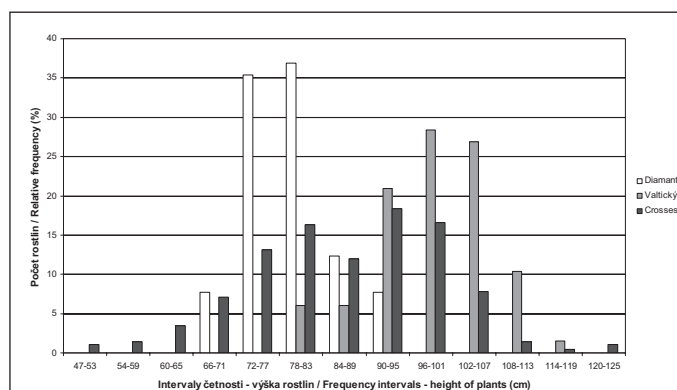
4.1 Rostlinný materiál

Při ověřování identity Diamantu byly u populace rodičů (Valtický a Diamant) a generace F2 jejich kříženců měřeny hodnoty: délka stébla, počet odnoží a hmotnost zrna na klas. Analýzou variance byly vyhodnoceny rozdíly mezi Valtickým a Diamantem pro jednotlivé znaky (délka stébla, počet odnoží a hmotnost zrna na klas). Rozdíl ve výšce rostlin u Valtického a Diamantu byl průměrně 20,2 cm, tj. 20,4 %, a byl statisticky vysoce významný ($P=0,01$). Naopak počet odnoží byl u Diamantu statisticky vysoce významně nižší ($P=0,01$), v průměru o 1,22 odnože na rostlinu, tj. o 26 %. Pravděpodobná příčina je dána interakcí ročníku a lokality, neboť výsledky měření v pozdějších letech již zvýšenou odnožovací schopnost Diamantu potvrzují (ústní sdělení). Hmotnost zrna na klas byla u Diamantu vyšší v průměru o 0,18 g na klas, tj. o 19 %, a tento rozdíl byl opět statisticky vysoce významný ($P=0,01$). Kromě odnožování všechny sledované znaky odpovídají hodnotám, které popsal Doc. Bouma, autor této odrůdy.

Rostliny o délce do 77 cm byly klasifikovány jako polozakrslé, nad 96 cm jako vysoké a mezi těmito hodnotami jako intermediární. Jeliž počet odnoží neodpovídal zvýšené odnožovací schopnosti Diamantu, byla u populace kříženců Valtického a Diamantu v generaci F2 hodnocena pouze výška rostliny. Pomocí variačního třídění byly rostliny rozděleny na krátké (47–77 cm), intermediární (78–95 cm) a vysoké (96–125 cm) (obr. 1). Zastoupení rostlin v tomto znaku bylo v poměru 1:1,78:1,04, hodnota $\chi^2 = 1,34$. Tento poměr lze tedy pokládat za teoreticky očekávaný 1:2:1, což odpovídá mendelisticky děděnímu kodominantnímu major genu, v tomto případě genu polozakrslosti.

4.2 Analýza sladu

Průměrné hodnoty za jednotlivé roky (tab. 3) ukazují, že odrůda Valtický vykazovala vyšší tendenci k akumulaci dusíku než odrůda Diamant. Vyšší podíl dusíkatých látek v zrně odrůdy Valtický snižoval obsah škrobu a následně obsah extraktu ve sladu ve srovnání s odrůdou Diamant. Také autor odrůdy [1] uvádí vyšší hodnoty extraktu



Obr. 1 / Fig. 1 Histogram četností pro délku stébla u kříženců Valtického a Diamantu v generaci F2 / *Frequency histogram for the length of straw in crosses of Valtický and Diamant in F2 generation*

col: 2.5 μ L PCR of buffer; 5 μ L of DNA (5 ng/ μ L); 1 μ L of primer (5 pmol/ μ L); 1 μ L dNTP of mix (10 mM); 1.5 μ L of $MgCl_2$ (50mM); 0.15 μ L of Taq polymerase (2U/ μ L); 13.35 μ L of H_2O , thermal cycle: 1 x 94 °C, 4 min; 45 x 94 °C, 1 min; 36 °C, 1 min; 72 °C, 2 min; 4 °C till the end. Amplification products were coloured with bromide ethidium and separated on 2% agarose gel, electrophoresis proceeded for 4 h at 40 V.

3.3 Malt analysis

For comparison of the varieties Valtický and Diamant, results obtained from the research reports of the RIBM for the harvest years 1965–1972 and from a new comparison of both varieties from 2004 were used.

The RIBM research reports [14–21] present the results from the varietal experiments of the CISTA. Both varieties were sown at several testing localities each year. From these localities samples were taken for determination of malting quality.

In 2004 both varieties were sown on the experimental field of the School Agricultural Company MUAF in Žabčice. The harvested grain was malted and analyzed.

Sievings over 2.5 mm were used for malting. Malting proceeded at water and air temperature of 14.5 °C. During steeping wetting (w) and air break (a) alternated according to the scheme (in hours): 5w/19a/4w/20a/1w/23a. Germination also lasted 72 h at 14.5 °C. Green malt was kilned according to the following method: 12 h at 55 °C, then temperature was raised after 90 min by 5 °C up to 80 °C. At this temperature malt was kept for 4 h. After kilning malt was deculminated.

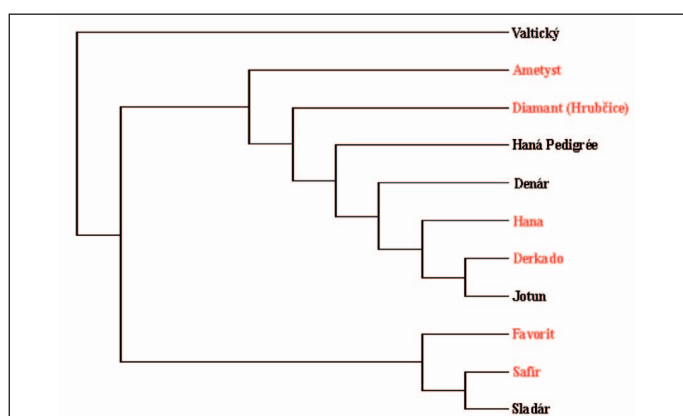
The produced malt was analyzed according to the EBC [22] and MEBAK [23] methods.

4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Plant material

To check the identity of Diamant, following values were measured in the population of parents (Valtický and Diamant) and F2 generation of their crosses: length of straw, number of tillers and grain mass per ear. The variance analysis was used to evaluate the differences between Valtický and Diamant for individual traits (length of straw, number of tillers and mass of grain per ear). Difference in the height of plants in Valtický and Diamant was 20.2 cm on average, i.e. by 20.4 % and it was statistically highly significant ($P=0.01$). On the contrary, number of tillers was statistically highly significantly lower in Diamant ($P=0.01$), on average by 1.22 tillers per plant, i.e. by 26 %. Probable cause is given by the interaction of a year and locality as the results of measurements in subsequent years confirm the increased tillering capacity of Diamant (verbal information). Weight of grains per ear was higher in Diamant, on average by 0.18 g per an ear, i.e. by 19 % and this difference was again statistically highly significant ($P=0.01$). Except tillering, all the studied traits correspond to the values described by Doc. Bouma, the author of this variety.

Plants, which were up to 77 cm high, were classified as semidwarfed, over 96 cm as high and between these values as mean. As the number of tillers did not agree with the increased tillering capacity of Diamant, only the height of the plant was evaluated in the population of crosses Valtický and Diamant in F2 generation. Height sorting split the plants to short (47–77 cm), mean (78–95 cm) and high



Obr. 2 / Fig. 2 Dendrogram genetické příbuznosti uvedených odrůd založený na datech získaných pomocí osmi RAPD primerů s celkovým počtem 41 alel. Červeně jsou označeny odrůdy příbuzné s Diamantem / *Dendrogram of genetic affinity of the given varieties based on the data acquired with eight RAPD primers with total number of 41 alleles. Varieties related to Diamant are marked in red*

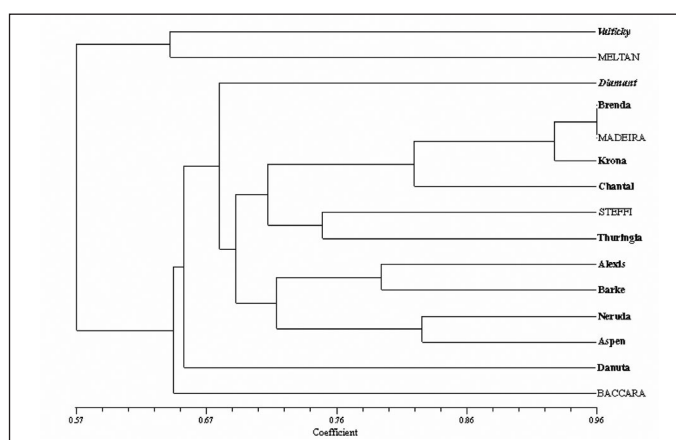
u odrůdy Diamant (*tab. 4*). Celková enzymatická aktivita daná hodnotou relativního extraktu při 45 °C byla u obou odrůd nadprůměrná a dosahovala hodnot kolem 38,5 %. Proteolytické rozluštění bylo výrazně vyšší u odrůdy Diamant. Aktivita amylolytických enzymů byla u obou odrůd na nadprůměrné až optimální úrovni. Nepřímé měřítko úrovně modifikace sladu „rozdíl extraktů v jemném a v hrubém mletí“ ukazuje, že odrůda Diamant měla lepší úroveň modifikace sladu než odrůda Valtický. Úroveň prokvašení byla u obou odrůd stejná a z dnešního pohledu nízká, ale vyhovovala by spolu s úrovní relativního extraktu požadavkům na slad pro výrobu českého piva [24]. Odrůda Valtický vykazovala vyšší hmotnost tisíce zrn a vyšší objemovou hmotnost ječmene i sladu, než odrůda Diamant.

U vzorků odrůd Valtický a Diamant vypěstovaných v Žabčicích v roce 2004 bylo stanoveno širší spektrum parametrů, odpovídající dnešnímu požadavkům. U obou odrůd byl zjištěn vyšší obsah extraktu než v letech 1965–1972, přičemž více extraktu vykazovala odrůda Diamant. Ostatní parametry víceméně korespondovaly s předchozími měřeními. Cytolytické rozluštění dané friabilitou a obsahem β -glukanů ve sladidně bylo u obou odrůd z dnešního pohledu nedostatečné, ale u odrůdy Diamant o málo lepší než u odrůdy Valtický. Problém s čírostí sladiny odrůdy neměly.

4.3 Molekulární analýzy

Pomocí metody RAPD jsme při určování genetické příbuznosti odrůd uvedených v *tab. 1* získali celkem 41 alel, na jejichž základě byl sestrojen dendrogram genetické příbuznosti (*obr. 2*). Použité primery od sebe spolehlivě odlišily všechny odrůdy zařazené do pokusu, avšak nepodařilo se touto metodou odlišit odrůdy příbuzné s Diamantem od odrůd ostatních.

Pomocí metody SSR bylo nalezeno velké množství polymorfismu



Obr. 3 / Fig. 3 Dendrogram genetické příbuznosti založený na datech získaných pomocí SSR. Odrůdy příbuzné s Diamantem jsou vyznačeny tučně, odrůdy nepříbuzné velkými písmeny [12] / *Dendrogram of genetic affinity based on the data acquired with SSR. Varieties related to Diamant are marked in bold, nonrelated varieties in capitals [12]*

(96–125 cm) (Fig. 1). Representation of plants in this trait was in ratio 1:1.78:1.04, $\chi^2 = 1.34$. This ratio can therefore be considered theoretically expected 1:2:1, which corresponds with codominant major gene inherited in Mendelian way, in this case the semi-dwarfism gene.

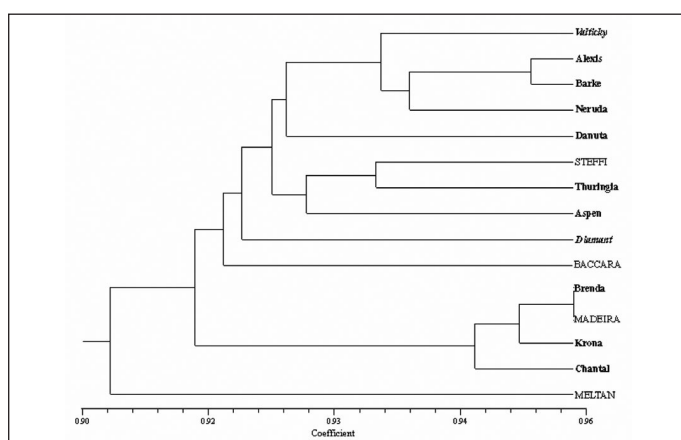
4.2 Malt analysis

Average values for individual years (*Tab. 3*) show that the variety Valtický exhibited a higher tendency to nitrogen accumulation than the variety Diamant. Higher ratio of nitrogenous substances in grain of the variety Valtický reduced starch content and subsequently extract content in malt compared with the variety Diamant. The author of the variety [1] also presents higher extract values than in the variety Diamant (*Tab. 4*). Total enzymatic activity given by the value of relative extract at 45 °C in both varieties was above average and it achieved values around 38.5 %. Proteolytic modification was significantly higher in the variety Diamant. Activity of amylolytic enzymes was in both varieties on the above average to optimum level. Indirect measure of the level of malt modification "difference of extracts in fine and coarse grinding" shows that the variety Diamant had better level of malt modification than the variety Valtický. Degree of attenuation was in both varieties the same and from today's point of view low but together with relative extract it would meet the requirements for malt for production of Czech beer [24]. The variety Valtický showed higher weight of thousand grains and higher volume weight of barley and malt than the variety Diamant.

In samples of the varieties Valtický and Diamant grown in Žabčice in 2004, wider range of parameters meeting today's requirement were assessed. In both varieties higher extract content than in years 1965-1972 was determined and the variety Diamant showed more extract. The other parameters corresponded more or less with the previous

Tab. 3 Sladovnícké hodnoty odrůd Valtický a Diamant (sklizňové ročníky 1965–1972) /Malting values of the varieties Valtický and Diamant (harvest years 1965–1972)

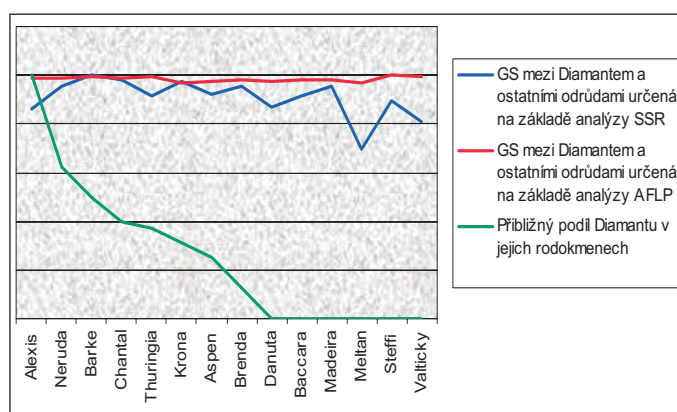
[illegible]



Obr. 4 / Fig. 4 Dendrogram genetické příbuznosti založený na datech získaných pomocí AFLP. Odrůdy příbuzné s Diamantem jsou vyznačeny tučně, odrůdy nepříbuzné velkými písmeny [12] / *Dendrogram of genetic affinity based on the data acquired with AFLP. Varieties related to Diamant are marked in bold, nonrelated varieties in capitals [12]*

mezi všemi použitými odrůdami (Valtický, Diamant, Alexis, Neruda, Barke, Chantal, Thuringia, Krona, Aspen, Brenda, Danuta, Baccara, Madeira, Meltan, Steffi). Z celkového počtu 122 bylo identifikováno 51 lokusů, na kterých došlo k mutaci ozářením Valtického v rozsahu použitých mikrosatelitních markerů, a to na všech sedmi chromozomech. Z výsledku je zřejmé, že mutace zasáhla značné množství lokusů, což potvrzuje značnou genetickou vzdálenost Diamantu od Valtického. Důvodem této neočekávané rozdílnosti může být nejen mutace způsobená ozářením, nýbrž i genetická nehomogenita obou výchozích odrůd, které pravděpodobně nebyly potomky jediné linie, jak je obvyklé u dnešních odrůd, ale mohly být směsí více linií, navzájem velmi podobných.

Také pomocí AFLP bylo nalezeno velké množství polymorfismu jak mezi Valtickým a Diamantem, tak mezi všemi sledovanými odrůdami. Bylo získáno celkem 1591 AFLP fragmentů, z nichž 670 (tj. 42,1 %) bylo polymorfních pro všechny analyzované odrůdy, a 189 (tj. 11,9 %) bylo polymorfních pro Valtický a Diamant. Genetické příbuznosti vyjádřené graficky pomocí dendrogramů jsou shrnuty na *obr. 3 a 4*.



Obr. 5 / *Fig. 5* Hodnoty genetické příbuznosti mezi Diamantem a ostatními odrůdami určené na základě SSR a AFLP a jejich srovnání s hodnotami přibližného podílu Diamantu v jejich rodokmenech / *Values of genetic affinity between Diamant and other varieties determined by SSR and AFLP and their comparison with values of approximate contribution of Diamant in their pedigrees*

measurement. Cytolytic modification given by friability and β -glucan content in wort was in both the varieties from the today's point of view insufficient but in the variety Diamant it was a slightly better than in the variety Valtický. The varieties did not have a problem with wort turbidity.

4.3 Molecular analyses

The RAPD method was used for determination of genetic affinity of varieties presented in *Tab. 1*. We acquired 41 alleles and dendrogram of genetic affinity was designed on their basis (*Fig. 2*). The primers used reliably distinguished all varieties included in the experiment, however this method was not successful in distinguishing the varieties related to Diamant from the other varieties.

The SSR method helped to find a large quantity of polymorphism among all the varieties used (Valtický, Diamant, Alexis, Neruda, Barke, Chantal, Thuringia, Krona, Aspen, Brenda, Danuta, Baccara, Madeira, Meltan, Steffi). Of the total number of 122, 51 loci were identified where mutation caused by irradiation of Valtický in the scope of

the used microsatellite markers occurred on all seven chromosomes. The results evidently show that mutation affected a substantial quantity of loci, which confirms a considerable genetic distance of Diamant from Valtický. This unexpected difference can be a result of not only mutation caused by irradiation but also genetic nonhomogeneity of both original varieties which probably were not offspring of the only line as it is usual in today's varieties but they could be a mixture of more lines, very similar to each other.

The AFLP method helped to find a big number of polymorphism between Valtický and Diamant, and also among all the followed varieties. 1591 AFLP fragments were acquired, 670 (i.e. 42.1 %) of which were polymorphic for the analyzed varieties, and 189 (i.e. 11.9 %) were polymorphic for Valtický and Diamant. Genetic affinities presented graphically using dendrograms are summarized in *Fig. 3* and *4*. Also in this case all the varieties used in the experiment were distinguished from the other varieties, but not the varieties related to Diamant.

Tab. 4 Sladovnícké hodnoty odrůd Valtický a Diamant / *Malting values of the varieties Valtický and Diamant*

Metody	Methods	Jednotky Units	2004		1967*	
			V	D	V	D
Obsah vody v ječmeni /	Water content in barley	%	10,5	10,1	11,4	10,7
Dusíkaté látky v ječmeni /	Nitrogen substances in barley	%	12,3	12,9		
Obsah vody ve sladu /	Water content in malt	%	5,7	9,6		
Extrakt ve sladu /	Extract in malt	%	82,2	84,1	80,7	81,0
Relativní extrakt při 45 °C /	Relative extract at 45 °C	%	36,6	38,1		
Kolbachovo číslo /	Kolbach index	%	43,2	44,1	38,8	38,7
Diastatická mohutnost /	Diastatic power	WK	359	353	253	293
Dosažitelný stupeň prokvašení /	Apparent final attenuation	%	75,8	78,1		
Friabilita /	Friability	%	60,0	61,0		
β-Glukany ve sladině /	β-Glucans in wort	mg/l	689,0	558,0		
Pentosany ve sladině /	Pentosans in wort	mg/l	747,0	675,0		
Dusíkaté látky ve sladu /	Nitrogen substances in malt	%	12,0	12,5		
Rozpuštěný dusík ve sladu /	Soluble nitrogen in malt	mg/l	833,0	880,0		
Glycidový extrakt ve sladu /	Glycide extract in malt	%	77,0	78,6		
Rozdíl extraktů /	Difference of extracts	%	3,4	2,4		
Sklovitá zrna /	Glassy grains	%	0,2	0,2		
Homogenita friabilimetrem /	Homogeneity by friabilimeter	%	78,5	78,0		
Částečné sklovitá zrna /	Semi-glassy grains	%	21,3	21,8		
Průměrná délka stříelky /	Average length of acrospire		63,4	63,9		
Viskozita sladiny /	Wort viscosity	mPas	1,62	1,55		
Barva sladiny /	Wort colour	EBC	2,4	2,5		
Doba zcukření /	Saccharification time	min	10,0	10,0		
Zákal sladiny 90° /	Turbidity of wort 90°	EBC	1,0	0,8		
Zákal sladiny 15° /	Turbidity of wort 15°	EBC	0,8	0,7		
Čírost sladiny vizuálně /	Wort clarity visually		1,0	1,0		
Obsah škrobu /	Starch content	%			62,6	63,0

Vysvětlivky / Notes: V – odrůda / variety Valtický D – odrůda / variety Diamant
*Zdroj / Source: Bouma 1967

Tab. 5 Polymorfismus mezi Valtickým a Diamantem podle dat získaných SSR analýzou / *Polymorphism between Valtický and Diamant based on the data acquired with the SSR analysis*

Chr. Chr.	Celkový počet mikrosatelitů Total number of microsatellites	Počet polymorfních mikrosatelitů Number of polymorphic microsatellites	% polymor. mikrosatelitů na chr. % polymor. microsatellites on chr.
1H	18	2	11.1
2H	24	13	54.2
3H	17	6	35.3
4H	18	8	44.4
5H	14	11	78.6
6H	11	4	36.4
7H	19	7	36.8
total	122	51	41.8

I v tomto případě se podařilo oddělit všechny odrůdy použité v pokusu, nikoli však odrůdy příbuzné s Diamantem od odrůd ostatních.

Odrůdy zde použité mají rodokmeny navzájem propletené, např. ty, které nejsou příbuzné s Diamantem, jsou příbuzné s některým z rodičů odrůd s Diamantem příbuzných, a zde vzniká silný příbuzenský vztah, který je silnější než příbuznost s Diamantem vzdálená o jednu nebo dvě generace více. Příkladem je odrůda Thuringia, která je příbuzná s Diamantem a zároveň má ve svém rodokmenu odrůdu Steffi, která samotná byla v tomto experimentu použita a s Diamantem příbuzná není. Další příčinou může být příliš malý podíl genomu Diamantu v těchto odrůdách, než aby byl detekovatelný pomocí genetických markerů.

Při sledování genetické příbuznosti určené na základě molekulárních analýz a rodokmenových dat byly zjištěny značné rozdíly. S klesajícím podílem genomu Diamantu ve sledovaných odrůdách byl také očekáván pokles hodnot genetické příbuznosti těchto odrůd s Diamantem (obr. 5). Tento předpoklad se nesplnil, hodnoty genetické příbuznosti se zdají být naprosto nezávislé na rodokmenových datech. Stejně jako v tomto pokusu prezentuje mnoho autorů nesrovnalosti mezi získanými molekulárními daty a rodokmenovou informací. Podle Simioniuc et al. [25] dendrogramy založené na odhadech genetické příbuznosti, získaných na základě molekulárních technik, odrážejí rodokmenová data jen do určité míry. To platí zvláště v případě, kdy nejsou v analýze zahrnuty všechny rodičovské odrůdy, protože selekce může vést ke značně změněnému podílu vlastních rodičovských genomů. Tento fakt může být způsoben následujícími důvody: genové banky vlastní velké množství různých odrůd; jejich jména bývají znovu používána šlechtiteli; existující problémy s udržením diverzity v rámci odrůdy uložené v genové bance. Historicky však rodokmenová data byla jediným zdrojem informace pro šlechtitele rostlin na začátku programu křížení [26].

V minulosti byly často široce využívány nepřímé odhady příbuznosti pomocí rodokmenových dat u mnoha druhů včetně ječmene. Tyto odhady nemohou vždy odrážet skutečné vztahy mezi liniemi. Nízké hodnoty korelace mezi molekulárními a rodokmenovými daty vedly k závěru, že informace získané na základě rodokmenu nemohou být tak využitelné pro jisté aplikace, pro které byly využívány v minulosti [27]. V každém případě odhady hodnot genetické příbuznosti založené na molekulárních datech budou poskytovat více informací, než je možné získat z rodokmenů odrůd [28].

V tab. 5 je uvedena úroveň polymorfismu mezi Valtickým a Diamantem v rámci jednotlivých chromozomů, která byla značně rozdílná, největší na chromozomu 5H, výrazně nízká naopak na chromozomu 1H, což je pravděpodobně jeden z důvodů, proč mutací nebyla negativně ovlivněna sladovnická jakost Diamantu. Na chromozomech 5H a 6H se totiž nachází nejméně QTL pro sladovnickou jakost jarního ječmene, zatímco na chromozomech 1H, 2H, 4H a 7H se nachází významné QTL pro tuto vlastnost [29]. Tyto čtyři chromozomy byly mutací detekovatelnou použitými mikrosatelitními markery zasaženy méně (11,1 až 44,4 %) než chromozomy 5H a 6H.

The varieties used in the experiment have pedigrees mutually interrelated e.g. those not related to Diamant are related to some of parents of varieties related to Diamant and strong relationship, stronger than affinity with Diamant distant by one or two generations, originates here. The example is a variety Thuringia, which is related to Diamant and at the same time it has in its pedigree a variety Steffi that was used in this experiment itself and is not related to Diamant. Another cause can be that the ratio of the genome of Diamant was too small to be detected with genetic markers in these varieties.

Study of genetic affinity determined on the basis of molecular analyses and pedigree data found considerable differences. With decreasing rate of the Diamant's genome in the studied varieties also the decrease in values of genetic affinity with Diamant of these varieties was expected (Fig. 5). This assumption was not fulfilled, values of genetic affinity seem to be entirely independent on pedigree data. Similarly as in this experiment, many authors present inconsistency between obtained molecular data and pedigree information. According to Simioniuc et al. [25], dendrograms based on estimations of genetic affinity obtained with molecular techniques, reflect pedigree data only to a certain extent. This is true mainly in case when not all parental varieties are included into the analysis as selection can lead to a considerably changed rate of parental genomes. This fact can be caused by the following reasons: gene banks own a big amount of various varieties; their names are often reused by breeders; existing problems with maintaining the diversity within one variety deposited in the gene bank. Historically, however, the pedigree data were the only source of information for breeders of plants at the beginning of the crossing programme [26].

In the past indirect estimations of affinity were widely used using the pedigree data in many species including barley. These estimations cannot always reflect real relationships among the lines. Low values of correlation between molecular and pedigree data led to the conclusion that information obtained on the basis of pedigree cannot be used for certain applications for which they were used in past [27]. Nevertheless, estimations of values of genetic affinity based on molecular data will provide more information than it is possible to obtain from pedigrees of varieties [28].

Tab. 5 shows that level of polymorphism between the varieties Valtický and Diamant in the framework of individual chromosomes was considerably different, the highest on the chromosome 5H, on the contrary significantly low on the chromosome 1H; this is probably one of the reasons why mutation did not negatively affect malting quality of Diamant. Least QTL for malt quality of spring barley is found on chromosomes 5H and 6H, while significant QTL for this trait is on the chromosomes 1H, 2H, 4H and 7H [29]. These four chromosomes were affected by mutation detectable with the used microsatellite markers less (11.1 to 44.4 %) than the chromosomes 5H and 6H.

Poděkování

Sladařská část článku byla zpracována v rámci řešení výzkumného záměru VÚPS, a. s. „Výzkum sladařských a pivovarských surovin a technologií“ (identifikační kód MSM6019369701).

Lektoroval Ing. Ivan Langer, CSc.
Do redakce došlo 4.1. 2007

Acknowledgement

Malting part of the study was elaborated in the framework of the solution of the research project of the RIBM, Plc. „Research of Malting and Brewing Raw Materials and Technologies“ (identification code MSM6019369701).

Translated by Vladimíra Nováková

SUPERODOLNÉ PODLAHY

najdete nás na veletrhu Salima 2008, pavilón F, stánek 63

Podlahový systém UCRETE® splňuje nejnáročnější kritéria. Tento speciálně formulovaný polyuretanový beton nachází uplatnění zejména v extrémně náročných podmínkách potravinářského, chemického a farmaceutického průmyslu. Lehce profilovaný povrch nabízí optimální stupeň nekluznosti v suchých i mokřích provozech. Podlahy UCRETE® se lehce čistí, neuškodí jim horká pára a horká voda. Díky bezspárému provedení výborně odolávají bakteriím i kombinaci teplotního i chemického namáhání.

UCRETE®



BASF

The Chemical Company

BASF Stavební hmoty Česká republika s.r.o., K Májovu 1244, 537 01 Chrudim, www.ucrete.cz, ucrete@basf-sh.cz
BASF Slovensko spol. s r.o., divízia Stavebné hmoty Žilina, Na Stanicu 937/26B, 010 09 Žilina, www.basf-sh.sk

Literatura / References

1. Bouma, J.: New Variety of Spring Barley *Diamant* in Czechoslovakia. Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahrgang 1967, 2, 177–182.
2. Bouma, J., Ohnoutka, Z.: Importance and application of the mutant *Diamant* in spring barley breeding. Proceed. of an International Symposium on the Contribution of Plant Mutation Breeding to Crop Improvement in Vienna, 1991.
3. Lekeš, J.: Šlechtění obilovin na území Československa. Plant Select, s. r. o., Brázda, 1997.
4. Baumer, M., Cais, R.: Abstammung der Gerstensorten. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, 2004, www.efl.ipz/getreide/.
5. Databáze EVIGEZ -Evidence genových zdrojů v České republice, <http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/>.
6. Petr, J.: Co přinesla odrůda *Diamant* českému a evropskému ječmenářství. Ječmenářská ročenka 2003, VÚPS, Praha, 2002, ISBN 80-86576-04-3.
7. Bouma, J.: Vliv jarních ječmenů *Valtického* a *Diamantu* na rozvoj ječmenářství v Československu a Evropě. Habilitační práce, 1991.
8. Mickelson, H. R., Rasmusson, D. C.: Genes for short Stature in Barley. Crop Sci. 34, 1994, 1180–1183.
9. Laurie, D. A., Pratchett, N., Romero, C., Sipson, E., Snape, J. W.: Assignment of the *denso* dwarfing gene to the long arm of chromosome 3 (3H) of barley by use of RFLP markers. Plant Breed. 111, 1993, 198–203.
10. Hellewell, K. B., Rasmusson, D. C., Gallo-Meagher, M.: Enhancing Yield of Semidwarf Barley. Crop Sci. 40, 2000, 352–358.
11. Rasmusson, D. C., Bantarri, E. E., Lambert, J. W.: Registration of M21 and M22 semidwarf barley germplasm. Crop Sci. 13, 1973, 777.
12. Mičochová, L., Chloupek, O., Uptmoor, R., Ordon, F., Friedt, W.: Molecular analysis of the barley cv. *Valtický* and its X-ray-derived semidwarf mutant *Diamant*. Plant Breeding 123, 2004, 421–427.
13. Kraus, I., Špunarová, M., Hartmann, J.: An effective set of primers for identification of spring barley varieties grown in the Czech Republic and genetic diversity of these varieties. Rostlinná Výroba 47, 2001, 309–313.
14. Svědihrová, M.: Hodnocení odrůd a nových šlechtění sladovnického ječmene podle pivovarských vlastností. Závěrečná zpráva, VÚPS, Brno, 1966.
15. Svědihrová, M.: Výzkum odrůd a nových šlechtění sladovnického ječmene. Závěrečná zpráva, VÚPS, Brno, 1967.
16. Svědihrová, M., Hlavinková, M.: Výzkum odrůd a nových šlechtění sladovnického ječmene. Závěrečná zpráva VÚPS, Brno, 1968.
17. Svědihrová, M., Hlavinková, M.: Výzkum odrůd a nových šlechtění sladovnického ječmene. Závěrečná zpráva VÚPS, Brno, 1969.
18. Svědihrová, M., Hlavinková, M.: Výzkum odrůd a nových šlechtění sladovnického ječmene. Závěrečná zpráva VÚPS, Brno, 1970.
19. Svědihrová, M., Hlavinková, M.: Výzkum odrůd a nových šlechtění sladovnického ječmene. Závěrečná zpráva VÚPS, Brno, 1971.
20. Svědihrová, M., Hlavinková, M.: Výzkum odrůd a nových šlechtění sladovnického ječmene. Závěrečná zpráva VÚPS, Brno, 1972.
21. Svědihrová, M., Hlavinková, M.: Výzkum odrůd a nových šlechtění sladovnického ječmene. Závěrečná zpráva VÚPS, Brno, 1973.
22. EBC Analysis Committee: Analytica-EBC, Verlag Hans Carl Gröschel-Fachverlag, Nürnberg, 1998.
23. MEBAK: Brautechnische Analysenmethoden, Band I, Freising - Weihenstephan, 1997.
24. Kosař, K., Psota, V., Mikyška, A.: Barley varieties suitable for production of the Czech-type Beer. Czech J. Genet. Plant Breed. 40, 4, 2004, 137–139.
25. Simioniuc, D., Uptmoor, R., Friedt, W., Ordon, F.: Genetic diversity and relationships among pea cultivars revealed by RAPDs and AFLPs. Plant Breed. 121, 2002, 429–435.
26. Russell, R. J., Ellis, R. P., Thomas, W. T. B., Waugh, R., Provan, J., Booth, A., Fuller, J., Lawrence, P., Young, G., Powell, W.: A retrospective analysis of spring barley germplasm development from 'foundation genotypes' to currently successful cultivars. Molecular Breeding 6, 2000, 553–568.
27. Graner, A., Ludwig, W. F., Melchinger, A. E.: Relationships among European barley germplasm. 2. comparison of RFLP and pedigree data. Crop Sci. 34, 1994, 1199–1205.
28. Russell, J., Fuller, J., Young, G., Thomas, B., Taramino, G., Macaulay, M., Waugh, R., Powell, W.: Discriminating between barley genotypes using microsatellite markers. Genome 40, 1997, 442–450.
29. <http://www.css.orst.edu/barley/nabgmp/qtlsum.htm>.