

DOI: 10.18832/kp201710

História a progres šľachtenia jačmeňa v Sládkovičove

History and Progress of Barley Breeding in Sládkovičovo

Vratislav PSOTA¹, Tomáš KRAJČOVIČ², Klára KRIŽANOVÁ³, Lenka SACHAMBULA¹¹Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Sladařský ústav, Mostecká 7, 614 00 Brno, Česká republika
*Research Institute of Brewing and Malting, Plc, Malting Institute, Mostecká 7, 614 00 Brno, Czech Republic*²Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov (FBP), Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika*Slovak University of Agriculture in Nitra, Department of Plant Products Storage and Processing (FBFS), Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic*³HORDEUM, s.r.o., Nový Dvor 1052, 925 21 Sládkovičovo, Slovenská republika*HORDEUM Ltd, Nový Dvor 1052, 925 21 Sládkovičovo, Slovak Republic*

e-mail: psota@beerresearch.cz; krajcovic.thomas@googlegmail.com; sachambula@beerresearch.cz; krizanova@hordeum.sk

Recenzovaný článok / *Reviewed Paper***Psota, V., Krajčovič, T., Križanová, K., Sachambula, L., 2017: História šľachtenia jačmeňa v Sládkovičove.** Kvasny Prum. 63, č. 2, s. 70–80

Štúdiá sumarizuje výsledky agronomických a sladovníckych vlastností sladovníckych odrôd jačmeňa jarného, vyšľachtených na Šľachtiteľskej stanici Sládkovičovo v rokoch 1938–2010. Šľachtiteľský progres sa odrazil v medziročnom zvýšení výnosu zrna o 0,024 t/ha, hmotnosti tisícich zrn o 0,07 g, podielu predného zrna o 0,14 percentuálneho bodu (p. b.), ďalej došlo medziročne k zníženiu výšky rastlín o 0,18 cm a obsahu dusíkatých látok o 0,03 p. b. Medziročne došlo k zvýšeniu obsahu extraktu o 0,055 p. b., stupňa prekvasenia o 0,07 p. b., Kolbachovho čísla o 0,11 p. b. a relatívneho extraktu o 0,09 p. b. Medziročne došlo k poklesu obsahu β -glukánov v sladine o 5,4 mg/l a vzostupu hodnoty friability o 0,3 p. b. Farba sladiny a farba sladiny po povarení medziročne vzrástla o 0,008 j. EBC a o 0,014 j. EBC.

Psota, V., Krajčovič, T., Križanová, K., Sachambula, L., 2017: History and progress of barley breeding in Sládkovičovo. Kvasny Prum. 63, No. 2, pp. 70–80

Study summarizes the results of agronomical and malting parameters of spring malting barley varieties bred in the Breeding Station Sládkovičovo in the period of 1938–2010. Progress in breeding was reflected in the year-on-year increase in grain yield by 0.024 t/ha, thousand grain weight by 0.07 g, sieving fractions above 2.5 mm by 0.14 percentage points (pp), further, year-on-year reduction in plant height by 0.18 cm and nitrogenous substances content by 0.03 pp were recorded. Year-on-year increase in extract content by 0.055 pp, apparent final attenuation by 0.07 pp, Kolbach index by 0.11 pp and relative extract by 0.09 pp were identified. The year-on-year decline in β -glucan content in wort by 5.4 mg/l and increase in the value of friability by 0.3 pp were recorded. Wort color and wort color after boiling increased year-on-year by 0.008 unit EBC and by 0.014 unit EBC.

Psota, V., Krajčovič, T., Križanová, K., Sachambula, L., 2017: Die Geschichte der Gerstenzüchtung in Sládkovičovo. Kvasny Prum. 63, Nr. 2, S. 70–80

Der Artikel befasst sich mit den Ergebnissen von Eigenschaften der Sommergerstensorten, die im Zeitraum 1938–2010 in der Zuchtstation Sládkovičovo (Slowakei) gezüchtet worden waren. Der Anstieg im Vorjahresvergleich im Getreideertrag tut 0,024 t/ha, Tausend Korngewicht um 0,07 g, Vollkorn am Sieb 2,5 mm um 0,14 Prozentpunkt, in der Niedrigung der Pflanzhöhe um 0,18 cm und im Gehalt an Stickstoff um 0,03 des Prozentpunktes. Im Vorjahresvergleich Weiter wurde Anstieg an Gehalt am Extrakt um des Prozentpunktes, am Vergärungsgrad um 0,07 des Prozentpunktes, an Kolbachzahl um 0,11 des Prozentpunktes, an relativen Extrakt um 0,09 des Prozentpunktes festgestellt. Im Jahresvergleich wurde ein Abfall des Gehalts an β -Glukanen in der Süßwürze um 5,4 mg/l und Anstieg an Friabilität um 0,3 des Prozentpunktes anerreicht. Im Jahresvergleich wurde der Anstieg der Farbe der Süßwürze und Süßwürze nach dem Kochen 0,008 EBC Einheiten und um 0,014 EBC Einheiten.

Kľúčová slova: jačmeň jarný, odroda, šľachtiteľský progres, sladovnícka kvalita, úrodnotvorné prvky, Sládkovičovo, Diószeg**Keywords:** barley, variety, breeding progress, malting quality, yield components, Sládkovičovo, Diószeg

1 ÚVOD

Šľachtenie je jedným z hlavných faktorov pokroku v rastlinnej výrobe a priestorom pre využitie výsledkov biologického bádania v praxi. Šľachtenie rastlín na území dnešnej Slovenskej republiky začalo o 5–15 rokov neskôr ako v okolitých krajinách a oproti Anglicku o viac než 30 rokov neskôr (Jamárik, 1970). Rovnako ako v okolitých krajinách, aj na Slovensku dochádzalo najprv k primitívnemu výberu osiva z lepších porastov a jeho výmene medzi jednotlivými poľnohospodármi (Lekeš et al., 1985).

Do roku 1918 bolo šľachtenie na Slovensku historicky spojené so šľachtením v bývalom Rakúsko-Uhorsku, predovšetkým s pracoviskom Országos Magyar Királyi Növénynevelési Intézet v Magyaróváre, ktoré bolo založené v roku 1909 (Grabner, 1913).

Začiatok šľachtenia jačmeňa jarného formou hromadného výberu z krajových odrôd sa v Sládkovičove (do roku 1918 sa obec nazývala Diószeg, potom do roku 1948 Diosek) datuje od roku 1909 (Lekeš,

1 INTRODUCTION

Breeding is one of the main levers of progress in plant production and it is the space for the effective use of results of biological research in practice. Plant breeding in the territory of the today's Slovak Republic started 5–15 years later than in the surrounding countries and compared to England more than 30 years later (Jamárik, 1970). In Slovakia, similarly as in the surrounding countries, seeds were firstly primitively selected from the best crops and exchanged between the individual farmers (Lekeš et al., 1985).

To 1918, breeding in Slovakia was historically connected with breeding in the former Austro-Hungarian Empire, especially with the workplace Hungarian Royal National Institute for Plant Breeding (Országos Magyar Királyi Növénynevelési Intézet) in Magyaróvár, which was founded in 1909 (Grabner, 1913).

The beginning of spring barley breeding in a form of mass selection from landraces in Sládkovičovo (to 1918 the name of the commu-

1964). Všetky šľachtiteľské pokusy zahájené pred rokom 1912 však po krátkom čase zanikli (Jamárik, 1970). Zásluhou Karla Kuffnera bol založený súkromný výskumný ústav poľnohospodársky v Diószegu, ktorý sa zameriaval na výskum a šľachtenie cukrovej repy, pšenice, kukurice, jačmeňa, hrachu a viky jarnej (Hallon et al., 2009). Systematické šľachtiteľské práce na veľkostatku spoločnosti Diószegská hospodárska, cukrovnícka a liehovárnícka akciová spoločnosť (Diószegi Gazdaság, Cukor- és Szeszgyár Részvénytársaság) sa rozvíjali až od roku 1912, kedy sa začalo s individuálnymi výbermi a už v roku 1918 s krížením, teda s využitím kombinačných schopností. Tieto metodiky predstavovali systematické šľachtenie, ktoré prinieslo na ten čas veľké úspechy (Haruštiak, 1962). V roku 1928 sa evidujú začiatky kombinačného kríženia krajových odrôd s niektorými vhodnými zahraničnými odrodami a zámerného šľachtenia jačmeňa jarného na rezistenciu proti chorobám.

Prvým šľachtiteľom jarného jačmeňa v Sládkovičove bol Ing. Adler, ktorý použil metódu hromadného výberu. Ďalšími šľachtiteľmi boli do roku 1946 Ing. Kreschl a Dr. Firbas. V rokoch 1912 až 1945 bolo na Šľachtiteľskej stanici v Sládkovičove vyšľachtených 10 odrôd jačmeňa jarného (Haruštiak, 1962). Z odrody Proskowetz Hana Pedigree boli vyšľachtené odrody Diosecký 62 (1925), Diosecký 236 (1925), Diosecký 496 (1926), Diosecký 736 (1929) a Diosecký 738 (1936).

Lekeš (1997) uvádza, že odroda Diosecký Kneifel (1942) bola individuálnym výberom vyšľachtená z odrody Opavský Kneifel, ktorá bola vyšľachtená výberom z hanáckých krajových kultivarov. Lekeš (1997) navyše u tejto odrody uvádza, že bola v roku 1947 premenovaná na Diosecký 802. Iný literárny zdroj, ktorý by potvrdzoval toto tvrdenie, sa však nepodarilo nájsť. V roku 1950 bol tento názov zmenený na Slovenský 802 (Sobotka et al., 1958), čo by znamenalo, že odrody Diosecký Kneifel a Slovenský 802 nie sú dve, ale len jedna odroda. Odroda Slovenský 802 sa udržala až do roku 1967.

Vyššie uvedené odrody sa väčšinou vyznačovali vysokou sladovníckou kvalitou, avšak na druhej strane nestabilnými úrodami, boli viac poľehavé, ich odolnosť proti chorobám bola nízka a napríklad odrody Diosecký 62 alebo Diosecký 236 sa udržali len na krátky čas (Jamárik, 1970).

Na jeseň roku 1944 bol vydaný príkaz na evakuáciu všetkého šľachtiteľského materiálu. Kompletný šľachtiteľský materiál vrátane príslušnej dokumentácie sa však podarilo ukryť u štyroch zamestnancov stanice, ktorí zo Sládkovičova neodišli. Šľachtiteľská práca tak mohla bez prerušenia pokračovať aj po skončení 2. svetovej vojny (Jamárik, 1962).

V roku 1948 bola znárodnená spoločnosť, ku ktorej patrila šľachtiteľská stanica Sládkovičovo. V rokoch 1946–1962 boli povolené štyri odrody (Haruštiak, 1962). V rokoch 1946–1969 šľachtili jarný jačmeň Ing. C. Haraj, Ing. J. Kosák a Ing. L. Valterová-Papšová. Už v roku 1946 boli povolené odrody Slovenský dunajský trh (pôvodný názov Diosecký dunajský trh), Slovenský jemný (pôvodný názov Diosecký jemný), Slovenský kvalitný (pôvodný názov Diosecký kvalitný) a Šprinter (pôvodný názov Diosecký Sprinter).

Tieto odrody nemalou mierou prispeli k zvyšovaniu hektárových úrod, najmä po prechode poľnohospodárstva na veľkovýrobné formy hospodárenia. Na Slovensku bolo do roku 1960 až 90 % plôch osiatych odrodami jačmeňa jarného, vyšľachtenými v Sládkovičove.

Najväčšie rozšírenie dosiahla odroda Slovenský dunajský trh (1946–1969), ktorá sa pre svoje hospodárske vlastnosti a úrodnosť pestovala aj v Čechách. O jej dobrej sladovníckej akosti svedčí aj skutočnosť, že v roku 1960 sa v celoštátnej súťaži sladovníckych jačmeňov umiestnila na prvom a druhom mieste. Spolu s odrodou Slovenský 802 boli v bývalom Československu štandardnými odrodami sladovníckej kvality. V roku 1965 bola povolená odroda Dvoran a v roku 1967 odroda Sladar. V rokoch 1967–1973 sa tieto odrody pestovali na 60–65 % všetkých pestovateľských plôch na Slovensku. Odroda Dvoran sa v období 1970–1975 pestovala v bývalých krajinách ZSSR na výmere asi 1 milión hektárov (Haraj, 1968). Od roku 1967 bola šľachtiteľská stanica Sládkovičovo súčasťou firmy Slovosivo, n.p.

Požiadavky na odrody s rozvojom poľnohospodárskej veľkovýroby neustále vzrastali. Okrem vysokej úrody a kvality sa požadovala aj vhodnosť odrôd pre mechanizáciu a odolnosť proti chorobám. Od roku 1970 vychádzal na Slovensku rozvoj šľachtenia obilnín, a teda aj jačmeňa jarného, z dlhodobých „Tematických úloh“ vypísaných Ministerstvom poľnohospodárstva a výživy Slovenskej socialistickej republiky. Hlavné kritériá boli zamerané na odolnosť proti poľehaniu (na jej zvýšenie sa využívali v kombinačnom krížení krátko-stebelnaté mutanty z odrody Triumf a ďalšie odrody z Japonska či Poľska), rezistenciu

nity was Diószeg, then Diosek till 1948) dates back to 1909 (Lekeš, 1964). However, all breeding experiments that had started before 1912 finished after a short time (Jamárik, 1970). Thanks to Karel Kuffner, the private research institute in agricultural in Dioszeg focusing on research and breeding of sugar beet, wheat, corn, barley, peas and spring vetch was founded (Hallon et al., 2009). Systematic breeding work on a large estate of the company Diószegi Economic, Sugar and Spirit joint stock company (Diószegi Gazdaság, Cukor- és Szeszgyár Részvénytársaság) continued to 1912 when individual selections started and crossing, it means the use of combination capacities began as early as in 1918. These methods represented systematic breeding which brought for those days great success (Haruštiak, 1962). In 1928, beginnings of combination crossing of landraces with some suitable foreign varieties and purposeful breeding of spring barley for resistance to diseases were recorded.

The first spring barley breeder in Sládkovičovo was Ing. Adler, who used the method of mass selection. Other breeders to 1946 were Ing. Kreschl and Dr. Firbas. In 1912 to 1945, 10 spring barley varieties were bred in the Breeding Station in Sládkovičovo (Haruštiak 1962). From the variety Proskowetz Hana Pedigree, varieties Diosecký 62 (1925), Diosecký 236 (1925), Diosecký 496 (1926), Diosecký 736 (1929) and Diosecký 738 (1936) were bred.

Lekeš (1997) states that the variety Diosecký Kneifel (1942) was bred by the individual selection from the variety Opavský Kneifel, which was bred by the selection from Hana landraces. Furthermore, Lekeš (1997) states that this variety was renamed to Diosecký 802 in 1947. However, no other literary source confirming this statement was found. In 1950, this name was changed to Slovenský 802 (Sobotka et al., 1958); this would mean that the varieties Diosecký Kneifel and Slovenský 802 were not two but one variety. The variety Slovenský 802 was kept to 1967.

The above mentioned varieties were mostly characterized by high malting quality but on the other side by unstable crop yield, they were more lodging, their resistance to diseases was low and for example the varieties Diosecký 62 or Diosecký 236 were kept only for a short time (Jamárik, 1970).

In autumn 1944, the order was given to evacuate the entire breeding material. However, four employees who did not leave Sládkovičovo managed to hide the complete breeding material, including relevant documentation, at the station. Thus breeding work could also continue without interruption after the end of the world war II (Jamárik, 1962).

In 1948, the company that also included the breeding station Sládkovičovo was nationalized. In 1946–1962, four varieties were permitted (Haruštiak, 1962). In 1946–1969, spring barley was bred by Ing. C. Haraj, Ing. J. Kosák and Ing. L. Valterová-Papšová. The varieties Slovenský dunajský trh (former name Diosecký dunajský trh), Slovenský jemný (former name Diosecký jemný), Slovenský kvalitný (former name Diosecký kvalitný) and Šprinter (former name Diosecký Sprinter) were already approved in 1946.

These varieties considerably contributed to the increase in hectare yield after the transition of agriculture to large scale forms of production. In Slovakia, to 1960 as many as 90 % of the area were sown with spring barley varieties bred in Sládkovičovo.

The variety Slovenský dunajský trh (1946–1969) was the most widely spread variety; for its economic characters it was also grown in Czechia. Its good malting quality is also confirmed by the fact that in 1960 it ranked the first and second in the national competition of malting barleys. Together with the variety Slovenský 802, it belonged to the varieties of standard malting quality in former Czechoslovakia. In 1965, the variety Dvoran was released and in 1967 the variety Sladar. In 1967–1973, these varieties were grown on 60–65% of all growing areas in Slovakia. The variety Dvoran was grown on the area of 1 million hectares in the countries of the former USSR in the period of 1970–1975 (Haraj, 1968). From 1967, the breeding station Sládkovičovo became a part of the company Slovosivo, n.c.

With the development of large scale agriculture production, the requirements for varieties were steadily growing. Besides high yield and quality, suitability of varieties for mechanization and disease resistance was required. From 1970, breeding of cereals and thus also of spring barley, was based on a long-term “Thematic Tasks” announced by the Ministry of Agriculture and Food of the Slovak Socialist Republic. The main criteria focused on resistance to lodging (using short-stemmed mutants of the variety and other varieties from Japan or Poland in combination crossing), resistance to smuts, rusts and mildew, resistance to stem breaking, malting quality parameters and increase in yield by 10–15 % versus the varieties registered in previous years. The program of spring barley breed-

proti snetiam, hrdziam a múčnatke, odolnosť proti lámavosti stebľa, na ukazovatele sladovníckej kvality a na zvýšenie úrod o 10–15 % oproti odrôdam registrovaným v predchádzajúcich rokoch. Program šľachtienia jačmeňa jarného sa v tomto období zamerával aj na šľachtienie kŕmnych typov, preto sa začali využívať genetické zdroje napr. z Výskumného ústavu obilnárskeho v Kroměříži so zvýšeným obsahom lyzínu na zvýšenie kŕmnej hodnoty. Genetické zdroje sladovníckej kvality pochádzali zo Šľachtiteľskej stanice Hrubčice a vyznačovali sa vysokým obsahom extraktu a nízkym obsahom dusíkatých látok v zrne. Od roku 1970 sa na šľachtenie jarného jačmeňa podieľali Ing. V. Gába, CSc., Ing. V. Horevaj, CSc., Ing. L. Sleziač, CSc., doc. Ing. E. Chira, CSc. (len mutačné šľachtienie jačmeňa) a Ing. K. Križanová, PhD.

V rokoch 1967–1976 však nebolo do štátnych skúšok zaradené ani jedno novošľachtienie jačmeňa jarného zo Sládkovičova. Až v roku 1980 bola registrovaná odroda Fatran a v roku 1982 odroda Horal. Vráťane nich bolo v Sládkovičove do roku 1995 vyšľachtených spolu 15 odrôd jačmeňa jarného: Fatran (1980), Horal (1982), Orbit (1986), Novum (1988), Galan (1990), Jubilant (1991), Sladko (1992), Svit (1992), Donum (1993), Stabil (1993), Garant (1994), Pax (1994), Zlatan (1994), Kompakt (1995) a Amos (1995).

V roku 1996 bola šľachtiteľská stanica privatizovaná a bola vytvorená spoločnosť s ručením obmedzeným HORDEUM. Po privatizácii boli registrované odrody Vladan (1996), Progres (1998), Expres (1999) a Cyril (2000).

Mnohé z týchto odrôd v rokoch 1988 až 2000 významne ovplyvnili pestovanie jačmeňa jarného na území bývalej Československej socialistickej republiky a neskôr na pestovateľských plochách už samostatných štátov Slovenskej a Českej republiky. Odroda Jubilant mala významné zastúpenie aj v Maďarsku, kde sa ako sladovnícka odroda pestovala na vyše 40 % bežných pestovateľských plôch. Odroda Kompakt svojimi výnimočnými vlastnosťami patrila medzi tzv. preferované odrody u spracovateľov sladovníckeho jačmeňa v Slovenskej a Českej republike. Jej pestovanie sa rozšírilo aj na územie Maďarska a Chorvátska. Odroda Expres patrila k odrôdam, ktorá pestovateľovi pri dodržaní technológie pestovania sladovníckeho jačmeňa priniesla vždy istý zisk vo forme dopestovania kvalitnej suroviny pre sladovnícky priemysel. Odroda Progres bola štandardnou odrodou na úrodový potenciál v registračných pokusoch Ústredného kontrolného a skúšobného ústavu poľnohospodárskeho.

Od roku 2000 po 2010 bolo vyšľachtených 11 odrôd: Ludan (2002), Nitran (2003), Ezer (2004), Pribina (2005), Poprad (2006), Nadir (2006), Slaven (2007), Levan (2008), Donaris (2009), Sladar (2009) a Karmel (2010). Metodika tvorby súčasných odrôd bola prispôbená požiadavkám spracovateľského priemyslu a prvovýroby, s dôrazom na zlepšovanie a stabilitu kvantitatívnych a kvalitatívnych vlastností nových odrôd v meniacich sa podmienkach pestovateľského prostredia. V tomto období sa dosiahli významné úspechy v šľachtení jačmeňa jarného. Boli vyšľachtené odrody s odolnosťou proti múčnatke trávovej podmienenou génom Mlo (Ludan, Nitran, Ezer, Slaven, Levan, Donaris, Sladar a Karmel) (Dreiseitl a Križanová, 2012), odrody s výberovou sladovníckou kvalitou (Nitran, Levan, Donaris, Sladar a Karmel) (Križanová et al., 2010), ako aj odrody s vysokým úrodovým potenciálom (Pribina, Slaven, Ludan). Odrody Nitran, Ezer, Sladar a Pribina boli okrem Slovenskej republiky registrované aj v iných krajinách Európskej únie.

2 MATERIÁL A METÓDY

Zo 49 známych odrôd vyšľachtených na šľachtiteľskej stanici Sládkovičovo bolo získané osivo 35 odrôd, ktoré bolo následne hodnotené. Osivo starých odrôd jarného jačmeňa vyšľachtených v Sládkovičove bolo získané z Génovej banky Slovenskej republiky so sídlom vo Výskumnom ústave rastlinnej výroby v Piešťanoch. Osivo súčasných odrôd poskytla firma HORDEUM s.r.o. Sládkovičovo. Sledovaný súbor 35 odrôd jačmeňa (tab. 1) bol počas troch rokov (2011–2013) vysievajú v šľachtiteľskej škôlke firmy HORDEUM s.r.o. Sládkovičovo. Každá odroda bola pestovaná na parcele 1x13 m² pri dodržaní technológie pestovania jačmeňa jarného. Agronomické znaky boli hodnotené podľa metodiky Ústredného kontrolného a skúšobného ústavu poľnohospodárskeho. Vymlátené osivo bolo vytriedené a podiel zrna na síte 2,5 mm bol zosladovaný v brnenskom pracovisku Výskumného ústavu pivovarskeho a sladovníckeho. Všetky sledované odrody boli teda pestované za rovnakých podmienok a za tých istých podmienok bol z nich vyrobený slad a sladina, ktoré boli analyzované podľa metodík MEBAK (2011) a EBC (2010).

Výsledky merania boli hodnotené regresnou a korelačnou analýzou pomocou štatistického programu STATGRAPHICS.

ing also focused on breeding of feeding varieties for this reasons genetic resources for example from the Cereal Research Institute Kroměříž with increased lysine content were used for improving the feeding value. The genetic resources of malting quality came from the Breeding Station Hrubčice and were characterized by high extract content and low content of nitrogenous substances in grain. From 1970, Ing. V. Gába, CSc., Ing. V. Horevaj, CSc., Ing. L. Sleziač, CSc., doc. Ing. E. Chira, CSc. (only mutation breeding of barley), and Ing. K. Križanová, PhD., contributed to spring barley breeding.

However, in 1967–1976, no advanced breeding line of spring barley from Sládkovičovo was included in the state tests. In 1980, only the variety Fatran was registered and Horal in 1982. To 1995 altogether 15 spring barley varieties were bred in Sládkovičovo: Fatran (1980), Horal (1982), Orbit (1986), Novum (1988), Galan (1990), Jubilant (1991), Sladko (1992), Svit (1992), Donum (1993), Stabil (1993), Garant (1994), Pax (1994), Zlatan (1994), Kompakt (1995), and Amos (1995).

In 1996, the breeding station was privatized and HORDEUM, the company with limited liability, was established. After privatization, the varieties Vladan (1996), Progres (1998), Expres (1999), and Cyril (2000) were registered.

In the period from 1988 to 2000, many of these varieties significantly affected spring barley growing in the territory of the former Czechoslovak Socialist Republic and later in the growing areas of the independent states of the Slovak and Czech Republic. The variety Jubilant was also significantly represented in Hungary where it was grown as a malting variety on more than 40% of the common growing areas. The variety Kompakt with its exceptional characters belonged to the preferred varieties in malting barley processing companies in the Slovak and Czech Republics. It was also grown in the territory of Hungary and Croatia. The variety Expres belonged to those varieties that while maintaining technology for growing of malting barley varieties always brought a safe profit in a form of growing a good-quality raw material for the malting industry. The variety Progres was the standard variety for the yield potential in the registration trials of the Central Controlling and Testing Institute in Agriculture.

From 2000 to 2010, 11 varieties were bred: Ludan (2002), Nitran (2003), Ezer (2004), Pribina (2005), Poprad (2006), Nadir (2006), Slaven (2007), Levan (2008), Donaris (2009), Sladar (2009), and Karmel (2010). Methodology of creation of current varieties was adapted to the requirements of processing industry and primary industry with the emphasis on upgrading and stability of quantitative and qualitative characters of new varieties under changing conditions of the growing environment. The important success in spring barley growing was achieved during this period. The varieties resistant to powdery mildew subject to the gene Mlo (Ludan, Nitran, Ezer, Slaven, Levan, Donaris, Sladar, and Karmel) (Dreiseitl and Križanová, 2012), the varieties with very good malting quality (Nitran, Levan, Donaris, Sladar, and Karmel) (Križanová et al., 2010) similarly as the varieties with high yield potential (Pribina, Slaven, Ludan) were bred. Besides the Slovak Republic, the varieties Nitran, Ezer, Sladar, and Pribina were also registered in other countries of the European Union.

2 MATERIAL AND METHODS

Of 49 known varieties bred in the breeding station in Sládkovičovo, seeds of 35 varieties were obtained and subsequently assessed. The seeds of the old varieties of spring barley bred in Sládkovičovo were obtained from the Gene Bank of the Slovak Republic, with the seat in the Research Institute of Plant Production in Piešťany. The seeds of the current varieties were rendered by the company HORDEUM s.r.o. Sládkovičovo. The studied set of 35 barley varieties (Table 1) was sown on the experimental field of the company HORDEUM s.r.o. Sládkovičovo for a three-year period (2011–2013). Each variety was grown on a plot of 1x13 meters in compliance with spring barley growing technology. Agronomical characters were evaluated according to the methodology of the Central Control and Testing Institute for Agriculture. Threshed grains were graded and sieving fractions above 2.5 mm were malted in the Brno workplace of the Research Institute of brewing and malting. It means that all the studied varieties were grown under the equal conditions and the same methods were used for production of malt and wort, which were analyzed using the MEBAK (2011) and EBC (2010) methods.

The results of measurement were evaluated by the regression and correlation analysis using the statistical program STATGRAPHICS.

Tab. 1 Prehľad odrôd vyšľachtených na Šľachtiteľskej stanici Sládkovičovo / Table 1 List of varieties bred in the Breeding Station Sládkovičovo.

Poradové číslo Serial number	Rok registrácie Year of registration	Oroda Variety	Rodičovský pár Pedigree	Kód SK Accession number SK	Kód CZ Accession number CZ
		Diosecký 102	•	••	03C0600071
	1921	Diosecký 126	•	••	••
	1921	Diosecký 306	•	••	••
	1922	Diosecký Proskowtzův hanácký 47	•	••	••
	1923	Diosecký 237	•	••	••
	1925	Diosecký 236	•	••	••
	1925	Diosecký 62	•	••	••
	1926	Diosecký 496	S- Proskowetz Hanna Pedigrée	••	••
	1929	Diosecký 736	S- Proskowetz Hanna Pedigrée	••	••
	1932	Diosecký 625	S- Proskowetz Hanna Pedigrée	••	03C0600345
	1933	Diosecký 738	S- Hybrid from Weihenstephaner	SVK001 C06 01393	03C0600405
1	1938	Diosecký Kneifl	S- LV Hana	SVK001 C06 01425	03C0600076
2	1946	Slovenský 802	S- Opavský Kneifl	SVK001 C06 00596	03C0600006
3	1946	Slovenský dunajský trh	(Ackermann Danubia x Diosecký 738) x Dregerův	SVK001 C06 00597	03C0600008
4	1946	Slovenský jemný	(Diosecký 738 x Diosecký 237)	SVK001 C06 00600	03C0600009
	1946	Slovenský kvalitný	(Diosecký 496 x Diosecký 738)	SVK001 C06 00598	03C0600018
	1946	Diosecký Sprinter	S- LV Prg (nešpecifikovaná portugalská odroda)	SVK001 C06 00646	03C0600040
5	1965	Dvoran	(Hodonínský Kvas x Slovenský jemný)	SVK001 C06 00069	03C0600154
6	1967	Sladar (1967)	(Valtický x Slovenský Dunajský trh)	SVK001 C06 00595	03C0600197
7	1980	Fatran	(Sladár x Minerva) x (Sladár x Amsel) x FUD II.	SVK001 C06 00760	03C0600099
8	1982	Horál	(Sladár x Minerva) x (Sladár x Amsel) x FUD II.	SVK001 C06 00709	03C0600056
9	1986	Orbit	(SK 783 x CE DC/74)	SVK001 C06 00231	03C0600067
10	1988	Novum	(SK 1429 x Krystal)	SVK001 C06 00729	03C0600074
11	1990	Galan	(SK 2567-79 x HE 1428)	SVK001 C06 00424	03C0602267
12	1991	Jubilant	(SK 1952-7 x Dera)	SVK001 C06 00485	03C0602268
13	1992	Sladko	(SK 2043 x HVS 827/77)	SVK001 C06 00567	03C0602187
14	1992	Svit	(SK-TR 1147/5 x KM 605)	SVK001 C06 00777	03C0602186
15	1993	Donum	(HVS 55924/75 x Rubín)	SVK001 C06 00063	03C0602368
16	1993	Stabil	(Orbit x HE 2592)	SVK001 C06 00568	03C0602370
17	1994	Garant	(Orbit x Jarek)	SVK001 C06 00551	03C0602421
18	1994	Pax / Kosan	(SK 1952 x HVS 59393)	SVK001 C06 00494	03C0602371
19	1994	Zlatan	(SK 1952-11-78 x HVS 46259/80)	SVK001 C06 00807	03C0602422
20	1995	Amos	(Orbit x KM-G-1303)	SVK001 C06 01085	03C0602458
21	1995	Kompakt	(Galan x KM-A-10)	SVK001 C06 01088	03C0602423
22	1996	Vladan	(Novum x Terno)	SVK001 C06 01200	03C0602457
23	1998	Progres	(Garant x HE 4886)	SVK001 C06 01090	03C0602835
24	1999	Expres	(SK 3455 x Akcent)	SVK001 C06 01430	03C0602598
	2000	Cyril	(Kosan x Alexis)	SVK001 C06 01202	••
25	2002	Ludan	(Garant x Krona)	SVK001 C06 01361	03C0602834
26	2003	Nitran	(Kompakt x Forum)	SVK001 C06 01377	03C0602712
27	2004	Ezer (Adran)	(Pax x Krona)	SVK001 C06 01408	03C0602745
28	2005	Pribina	(Progres x Meltan)	SVK001 C06 01536	03C0602722
29	2006	Nadir	(Kompakt x Scarlett)	SVK001 C06 01540	03C0602833
30	2006	Poprad	(Progres x Scarlett)	SVK001 C06 01541	03C0602832
31	2007	Slaven	(Ludan x Brenda)	SVK001 C06 00435	03C0602831
32	2008	Levan	(Pribina x Madonna)	SVK001 C06 01600	03C0602836
33	2009	Donaris	(Ludan x LP 7999-63)	SVK001 C06 01599	03C0603059
34	2009	Sladar (2009)	(Ludan x Brise)	••	03C0602939
35	2010	Karmel	(Ezer x Brenda)	••	03C0603058

Vysvetlivky / Notes

■ Odrody neboli hodnotené (nepodarilo sa zaistiť osivo). / Varieties were not assessed (seed was not available)

•• Odroda nie je zaregistrovaná v génovej banke. / The variety is not registered in the gene bank

• V prípade najstarších odrôd sa jedná o informácie z literatúry. / In case of the oldest varieties, information from their literature were used

Tab. 2 Výsledky sledovania / Table 2 Results of monitoring

Poradové číslo Serial number	Rok registrácie Year of registration	Odroda Variety	Múčnatka trávová (<i>Blumeria graminis</i> f.sp. hordei)		Výnos zrna Grain yield		Hmotnosť tisíc zrn Thousand grain weight		Podiel zrna nad sítom 2,5 mm x 20 mm Grain proportion over 2.5 mm x 20 mm sieve		Výška rastlín Plant height		Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa Total nitrogen content in barley grain		Extrakt sladu Malt extract		Diastatická mohutnosť Diastatic power		Dosiadnutelný stupeň prekvasenia Apparent final attenuation	
			1 - 9	t/ha	g	%	cm	%	%	WK	%									
			\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x
1	1938	Diosecký Kneifl	6.0	2.6	2.3	0.6	38.7	2.1	83.8	8.9	68.3	17.9	14.7	1.1	77.2	1.0	376	26	75.3	1.7
2	1946	Slovenský 802	6.0	2.6	2.5	0.7	39.0	2.2	85.0	4.3	70.7	18.7	13.5	1.3	79.3	0.8	382	32	75.4	2.0
3	1946	Slovenský dunajský trh	6.0	2.6	2.9	1.2	38.2	2.9	83.6	10.3	67.3	16.4	13.3	1.1	79.2	0.8	290	14	79.0	1.2
4	1946	Slovenský jemný	6.0	2.6	2.6	1.0	40.3	3.1	82.6	12.4	68.0	19.4	14.0	1.7	78.2	1.5	268	31	77.5	2.1
5	1965	Dvoran	5.7	2.9	2.9	0.5	39.2	2.1	83.7	11.2	65.7	15.6	13.4	1.6	79.6	1.4	243	23	79.5	1.4
6	1967	Sladar (1967)	6.0	2.6	2.5	0.3	39.8	2.1	86.1	2.7	64.0	15.3	13.4	1.2	79.4	0.9	338	33	78.7	1.0
7	1980	Fatran	6.3	2.3	3.4	1.3	40.7	2.9	83.7	10.5	58.3	12.5	12.9	1.8	79.5	1.7	234	27	73.5	2.2
8	1982	Horal	6.3	2.3	3.3	1.0	37.8	2.8	80.2	13.1	59.0	14.2	12.5	1.6	79.6	1.3	255	27	74.9	1.7
9	1986	Orbit	7.0	1.7	4.1	0.9	43.2	0.6	91.9	1.8	57.3	10.9	11.8	1.7	80.0	1.1	154	9	78.4	2.2
10	1988	Novum	6.7	2.1	3.9	0.9	41.2	0.6	87.8	3.0	52.3	10.2	12.9	1.8	80.5	1.5	305	45	77.4	2.9
11	1990	Galan	7.0	1.7	4.0	1.4	44.3	0.5	93.0	1.0	60.0	12.2	12.5	1.9	80.8	1.8	223	20	79.6	1.9
12	1991	Jubilant	6.7	2.1	3.8	1.0	41.3	1.7	91.0	3.3	57.0	10.2	12.2	1.9	80.3	1.6	282	26	78.1	1.7
13	1992	Sladko	7.3	1.5	4.0	0.8	42.7	0.5	90.6	3.6	57.7	11.1	12.9	2.0	80.2	1.9	324	29	81.2	2.0
14	1992	Svit	7.0	1.7	4.2	1.5	44.0	0.8	92.1	0.7	60.0	10.6	12.0	1.5	80.0	1.2	220	4	76.0	2.0
15	1993	Donum	7.3	1.5	3.2	0.6	40.7	2.4	87.8	3.1	56.3	8.3	11.7	1.9	81.7	1.5	232	17	80.8	2.3
16	1993	Stabil	7.3	1.5	3.9	0.8	42.5	1.8	90.7	3.3	56.3	11.1	12.1	2.2	80.4	1.6	318	18	80.7	1.6
17	1994	Garant	6.3	2.3	3.8	1.5	42.8	2.3	90.5	1.3	54.7	11.1	12.0	2.3	80.0	1.8	229	17	77.5	2.2
18	1994	Pax / Kosan	6.0	2.6	4.1	1.2	43.3	1.2	91.8	1.0	55.7	10.8	12.3	1.2	80.1	0.9	257	17	76.9	2.5
19	1994	Zlatan	6.3	2.3	4.1	0.9	43.0	2.2	91.4	2.8	56.7	10.3	12.7	1.7	79.8	1.3	288	8	75.0	2.6
20	1995	Amos	7.0	2.0	3.6	0.6	42.3	0.9	87.7	4.4	59.0	7.9	11.8	1.3	81.0	0.5	208	7	75.5	2.4
21	1995	Kompakt	7.0	1.7	3.5	1.0	45.0	0.8	93.1	1.4	57.3	9.4	13.5	1.6	80.4	1.2	368	16	77.6	3.1
22	1996	Vladan	6.3	2.3	4.4	1.3	44.2	2.6	90.9	2.1	54.7	12.1	11.5	1.6	81.6	1.0	208	8	76.8	2.8
23	1998	Progres	7.3	1.5	3.6	0.5	43.2	1.3	90.7	2.5	56.3	9.8	12.8	1.6	80.5	1.4	351	16	76.9	2.5
24	1999	Expres	6.7	2.1	3.7	1.2	41.8	3.0	87.3	4.6	59.0	12.7	13.1	1.8	80.6	1.0	357	40	81.5	1.6
25	2002	Ludan	9.0	0.0	4.1	1.2	43.7	0.5	91.7	2.7	58.3	11.0	12.4	1.9	81.8	1.2	308	40	80.4	2.3
26	2003	Nitran	9.0	0.0	3.9	1.3	43.5	2.3	88.4	4.2	56.3	11.0	12.6	2.4	81.5	2.0	444	49	81.9	2.2
27	2004	Ezer (Adran)	9.0	0.0	4.2	1.1	43.0	1.4	92.4	1.5	60.3	11.8	12.4	2.0	82.3	1.5	324	22	82.3	1.6
28	2005	Pribina	7.0	1.7	3.5	0.6	43.0	1.6	91.4	2.5	55.7	11.4	12.2	1.9	81.6	1.5	201	15	80.1	2.2
29	2006	Nadir	6.7	2.1	3.3	0.4	42.8	0.9	90.8	2.6	58.0	7.5	12.5	1.3	81.3	1.1	289	11	79.4	1.9
30	2006	Poprad	6.7	2.1	3.5	0.9	39.5	1.5	89.6	3.3	55.3	10.9	11.7	1.6	81.9	0.9	255	17	80.7	2.2
31	2007	Slaven	9.0	0.0	4.3	1.5	42.7	2.9	92.8	2.5	57.7	12.7	12.0	1.7	82.1	1.4	290	9	81.9	2.3
32	2008	Levan	9.0	0.0	4.4	1.5	42.3	1.2	92.1	3.1	57.3	9.8	12.8	1.9	81.7	1.7	295	35	80.9	2.1
33	2009	Donaris	9.0	0.0	3.9	1.1	41.7	1.7	91.0	1.1	54.0	12.3	12.1	1.7	82.3	1.3	392	53	82.5	1.6
34	2009	Sladar (2009)	9.0	0.0	4.6	1.5	45.7	1.9	95.1	0.2	58.0	12.3	11.9	1.7	82.3	1.4	323	7	82.3	1.9
35	2010	Karmel	9.0	0.0	4.2	1.6	43.2	3.1	92.1	3.3	62.7	10.0	12.3	1.9	82.2	1.9	367	55	82.5	1.1
	priemer		7.1		3.7		42.0		89.3		59.0		12.6		80.6		291		78.8	
	min		5.7		2.3		37.8		80.2		52.3		11.5		77.2		154		73.5	
	max		9.0		4.6		45.7		95.1		70.7		14.7		82.3		444		82.5	

3 VÝSLEDKY A DISKUSIA

3.1 Agronomické vlastnosti

V prípade výnosu sa prejavil výrazný vplyv šľachtenia. Výnos odrôd vyšľachtených do roku 1967 sa pohyboval v rozpätí 2,26–2,98 t/ha. Odroda Fatran (1980) dosiahla výnos na úrovni 3,48 t/ha a odroda Orbit (1986) na úrovni 4,13 t/ha. Najvyšší výnos 4,55 t/ha bol zazna-

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Agronomical characters

Yield was significantly affected by breeding. Yield of the varieties bred from 1967 varied in the scope of 2.26–2.98 t/ha. The variety Fatran (1980) achieved the yield at the level of 3.48 t/ha and the variety Orbit (1986) at the level of 4.13 t/ha. The highest yield of 4.55

Kolbachovo číslo Kolbach index		Relatívny extrakt pri 45°C Relative extract at 45°C		Obsah β-glukánov v sladine β-glucan content in wort		Friabilita Friability		Čiastočne sklovité zrná Partly unmodified grains (PUG)		Sklovité zrná Wholly unmodified grains (WUG)		Homogenita friabilimetrom Homogeneity (by friabilimeter)		Viskozita sladiny Wort viscosity		Farba sladiny Wort colour		Farba sladiny po povarení Wort colour after boiling		Zákal sladiny (90°) Wort turbidity (90°)		Zákal sladiny (15°) Wort turbidity (15°)	
%		%		mg/l		%		%		%		%		mPa·s		EBC		EBC		EBC		EBC	
\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x
36.7	1.9	39.0	1.3	644	88	61	2	15.1	4.0	1.7	1.3	84.9	4.1	1.66	0.08	2.6	0.3	4.8	0.8	1.01	0.27	1.18	0.45
37.9	4.1	37.9	0.7	468	101	68	2	9.4	1.5	1.0	0.9	90.6	1.5	1.60	0.08	2.6	0.4	4.6	1.0	1.24	0.77	1.37	0.89
34.6	2.3	37.0	1.8	823	69	60	3	19.7	2.6	1.8	1.4	80.2	2.6	1.79	0.12	2.7	0.1	4.2	0.2	4.70	0.35	5.65	0.56
36.6	3.2	34.1	1.6	554	94	65	5	12.5	1.8	1.3	1.2	87.5	1.8	1.62	0.06	2.5	0.2	4.1	0.2	1.78	0.91	1.90	1.10
36.8	4.7	37.9	1.2	666	106	68	8	9.7	5.9	1.4	1.5	90.3	5.9	1.67	0.07	2.6	0.3	4.3	0.4	4.72	0.48	6.11	0.62
38.3	4.1	40.3	1.9	474	111	69	6	10.5	4.3	1.6	1.8	89.4	4.4	1.60	0.05	2.8	0.4	4.6	0.8	5.36	2.67	5.06	2.87
41.3	6.4	39.4	2.8	586	110	70	7	6.0	2.2	0.7	0.5	93.9	2.1	1.63	0.07	3.3	0.4	5.2	0.7	7.60	0.47	8.78	0.83
41.0	4.0	38.5	1.7	401	24	75	4	3.5	0.9	0.6	0.5	96.5	0.9	1.56	0.02	3.2	0.4	5.0	0.7	7.19	0.42	8.84	1.36
38.2	4.7	34.5	1.2	528	213	75	8	6.7	3.9	1.2	1.1	93.3	3.9	1.62	0.11	3.0	0.3	4.6	0.8	5.64	2.74	5.79	3.67
39.5	4.9	40.7	0.7	304	63	76	6	6.7	3.7	1.4	1.7	93.3	3.7	1.50	0.03	2.7	0.2	4.6	0.7	1.62	1.37	1.51	1.15
40.6	6.0	41.3	1.0	425	123	75	7	5.7	3.8	0.8	0.9	94.3	3.8	1.55	0.06	2.9	0.2	5.0	0.7	5.04	0.67	4.14	0.89
41.6	7.5	42.1	3.3	182	53	86	8	1.2	1.5	0.4	0.5	98.7	1.4	1.48	0.02	3.2	0.5	5.0	0.7	3.92	1.01	4.10	0.63
46.0	6.2	49.7	0.7	311	59	78	7	4.0	2.4	0.8	0.9	96.0	2.4	1.52	0.03	3.5	0.5	6.6	1.2	0.64	0.26	0.74	0.40
41.2	4.2	39.1	1.2	428	143	77	6	3.9	2.3	0.5	0.5	96.1	2.3	1.58	0.06	2.9	0.2	5.1	0.6	1.81	0.67	2.02	0.80
43.0	5.5	37.7	2.2	404	139	80	5	2.3	1.2	0.4	0.4	97.7	1.2	1.56	0.05	2.9	0.3	4.7	0.5	6.39	0.37	7.37	0.93
40.7	4.5	38.7	0.5	257	49	84	7	2.4	3.0	0.6	0.9	97.6	3.0	1.50	0.02	3.0	0.2	5.2	0.4	0.87	0.35	0.94	0.46
38.4	6.5	37.2	1.2	478	165	75	11	5.8	5.8	0.9	1.3	94.2	5.8	1.60	0.07	2.7	0.5	4.4	0.8	1.34	0.08	1.47	0.36
38.0	4.0	37.4	0.9	523	166	72	7	7.5	6.4	1.7	2.4	92.5	6.4	1.62	0.08	3.1	0.4	4.8	0.5	5.24	2.75	4.72	2.69
37.6	6.6	38.1	3.4	482	88	65	9	8.4	5.5	1.5	1.7	91.5	5.5	1.58	0.04	3.0	0.5	4.8	1.2	2.64	0.12	2.55	0.98
40.0	5.1	36.7	0.4	578	155	73	6	6.9	4.0	1.5	2.0	93.1	4.0	1.65	0.08	2.8	0.3	4.9	0.7	1.95	1.71	1.72	1.43
44.3	6.2	45.6	0.7	200	77	81	5	0.9	0.6	0.2	0.2	99.1	0.6	1.48	0.02	3.2	0.5	4.9	0.2	3.71	2.60	3.63	2.28
42.8	5.4	39.8	1.0	411	146	76	9	6.3	5.5	0.8	1.0	93.7	5.5	1.60	0.07	3.1	0.3	4.6	0.4	7.96	3.17	9.15	3.84
42.2	6.9	40.0	2.4	390	138	80	9	5.1	6.0	1.1	1.6	94.9	6.0	1.54	0.05	3.4	0.6	4.7	0.6	6.60	4.03	7.02	3.96
45.1	6.6	48.6	3.6	224	48	80	11	4.1	5.4	1.1	1.7	95.9	5.4	1.49	0.03	3.1	0.4	5.7	0.9	0.70	0.20	0.78	0.30
44.2	4.8	42.5	1.2	355	84	79	6	3.3	1.9	0.8	1.0	96.7	1.9	1.53	0.04	3.6	0.8	5.6	0.7	7.52	3.31	7.78	4.13
43.2	5.9	45.4	1.0	307	93	83	6	2.0	1.6	0.2	0.3	98.0	1.6	1.51	0.03	3.0	0.4	5.4	0.9	0.90	0.19	1.21	0.25
43.7	7.3	42.3	2.7	317	167	82	10	4.1	5.6	1.4	2.3	95.9	5.6	1.50	0.05	3.1	0.4	5.6	1.3	0.60	0.13	0.61	0.21
41.2	5.5	40.3	0.7	412	205	79	8	5.2	5.4	1.2	1.9	94.8	5.4	1.56	0.08	2.7	0.2	4.9	0.7	1.20	0.69	1.85	1.09
41.9	4.2	41.9	0.4	389	133	78	7	4.0	3.1	0.6	0.9	96.0	3.1	1.53	0.05	3.1	0.5	5.6	1.4	5.10	2.20	4.65	2.36
41.8	2.5	41.3	2.8	366	124	78	6	5.0	2.5	1.0	1.2	94.9	2.4	1.57	0.07	3.1	0.4	5.2	0.8	5.57	1.28	6.11	2.15
43.3	5.3	43.5	1.4	290	116	82	9	3.7	4.3	1.3	1.9	96.3	4.3	1.52	0.05	3.3	0.5	5.7	1.3	4.75	2.21	5.44	3.39
44.5	5.2	43.6	1.0	222	75	81	8	3.5	3.2	0.9	1.2	96.5	3.2	1.50	0.04	2.9	0.3	5.1	1.1	0.87	0.27	1.00	0.28
41.2	2.9	40.8	2.4	195	20	85	7	2.3	2.1	0.7	0.8	97.6	2.0	1.46	0.02	2.9	0.3	5.0	0.7	0.67	0.12	0.71	0.18
43.3	5.3	44.6	1.2	272	115	87	4	1.2	0.7	0.3	0.4	98.8	0.7	1.49	0.04	3.4	0.5	5.2	0.8	6.46	2.97	6.52	2.78
44.2	6.3	40.6	1.1	217	83	83	7	2.9	2.2	0.8	1.0	97.1	2.1	1.47	0.04	2.7	0.2	4.7	0.7	0.63	0.10	0.77	0.23
41.0		40.5		402		76		5.8		1.0		94.2		1.56		3.0		5.0		3.54		3.81	
34.6		34.1		182		60		0.9		0.2		80.2		1.46		2.5		4.1		0.60		0.61	
46.0		49.7		823		87		19.7		1.8		99.1		1.79		3.6		6.6		7.96		9.15	

menaný pri odrode Sladar (2009). Priemerný medzročný prírastok výnosu zrna sa v sledovanom súbore pohyboval okolo 0,024 t/ha (tab. 2 a 3, obr. 1).

Systematické šľachtenie na rezistenciu výrazne ovplyvnilo odolnosť odrôd proti múčnatke trávovej (*Blumeria graminis f.sp. hordei*), ktorá sa postupne zvyšovala. Zatiaľ čo najstaršie odrody a odrody registrované do roku 2000 boli stredne náchylné až náchylné, väčši-

t/ha was recorded in the variety Sladar (2009). The average year-on-year increase in grain yield moved around 0.024 t/ha in the studied set (Tables 2 and 3, Fig. 1).

Systematic breeding for resistance markedly affected the resistance of varieties to powdery mildew (*Blumeria graminis f.sp. hordei*), it gradually grew. While the oldest varieties and the varieties registered to 2000 were medium susceptible to susceptible, most of the

Tab. 3 Korelačná a regresná analýza vybraných parametrov / Table 3 Correlation and regression analysis of selected parameters

Parameter Parameter	Jednotka Unit	Absolútny člen regresnej funkcie Intercept	Regresný koeficient Regression coefficient	Koeficient korelácie Correlation coefficient	Koeficient determinácie Coefficient of determination	Hladina pravdepodobnosti Probability level	Hladina významnosti Significance level
		a_{yx}	b_{yx}	r	r^2	p	sign
Výnos zrna Grain yield	t/ha	-44.689	0.024	0.782	61.137	0.000	***
Hmotnosť tisíc zrn Thousand grain weight	g	-103.824	0.073	0.691	47.693	0.000	***
Podiel zrna nad sítom 2,5x20 mm Fraction of grain over 2.5x20 mm sieve	%	-197.398	0.144	0.763	58.217	0.000	***
Výška rastlín Plant height	cm	408.262	-0.176	-0.792	62.790	0.000	***
Dusíkaté látky v jačmeni Total nitrogen in grain	%	66.792	-0.027	-0.744	55.339	0.000	***
Extrakt sladu Malt extract	%	-28.935	0.055	0.878	77.053	0.000	***
Diastatická mohutnosť Diastatic power	WK	378.390	-0.043	-0.013	0.018	0.939	NS
Dosiahnuteľný stupeň prekvasenia Apparent final attenuation	%	-59.376	0.070	0.527	27.741	0.001	***
Kolbachovo číslo Kolbach index	%	-175.688	0.109	0.752	56.580	0.000	***
Relatívny extrakt pri 45°C Relative extract at 45°C	%	-139.827	0.091	0.503	25.251	0.002	**
Obsah β -glukánov v sladine β -glucan content in wort	mg/l	11143.192	-5.399	-0.706	49.872	0.000	***
Friabilita Friability	%	-520.178	0.300	0.837	70.057	0.000	***
Čiastočne sklovité zrná Partly unmodified grains (PUG)	%	349.472	-0.173	-0.839	70.308	0.000	***
Sklovité zrná Wholly unmodified grains (WUG)	%	23.329	-0.011	-0.477	22.782	0.003	**
Homogenita friabilimetrom Homogeneity (by friabilimeter)	%	-250.024	0.173	0.838	70.174	0.000	***
Viskozita sladiny Wort viscosity	mPa·s	6.644	-0.003	-0.717	51.452	0.000	***
Farba sladiny Wort colour	EBC	-12.643	0.008	0.547	29.921	0.001	***
Farba sladiny po povarení Wort colour after boiling	EBC	-21.867	0.014	0.531	28.196	0.001	***
Zákal sladiny (15°) Wort turbidity (15°)	EBC	-0.767	0.002	0.016	0.027	0.925	NS
Zákal sladiny (90°) Wort turbidity (90°)	EBC	-11.637	0.008	0.057	0.327	0.740	NS

* 0.0500-0.0101

** 0.0100-0.0011

*** 0.0010 a menej / and less

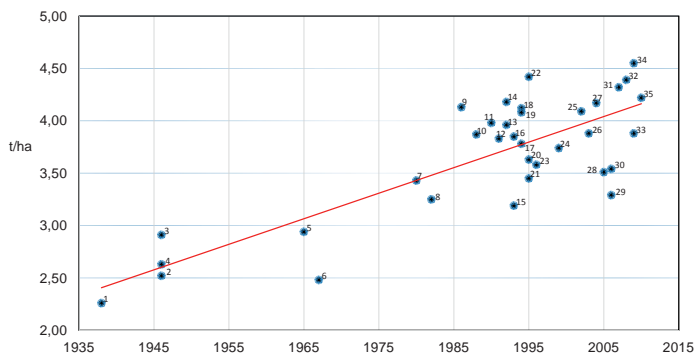
NS 0.0501 a viac / and more

na odrôd povolených po roku 2000 bolo proti múčnatke odolných na báze génu odolnosti Mlo (tab. 2).

Šľachtenie ovplyvnilo tiež dva významné úrodnotvorné prvky – hmotnosť tisíc zrn (HTZ) a podiel zrna na site 2,5 mm. Odrody povolené do roku 1982 mali HTZ väčšinou do 40 g. Odroda Orbit (1986) túto hodnotu výrazne prekonal a dosiahla HTZ na úrovni 43 g. Ďalším medznikom bola odroda Galan (1990), ktorá dosiahla hodnotu 44 g. HTZ vyššiu než 45 g dosiahli v sledovanom súbore odrôd Kompakt (1995) a Sladar (2009). Hmotnosť tisíc zrn sa ročne zvyšovala o 0,07 g (tab. 2 a 3, obr. 2). V prípade podielu zrna na site 2,5 mm sa jeho hodnota do roku 1982 pohybovala u väčšiny

varieties released after 2000 were resistant to powdery mildew on the basis of the gene of resistance Mlo (Table 2).

Breeding also affected two significant yield components – Thousand Grain Weight (TGW) and sieving fractions above 2.5 mm. The varieties permitted to 1982 had TGW mostly to 40 g. The variety Orbit (1986) significantly exceeded this value and achieved the TGW value at the level of 43 g. The variety Galan (1990) represented another milestone; it achieved the value of 44 g. In the studied set, the varieties Kompakt (1995) and Sladar (2009) achieved TGW higher than 45 g. Thousand grain weight increased by 0.07 g annually (Tables 2 and 3, Fig. 2). To 1982, the value of the sieving fractions above



Obr. 1 Výnos zrna (t/ha) / Fig. 1 Grain yield (t/ha)

odrod výrazne pod 90 %. Odroda Orbit (1986) túto hodnotu presiahla (92 %). Odroda Kompakt (1995) dosiahla hodnotu 93 % a odroda Sladar (2009) 95 %. Podiel zrna na síte 2,5 mm sa ročne zvyšoval o 0,14 percentuálneho bodu (tab. 2 a 3, obr. 3).

Výška rastlín jednotlivých odrôd jačmeňa sa postupne znižovala. Rastliny odrôd vyšľachtených do roku 1946 dosahovali výšku 67 cm a viac. Výška rastlín odrôd vyšľachtených v roku 1980 a neskôr sa pohybovala okolo 55 cm. Najnižšou odrodou bola odroda Novum (1988) 52,3 cm, naopak najvyššia odroda z tohto obdobia bola odroda Karmel (2010), ktorej výška sa pohybovala okolo 62,7 cm. Priemerný medziročný pokles výšky rastlín bol v sledovanom súbore 0,18 cm (tab. 2 a 3).

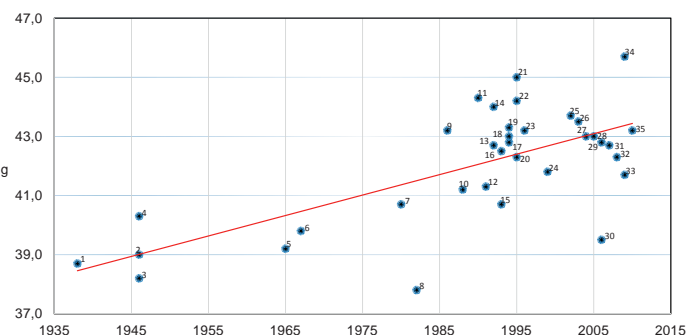
Z dosiahnutých výsledkov (tab. 2) je možné pri novších odrodách sledovať tendenciu k postupnému znižovaniu akumulácie dusíkatých látok v zrne. Najstaršie odrody povolené do roku 1967 vykazovali výraznú tendenciu k akumulácii dusíka (13,3–14,7 %). Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa sa pri odrodách registrovaných po roku 1980 pohyboval v priemere okolo 12,3 %. Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa poklesol medziročne o 0,03 percentuálneho bodu (tab. 2 a 3, obr. 4).

Výnos, podiel zrna na síte 2,5 mm, výška rastliny a obsah dusíkatých látok boli štatisticky vysoko preukazne ovplyvnené rokom registrácie ($r^2 = 55 - 62\%$).

3.2 Amylytické rozlúštenie

Pokles akumulácie dusíka v zrne jačmeňa sa prejavil vzostupom obsahu extraktu v slade. Obsah extraktu vypovedá o úrovni modifikácie škrobu počas sladovania. Pri tomto významnom technologickom a ekonomickom znaku je viditeľný výrazný vplyv šľachtiteľského úsilia. Obsah extraktu i niektoré ďalšie technologické znaky boli v rámci tohto pokusu ovplyvnené zvýšeným obsahom dusíkatých látok v nesladovanom zrne.

Najstaršia sledovaná odroda Diosecký Kneifl (1938) vykázala extrakt na úrovni 77,2 % pri obsahu dusíkatých látok v nesladovanom zrne 14,7 %, odroda Slovenský 802 (1946) vykázala obsah extraktu na úrovni 79,3 % pri obsahu 13,5 % dusíkatých látok, odroda Orbit (1980) dosiahla extrakt na úrovni 80,0 % pri obsahu 11,8 % dusíkatých látok, slad odrody Donum (1993) poskytol extrakt na úrovni 81,7 % pri obsahu 11,7 % dusíkatých látok a odroda Ezer (2004) dosiahla obsah extraktu na úrovni 82,3 % pri obsahu dusíkatých látok 12,4 %. Priemerný medziročný vzostup obsahu extraktu v sledovanom súbore bol 0,055 percentuálneho bodu. Obsah extraktu v sušine sladu bol štatisticky vysoko preukazne ovplyvnený rokom registrácie ($r^2 = 77\%$) (tab. 2 a 3, obr. 5).



Obr. 2 Hmotnosť tisíc zrn (g) / Fig. 2. Thousand grain weight (g)

2.5 mm moved markedly below 92% in most varieties. The variety Orbit (1986) exceeded this value (92%). The variety Kompakt (1995) achieved the value of 93% and the variety Sladar (2009) 95%. The value of the sieving fractions above 2.5 mm increased annually by 0.14 percentage points (Tables 2 and 3, Fig. 3).

The plant height of the individual barley varieties gradually decreased. Plants of varieties grown to 1946 achieved the height of 67 cm and even more. The height of plants bred in 1980 and later mover around 55 cm. The shortest was the variety Novum (1988) 52.3 cm, on the contrary, the highest variety of this period was the variety Karmel (2010), its height moved around 62.7 cm. The average year-on-year decline in the plant height in the studied set was 0.18 cm (Tables 2 and 3).

The achieved results (Table 2) indicate the trend in newer varieties to a gradual decrease in the accumulation of nitrogenous substances in grain. The oldest varieties permitted to 1967 exhibited a strong tendency to nitrogen accumulation (13.3–14.7%). Content of the nitrogenous substances in barley grain in varieties registered after 1980 moved on average around 12.3%. Content of nitrogenous substances in barley grain declined year-on-year by 0.03 percentage point (Tables 2 and 3, Fig. 4).

Yield, sieving fractions above 2.5 mm, plant height and nitrogenous substances content were statistically highly significantly affected by year of registration ($r^2 = 55 - 62\%$).

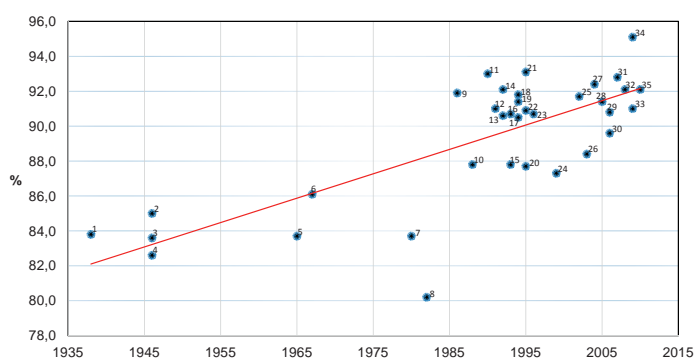
3.2 Amylytic modification

Decline in nitrogen accumulation in barley grain was reflected in increased extract content in malt. Extract content indicates the level of starch modification during malting. This important technological and economic parameter is apparently affected by the breeding effort. Extract content and some other technological indicators were within this experiment affected by the increased content of nitrogenous substances in non-malted grain.

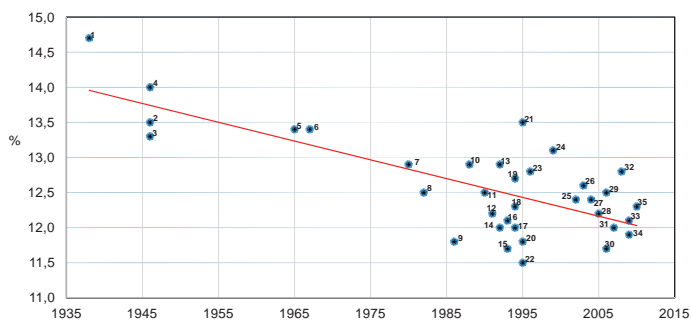
The oldest studied variety Diosecký Kneifl (1938) had extract at the level of 77.2% at the content of nitrogenous substances in non-malted grain 14.7%, the variety Slovenský 802 (1946) had extract content at the level of 79.3% at 13.5% of nitrogenous substances content, the variety Orbit (1980) achieved the extract at the level of 80.0% at the content of 11.8% of nitrogenous substances, malt of the variety Donum (1993) provided extract at the level of 81.7% at 11.7% of nitrogenous substances, and the variety Ezer (2004) achieved the extract content at the level of 82.3% at nitrogenous substances content of 12.4%. The average year-on-year increase in extract content in the studied set was 0.055 of the percentage point. Extract content in malt dry matter was statistically highly significantly affected by year of registration ($r^2 = 77\%$) (Tables 2 and 3, Fig. 5).

At the optimal content of nitrogenous substances in barley grain, modern spring barley varieties bred in Sládkovičovo achieve a substantially higher extract content as shown by the results of the registration procedure: Karmel (2010) 83.4%, Donaris (2009) 82.7%, Sladar (2009) 83.4 %, and Levan (2008) 83.3% (Psota et al. 2009; 2010; Psota and Svorad, 2008).

The breeding progress in diastatic power, i.e. activity of amylytic enzymes (namely β -amylases) is very interesting. The varieties bred to the end of the 1970s achieved the value of diastatic power around 300 WK un., such as the varieties Diosecký Kneifl (1938) 376 WK un., Slovenský 802 (1946) 382 WK un., and Sladar (1967) 338 WK un. In the 1970s and mainly 1980s, the varieties with lower diastatic power were bred, e.g. the varieties Fatran (1980) 234 WK



Obr. 3 Podiel zrna nad sítom 2,5x20 mm (%) / Fig. 3. Grain proportion over 2.5x20 mm sieve (%)



Obr. 4 Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa (%) / Fig. 4 Protein content (%)

Pri optimálnom obsahu dusíkatých látok v zrne jačmeňa dosahujú moderné odrody jarného jačmeňa vyšľachtené v Sládkovičove podstatne vyšší obsah extraktu, čo je zrejme z výsledkov registračného riadenia: Karmel (2010) 83,4 %, Donaris (2009) 82,7 %, Sladar (2009) 83,4 % a Levan (2008) 83,3 % (Psota et al. 2009; 2010; Psota a Svorad, 2008).

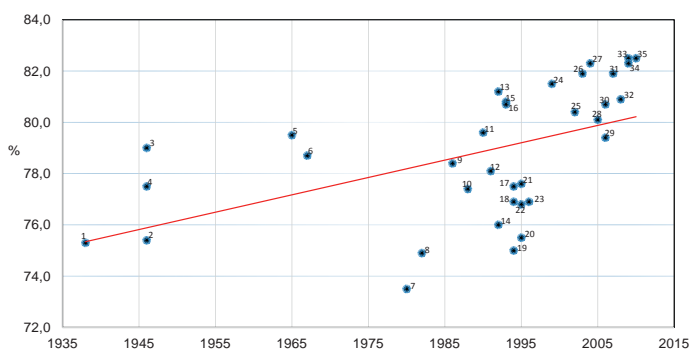
Vývoj šľachtiteľského pokroku pri diastatickej mohutnosti, t.j. aktivite amylolytických enzýmov (predovšetkým β -amyláz), je veľmi zaujímavý. Odrody vyšľachtené do konca 70. rokov minulého storočia dosahovali hodnoty diastatickej mohutnosti okolo 300 j.WK, napríklad odrody Diosecký Kneifl (1938) 376 j.WK, Slovenský 802 (1946) 382 j.WK a Sladar (1967) 338 j.WK. V 70. a hlavne 80. rokoch boli vyšľachtené odrody s nižšou diastatickou mohutnosťou, napríklad odrody Fatran (1980) 234 j.WK a Orbit (1986) 154 j.WK. V 2. polovici 90. rokov minulého storočia a na začiatku tohto storočia došlo k výraznému zvýšeniu aktivity amylolytických enzýmov a hodnoty diastatickej mohutnosti sa bežne pohybujú nad 300 j.WK (tab. 2 a 3).

Značný šľachtiteľský pokrok bol zaznamenaný v kvalite sladiny vyjadrený úrovňou dosiahnuteľného stupňa prekvasenia. Najstaršia sledovaná odroda Diosecký Kneifl (1938) mala prekvasenie na úrovni 75,3 %, odroda Slovenský dunajský trh (1946) mala prekvasenie už na úrovni 79,0 %, odroda Sladko (1992) 81,2 %, odroda Ezer (2004) 82,3 % a odrody Donaris (2009) a Karmel (2010) 82,5 %. Priemerný medziročný vzostup dosiahnuteľného stupňa prekvasenia v sledovanom súbore bol 0,07 percentuálneho bodu (tab. 2 a 3, obr. 6).

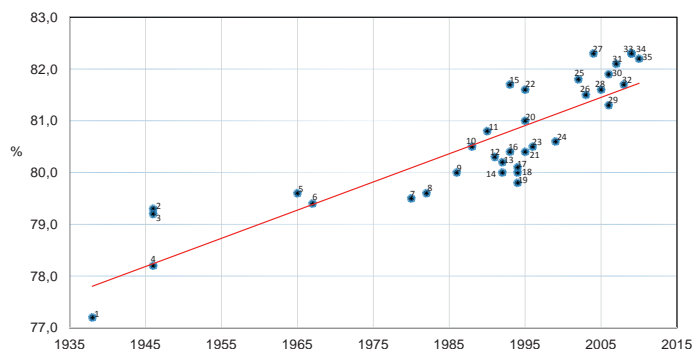
V rámci registračného riadenia dosiahli najnovšie odrody jarného jačmeňa vyšľachtené v Sládkovičove nasledovné hodnoty dosiahnuteľného stupňa prekvasenia: Karmel (2010) 83,9 %, Donaris (2009) 82,8 %, Sladar (2009) 82,7 % a Levan (2008) 81,5 % (Psota et al. 2009; 2010; Psota a Svorad, 2008).

3.3 Proteolytické rozlúštenie

V prípade proteolytického rozlúštenia vyjadreného hodnotou Kolbachovho čísla došlo k významnému šľachtiteľskému pokroku, t.j. k postupnému zlepšovaniu modifikácie dusíkatých látok. V prvých odrodách povolených v rokoch 1938–1967 bola aktivita proteolytických enzýmov na úrovni 34,6–38,3 %. Viac než tretina odrôd mala Kolbachovo číslo nad 42 %. Priemerný medziročný vzostup hodnôt Kolbachovho čísla bol v sledovanom súbore 0,11 percentuálneho bodu. Kolbachovo číslo bolo štatisticky vysoko preukazne ovplyvnené rokom registrácie ($r^2 = 56,6\%$) (tab. 2 a 3, obr. 7).



Obr. 6 Dosiahnuteľný stupeň prekvasenia (%) / Fig. 6 Apparent final attenuation (%)



Obr. 5 Extrakt sladu (%) / Fig. 5 Malt extract (%)

un. and Orbit (1986) 154 WK un. In the latter half of the 1990s and at the beginning of this century, significant increase in the activity of amylolytic enzymes was recorded, values of diastatic power commonly moved above 300 WK un. (Tables 2 and 3).

Considerable breeding progress was recorded in wort quality expressed by the degree of final attenuation. Final attenuation of the oldest studied variety Diosecký Kneifl (1938) was at the level of 75.3%, the values of final attenuation of the varieties Slovenský dunajský trh (1946), Sladko (1992), Ezer (2004), Donaris (2009), and Karmel (2010) were 79.0%, 81.2%, 82.3%, 82.5%, and 82.5%, respectively. The average year-on-year increase in the apparent final attenuation in the studied set was 0.07 percentage point (Tables 2 and 3, Fig. 6).

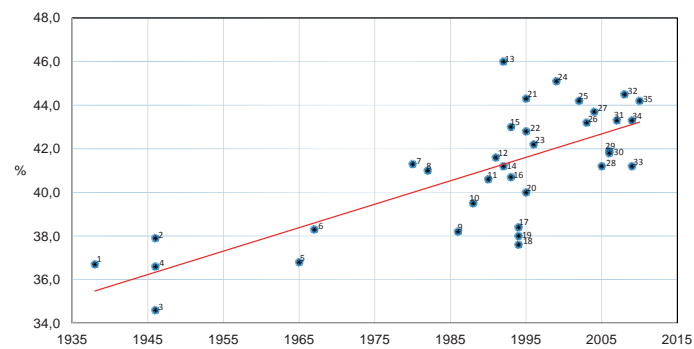
The newest spring barley varieties bred in Sládkovičovo achieved the following values of apparent final attenuation within the registration procedure: Karmel (2010) 83.9%, Donaris (2009) 82.8%, Sladar (2009) 82.7%, and Levan (2008) 81.5% (Psota et al. 2009; 2010; Psota and Svorad, 2008).

3.3 Proteolytic modification

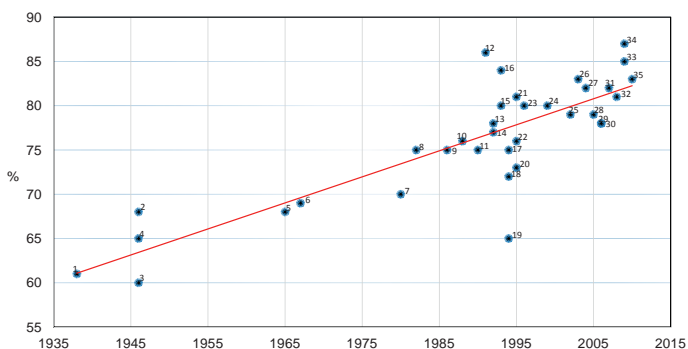
A profound breeding success was achieved in proteolytic modification expressed by the value of Kolbach index, i.e. gradual improvement of modification of nitrogenous substances. Activity of proteolytic enzymes in the first varieties released in 1938–1967 was at the level of 34.6–38.3%. More than one third of varieties had Kolbach index over 42%. The average year-on-year increase in the values of Kolbach index in the studied set was 0.11 percentage point. Kolbach index was statistically highly significantly affected by the registration year ($r^2 = 56.6\%$) (Tables 2 and 3, Fig. 7).

At the optimal content of nitrogenous substances in barley grain, the modern varieties bred in Sládkovičovo achieve higher values of Kolbach index, which is also indicated by the results of the registration procedure: Karmel (2010) 48.7%, Donaris (2009) 44.8%, Sladar (2009) 46.6%, and Levan (2008) 46.3% (Psota et al. 2009; 2010; Psota and Svorad, 2008).

Relative extract at 45 °C gives activity of proteolytic enzymes and β -amylase and to some extent correlates with the value of Kolbach index. Activity of enzymes affecting the value of relative extract at 45°C increased gradually. The average year-on-year increase in the relative extract values was 0.09 percentage point in the set under study (Tables 2 and 3).



Obr. 7 Kolbachovo číslo (%) / Fig. 7 Kolbach index (%)



Obr. 8 Friabilita / Fig. 8 Friability

Pri optimálnom obsahu dusíkatých látok v zrne jačmeňa dosahujú moderné odrody jarného jačmeňa vyšľachtené v Sládkovičove vyššie hodnoty Kolbachovho čísla, čo je zrejme z výsledkov registračného riadenia: Karmel (2010) 48,7 %, Donaris (2009) 44,8 %, Sladar (2009) 46,6 % a Levan (2008) 46,3 % (Psota et al., 2009; 2010; Psota a Svorad, 2008).

Relatívny extrakt pri 45 °C vyjadruje aktivitu proteolytických enzýmov a β -amylázy a do určitej miery koreluje s hodnotou Kolbachovho čísla. Aktivita enzýmov ovplyvňujúcich hodnotu relatívneho extraktu pri 45°C sa postupne zvyšovala. Priemerný medziročný vzostup hodnôt relatívneho extraktu bol v sledovanom súbore 0,09 percentuálneho bodu (tab. 2 a 3).

3.4 Cytolytické rozlúštenie

Cytolytické rozlúštenie charakterizované friabilitou sladu a obsahom β -glukánov v sladine sa stalo cieľom systematického šľachtenia až na počiatku 90. rokov 20. storočia, napriek tomu je možné sledovať postupné zvyšovanie friability sprevádzané poklesom obsahu β -glukánov v sladine. Prvou odrodou, ktorá sa v rámci tohto sledovania dostala pod 200 mg/l, bola odroda Jubilant (1991). Odroda Kompakt (1995) dosiahla 200 mg/l. Táto odroda však bola v dobe svojej registrácie jednou z prvých odrôd, ktorá splnila požiadavky na nízky obsah β -glukánov v sladine a stala sa na dlhú dobu štandardnou odrodou v registračnom riadení. Priemerný obsah β -glukánov bol pri tejto odrode v rokoch 2001–2004 101 mg/l (Psota a Kosař, 2005). V sledovanom súbore bol medziročný pokles obsahu β -glukánov v sladine 5,4 mg/l a vzostup hodnoty friability 0,3 percentuálneho bodu (tab. 2 a 3, obr. 8 a 9).

Obdobne možno sledovať zlepšovanie aj pri ďalších znakoch spojených s úrovňou cytolytického rozlúštenia, a to u percenta polosklovitých a sklovitých zŕn, homogenity rozlúštenia friabilimetrom a viskozity sladiny (tab. 2 a 3).

Friabilita, výskyt polosklovitých zŕn a homogenita stanovená friabilimetrom boli štatisticky vysoko preukazne ovplyvnené rokom registrácie ($r^2 = 70\%$) (tab. 2 a 3).

3.5 Senzorické vlastnosti

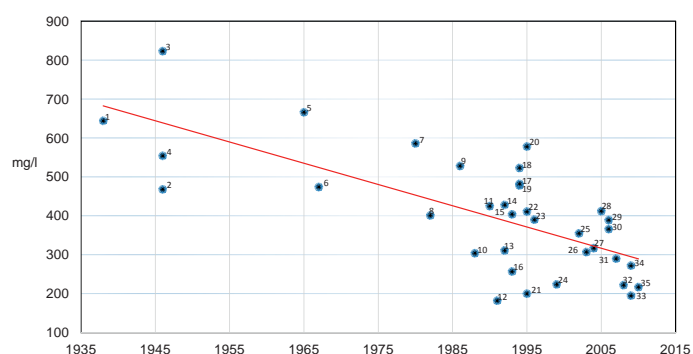
V súčasnej dobe sa kladie dôraz aj na vlastnosti, ktoré môžu ovplyvniť senzorické vlastnosti finálneho produktu. K týmto znakom patrí farba a zákal sladiny.

Farba sladiny sa pri odrodách vyšľachtených do roku 1967 pohybovala v rozpätí 2,5–2,8 j. EBC. Dve tretiny odrôd vyšľachtených v roku 1980 a neskôr vykazovali farbu sladiny vyššiu než 3 j. EBC. Najvyššiu priemernú hodnotu farby sladiny mala odroda Ludan (2002).

Farba sladiny po povarení, ktorá korešponduje s farbou finálneho výrobku, sa u odrôd vyšľachtených do roku 1967 pohybovala v rozpätí 4,1–4,8 j. EBC. Polovica odrôd vyšľachtených v roku 1980 a neskôr vykazovala farbu sladiny po povarení vyššiu než 5 j. EBC. Najvyššie hodnoty dosiahla odroda Sladko (1992).

V sledovanom súbore bol medziročný vzostup farby sladiny 0,008 percentuálneho bodu a vzostup farby sladiny po povarení 0,014 j. EBC (tab. 2 a 3).

Pivovary vo svojich špecifikáciách požadujú od sladovní slad poskytujúci čiru sladinu. Z tohto dôvodu majú sladovne záujem o odrody sladovníckeho jačmeňa, ktoré sú schopné takú sladinu poskytnúť. Úroveň čírosti je sledovaná pomocou zákalomeru. Hodnoty namerané týmto prístrojom by nemali presiahnuť 4 j. EBC. Na tento znak jačmene neboli šľachtené, a tak sa v súbore vyskytuje rada odrôd s vynikajúcou úrovňou tohto znaku a rada odrôd poskytujúcich opa-

Obr. 9 Obsah β -glukánov v sladine (mg/l) / Fig. 9 β -glucan content in wort (mg/l)

3.4 Cytolytic modification

Cytolytic modification characterized by friability of malt and β -glucan content in wort became a target of systematic breeding only at the beginning of 1900s but still, a gradual increase in friability accompanied with the decline in β -glucan content in wort can be observed. The first variety which within this monitoring got below 200 mg/l was the variety Jubilant (1991). The variety Kompakt (1995) achieved 200 mg/l. However, this variety was at the time of its registration one of the first varieties which fulfilled the requirements for the low β -glucan content in wort and it became the standard variety in the registration procedure for a long time. Average β -glucan content of 101 mg/l was recorded in this variety in the period of 2001–2004 (Psota and Kosař, 2005). The annual decline in β -glucans in wort (5.4 mg/l) and increase in the value of friability 0.3 percentage point were recorded in the studied set (Tables 2 and 3, Fig. 8 and 9).

Similarly, it is possible to observe the improvement trend in other parameters connected with the level of cytolytic modification, namely in the percentage of partly modified and modified grains, homogeneity of modification by friabilimeter and wort viscosity (Tables 2 and 3).

Friability, the occurrence of partly modified grains and homogeneity given by friabilimeter were statistically highly significantly affected by the year of registration ($r^2 = 70\%$) (Tables 2 and 3).

3.5 Sensory properties

Currently, the traits are also emphasized that can affect the organoleptic characters of the final product. These parameters include wort color and haze.

Wort color of the varieties bred to 1967 varied in the scope of 2.5–2.8 EBC un. Two thirds of the varieties bred in 1980 and later exhibited wort color higher than 3.0 EBC un. The highest average value of wort color was found in the variety Ludan (2002).

Wort color after boiling which corresponds to the color of the final product moved in the varieties bred to 1967 in the range of 4.1–4.8 EBC un. Half of the varieties bred in 1980 and later exhibited wort color after boiling higher than 5.0 EBC un. The highest values were achieved by the variety Sladko (1992).

In the studied set, the annual increase in the color of wort was 0.008 percentage point and increase in wort color after boiling was 0.014 EBC un. (Tables 2 and 3).

Breweries in their specifications require malt from malt houses providing clear wort. For this reason, the malt houses are interested in malting barley varieties which are able to provide this wort. The level of clarity is followed by a turbidimeter. The values measured by this instrument should not exceed 4.0 EBC un. Barley was not bred for this trait, thus the set includes a number of varieties with the excellent level of this character and a number of varieties giving opalizing wort regardless when the relevant variety was bred.

4 CONCLUSIONS

The paper includes the results of study of malting and agronomical characters of spring barley varieties bred in Sládkovičovo. The studied varieties reflect the breeding progress. Breeding led to reduction of accumulation of nitrogenous substances, increase of extract content and improved amyolytic, proteolytic and cytolytic modification. Breeding progress was reflected in the increased yield, improved

lizujúcu sladinu bez ohľadu na to, kedy bola konkrétna odroda vyšľachtená.

4 ZÁVER

Štúdia zahŕňa výsledky sledovania sladovníckych a agronomických vlastností odrôd jačmeňa jarného vyšľachteného v Sládkovičove. Na sledovaných odrodách je zachytený šľachtiteľský progres. Šľachtením bolo dosiahnuté zníženie akumulácie dusíkatých látok, zvýšenie extraktívnosti a zlepšenie amylolytického, proteolytického a cytolytického rozlúštenia. Šľachtiteľský progres sa odrazil vo zvýšení úrody, zlepšení úrodovných znakov, v odolnosti k múčnatke trávovej, ako aj v zlepšení modifikácie škrobu, zvýšení aktivity amylolytických a proteolytických enzýmov a v zlepšení kvality sladiny.

POĎAKOVANIE

Prekladaná štúdia bola vytvorená v rámci inštitucionálnej podpory Ministerstva земѣлствї České republiky (RO1917) a s podporou firmy HORDEUM s.r.o.

LITERATÚRA / REFERENCES

- Dreiseitl, A., Križanová, K., 2012: Powdery mildew resistance genes in spring barley cultivars registered in Slovakia from 2000-2010. *Cereal Res. Commun.*, 40(4): 494–501. DOI: 10.1556/CRC.40.2012.008.
- EBC Analysis committee, 2010: *Analytica-EBC*. Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, 2010, 794 p. ISBN 978-3-418-00759-5.
- Grabner, E., 1913: Die Entwicklung und der heutige Stand der Pflanzenzüchtung in Ungarn. *Zschr. f. Pflanzenz.*, 1(2): 187–222.
- Haraj, C., 1968: Príspevok do seriálu „Poľnohospodársky a potravinársky výskum“. Ústredie poľnohospodárskeho a potravinárskeho výskumu, Bratislava.
- Haruštiak, M., 1962: K 50-ročnej činnosti Šľachtiteľskej stanice Sládkovičovo. In 50 rokov Šľachtiteľskej stanice v Sládkovičove. Odbor SNR pre pôdohospodárstvo v Pôdohospodárskom vydavateľstve, Bratislava, 44 s.
- Hallon, L., Pekarovič, J., Pokreis, H., Talamon, L., Vadkerty, K., Varga Á., 2009: Barón Karl Kuffner de Dioszegh a diószegský cukrovar., 19 s., ISBN 978-80-970205-1-4.
- Jamárík, J., 1962: Počiatky šľachtenia rastlín na Slovensku. In 50 rokov Šľachtiteľskej stanice v Sládkovičove. Odbor SNR pre pôdohospodárstvo v Pôdohospodárskom vydavateľstve, Bratislava, 44 s.
- Jamárík, J., 1970: Vývoj šľachtenia rastlín od roku 1870 do roku 1948. In: Klinovský, M. (ed.): 100 rokov šľachtenia rastlín na Slovensku. Slovosivo – Príroda, Bratislava: 9–47.
- Križanová, K., Psota, V., Slezíak, L., Žofajová, A., Gubiš, J., 2010: Šľachtenie jačmeňa jarného na sladovnícku kvalitu. *Potravinárstvo*, 4(2): 39–44.

yield components, resistance to powdery mildew and improved starch modification, increased activity of amylolytic and proteolytic enzymes and improved wort quality.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was performed within the institutional support of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic (RO1917) and with support of the company HORDEUM s.r.o.

- Lekeš, J., 1964: Šlechtění jarního ječmene v ČSSR. Vědecké práce VÚO, Kroměříž.
- Lekeš, J., 1997: Šlechtění obilovin na území Československa. Brázda, Praha, 280 s. ISBN 80-209-0271-6.
- Lekeš, J., Benada, J., Bruckner, F., Kopecký, M., Minařík, F., Přikryl, K., Voňka, Z., Zeništěva, L., 1985: Ječmen. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 312 s.
- MEBAK, 2011: Collection of Brewing Analysis Methods of the Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission (MEBAK). Freising-Weihenstephan, Germany, 2011, 341 s.
- Psota, V., Kosař, K., 2005: Collection of malting barley varieties in the Czech Republic in 2005. *Monatsschrift für Brauwissenschaft*, 58 (9/10): 72–74.
- Psota, V., Svorad, M., 2008: Barley varieties registered in the Slovak Republic in 2008. *Kvasny Prum.*, 54: 264–268.
- Psota, V., Sachambula, L., Svorad, M., 2009: Barley varieties registered in the Slovak Republic in 2009. *Kvasny Prum.*, 55: 326–330.
- Psota, V., Sachambula, L., Svorad, M., 2010: Barley varieties registered in the Slovak Republic in 2010. *Kvasny Prum.*, 56: 367–372.
- Sobotka, M., Antonov, A., Grodecký, V., Hájek, D., Jelínková-Paroušková, D., Karaman, L., Schmidt, J., Stuchlík, M., 1958: Atlas obilnin československých povolených a rayonovaných odrůd. SZN, Praha, 280 s.

Do redakce došlo / Manuscript received: 28/11/2016
Přijato k publikování / Accepted for publication: 10/2/2017