



Barley varieties registered in the Czech Republic after the harvest 2022

Odrůdy ječmene registrované v České republice po sklizni 2022

Vratislav Psota^{1*}, Olga Dvořáčková², Markéta Musilová¹, Rastislav Boško¹

¹ Research Institute of Brewing and Malting, Mostecká 971/7, 614 00 Brno, Czech Republic
Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Sladařský ústav, Mostecká 971/7, 614 00 Brno

² Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture, National Plant Variety Office, Hroznová 63/2, 656 06 Brno, Czech Republic
Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový úřad, Hroznová 63/2, 656 06 Brno

* corresponding author (odpovědný autor): psota@beerresearch.cz

Abstract

After the 2022 harvest, seven new varieties of malting barley were registered in the Czech Republic. After three years of testing, spring barley varieties Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvík, LG Rhapsody and RGT Proxima were registered. Based on the results obtained, LG Ludvík was recommended for the production of beer with the protected geographical indication 'České pivo'. This variety showed low activity of proteolytic and cytolytic enzymes and low level of final attenuation. The other spring barley varieties (Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Rhapsody and RGT Proxima) gave sweet wort with extract content in malt dry matter ranging from 82.6 to 84.6%. The varieties Ambiana, Gingko, LG Rhapsody and RGT Proxima had extract contents of more than 83%. Proteolytic modification was high (Kolbach Index above 50%) in the varieties Gingko, LG Rhapsody and RGT Proxima. The β -glucan content in sweet wort below 100 mg/l was recorded in the varieties Gingko and LG Rhapsody. Cell wall degradation (friability 85–94%) and final attenuation (81.7–83.0%) were at optimum levels in Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Rhapsody and RGT Proxima. Gingko, Kimberly and LG Rhapsody always produced clear sweet wort. Low to zero lipoxygenase activity was found in KWS Thalís.

Keywords: barley; varieties; malting quality

Abstrakt

Po sklizni v roce 2022 bylo v České republice registrováno sedm nových odrůd sladovnického ječmene. Po třech letech testování byly registrovány odrůdy jarního ječmene Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvík, LG Rhapsody a RGT Proxima. Na základě získaných výsledků byla odrůda LG Ludvík doporučena pro výrobu piva s chráněným zeměpisným označením "České pivo". Tato odrůda vykazovala nízkou aktivitu proteolytických a cytolytických enzymů a nízkou úroveň dosažitelného stupně prokvašení. Ostatní odrůdy jarního ječmene (Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Rhapsody a RGT Proxima) poskytly sladinu s obsahem extraktu v sušině sladu v rozmezí od 82,6 do 84,6 %. Odrůdy Ambiana, Gingko, LG Rhapsody a RGT Proxima vykazovaly obsah extraktu vyšší než 83 %. Proteolytické rozluštění bylo u odrůd Gingko, LG Rhapsody a RGT Proxima vysoké (Kolbachovo číslo nad 50 %). Obsah β -glukanů ve sladince pod 100 mg/l byl zaznamenán u odrůd Gingko a LG Rhapsody. Degradace buněčných stěn (friabilita 85–94 %) a dosažitelný stupeň prokvašení (81,7–83,0 %) byly u odrůd Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Rhapsody a RGT Proxima na optimální úrovni. Odrůdy Gingko, Kimberly a LG Rhapsody poskytly vždy sladinu čistou. Nízká až nulová aktivita lipoxygenázy byla zjištěna u odrůdy KWS Thalís.

Klíčová slova: ječmen, odrůdy, sladovnická kvalita

1 Introduction

The registered varieties passed three years of testing. The year 2020 was above normal in temperature (9.1 °C) and rainfall (766 mm), the year 2021 was normal in temperature (8.0 °C) and rainfall (683 mm). The year 2022 was above normal with an average temperature of 9.2 °C, but in terms of rainfall (632 mm), it was classified as a normal year. The period of 1991–2020 was normal in terms of rainfall and temperature (Tolasz et al., 2021, 2022, 2023). The course of weather in each test site influenced grain nitrogen content and pregermination.

Between 2020 and 2022, an average of 1,113,985 tonnes of spring barley and 700,241 tonnes of winter barley were harvested annually in the Czech Republic. Based on the previous year's propagation areas, the most widely grown spring malting barley varieties in 2022 were: Bojos (22%), Overture (12%), Laudis 550 (12%), KWS Amadora (7%), KWS Irina (7%), RGT Planet (5%), Spitfire (4%), Francin (3%), LG Tosca (3%), and Manta (3%) (CISTA, 2021). Varieties recommended for the production of beer with the protected geographical indication 'České pivo' (Commission Regulation, 2008) were grown on approximately 45% of the area. A large part of the malt produced is exported from the Czech Republic. Thus, in addition to Czech varieties, a number of quality foreign malting barley varieties are also grown and processed.

2 Materials and methods

In this study, technological and agronomic parameters of malting spring barley varieties Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvík, LG Rhapsody and RGT Proxima were evaluated (Table 1). The barley varieties were evaluated according to the Protocol for Official Examination of Value for Cultivation and Use – Barley (Dvořáčková, 2019). Standard (previously registered) varieties were also grown on the same sites. Laudis 550 and Francin are the standard varieties for the varieties recommended for the production of beer with the protected geographical indication 'České pivo' (Commission Regulation, 2008). KWS Amadora and Spitfire are the standard varieties for the varieties with high extract content, high proteolytic modification and high values of final attenuation.

The malting quality of these varieties was assessed on the basis of analyses of 12 malt samples obtained between 2020 and 2022. The grain samples (fraction over 2.5 mm) were supplied by CISTA.

The samples were micro-malted in KVM's equipment (Czech Republic). The method used for micro-malting was based on the MEBAK (2011).

1 Úvod

Registrované odrůdy absolvovaly v průběhu zkoušení tři odlišené ročníky. Rok 2020 byl teplotně (9,1 °C) i srážkově (766 mm) nadnormální, rok 2021 byl teplotně (8,0 °C) i srážkově normální (683 mm) a rok 2022 byl s průměrnou teplotou 9,2 °C nadnormální, ale s ročním srážkovým úhrnem 632 mm je řazen mezi roky srážkově normální. Srážkovým a teplotním normálem bylo období 1991–2020 (Tolasz et al., 2021, 2022, 2023). Průběh počasí na jednotlivých zkušebních stanovištích ovlivnil obsah dusíkatých látek v zrna a porostlost.

V letech 2020 až 2022 se v České republice ročně sklídilo v průměru 1 113 985 tun jarního ječmene a 700 241 tun ozimého ječmene. V roce 2022 byly na základě množitelských ploch předchozího roku nejrozšířenějšími odrůdami jarního sladovnického ječmene: Bojos (22 %), Overture (12 %), Laudis 550 (12 %), KWS Amadora (7 %), KWS Irina (7 %), RGT Planet (5 %), Spitfire (4 %), Francin (3 %), LG Tosca (3 %) a Manta (3 %) (CISTA, 2021). Přibližně na 45 % ploch byly pěstovány odrůdy doporučené pro výrobu piva s chráněným zeměpisným označením „České pivo“ (Commission Regulation, 2008). Velká část vyrobeného sladu se z České republiky vyváží. Vedle českých odrůd se tedy pěstuje a zpracovává i řada kvalitních zahraničních odrůd sladovnického ječmene.

2 Materiál a metody

V této studii jsou hodnoceny technologické a agronomické parametry sladovnických odrůd jarního ječmene Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvík, LG Rhapsody a RGT Proxima (tabulka 1). Odrůdy ječmene byly hodnoceny podle Metodiky zkoušek užitné hodnoty – ječmen (Dvořáčková, 2019). Na stejných stanovištích byly pěstovány i standardní (již dříve registrované) odrůdy. Odrůdy Laudis 550 a Francin jsou standardními odrůdami pro odrůdy doporučené pro výrobu piva s chráněným zeměpisným označením „České pivo“ (Commission Regulation, 2008). Odrůdy KWS Amadora a Spitfire jsou standardními odrůdami pro odrůdy s vysokým obsahem extraktu, vysokým proteolytickým rozluštěním a vysokými hodnotami dosažitelného stupně prokvašení.

Sladovnická kvalita uvedených odrůd byla stanovena na základě rozborů 12 vzorků sladu získaných v letech 2020 až 2022. Vzorky zrna (frakce nad 2,5 mm) dodal ÚKZÚZ.

Vzorky byly mikroskladovány na zařízení společnosti KVM (ČR). Pro mikroskladování byla použita metoda vycházející z metody MEBAK (2011).

Table 1 Spring barley varieties registered after the harvest 2022
Tabulka 1 Odrůdy jarního ječmene registrované po sklizni 2022

Variety / Code	Maintainer / Agent in the CR
Odrůda / Kód	Udržovatel / Zástupce v ČR
spring barley / jarní ječmen	malting varieties / sladovnické odrůdy
Ambiana	NORDSAAT Saatucht GmbH
NORD 18/2613	SAATEN - UNION CZ s.r.o.
Gingko	NORDSAAT Saatucht GmbH
NORD 18/2510	SAATEN - UNION CZ s.r.o.
Kimberly	Nordic Seed A/S
NOS 112.512-05	SELGEN, a.s.
KWS Thalís	KWS LOCHOW GMBH
KWS 17/2942	SOUFFLET AGRO a.s.
LG Ludvik	Limagrain Europe S.A.S.
LGBHE4815	Limagrain Česká republika, s. r. o.
LG Rhapsody	Limagrain Europe S.A.S.
LGBN16164-07	Limagrain Česká republika, s. r. o.
RGT Proxima	RAGT 2n
RP18018	RAGT Czech s.r.o.

Steeping took place in the steeping box for 72 hours, with alternating wet stages and air rests. Water and air temperatures were maintained at 14.0 °C. Duration of wet stages and air rests: on the first day, the wet stage took 5 hours and the air rest 19 hours, on the second day, the wet stage took 4 hours and was followed by 20 hour-air rest. On the third day, the water content of the germinating grains was adjusted to 45% by steeping or spraying.

Germination took place in the germination box. The temperature during germination was maintained at 14.0 °C. The total germination time was 72 hours.

Kilning took place in a single-floor electrically heated kiln. The free-drying stage lasted 12 hours at 55 °C. During the forced drying stage, the temperature was gradually increased for 6 hours up to 75 °C. The curing stage was carried out for 4 hours at 80 °C.

Malt quality was determined according to the methods described in [MEBAK \(2011, 2018\)](#) and [EBC Analysis Committee \(2010\)](#). The methods used are shown in [Table 2](#).

2.1 Selection of trial sites

The basic characteristics of the trial sites are given in the Barley Year Book 2022 ([Psota, 2022](#)). Each year, grain samples of the standard varieties were collected from all trial sites. The level of pregermination and nitrogen content were determined in the grain samples collected. Sites with pregerminated grains were excluded from further monitoring. Subsequently, four sites were selected with grain nitrogen content of barley ranging from 10.2 to 11.0%. Samples were taken from these sites for micro-malting and subsequent analysis of the malt produced.

Máčení probíhalo v máčírně po dobu 72 hodin při střídání namáček a vzdušných přestávek. Voda a teplota vzduchu byly udržovány na 14,0 °C. Délky namáček a vzdušných přestávek: první den namáčka 5 hodin a 19 hodin vzdušná přestávka, druhý den namáčka 4 hodiny a 20 hodin vzdušná přestávka. Třetí den byl obsah vody v klíčících zrnech upraven na hodnotu 45 % namočením nebo dokropením.

Klíčení probíhalo v klíčírně. Teplota během klíčení byla udržována na 14,0 °C. Celková doba klíčení byla 72 hodin.

Hvozdění probíhalo v jednolískovém elektricky vytápěném hvozdě. Fáze přesoušení trvala 12 hodin při teplotě 55 °C. Během fáze zvyšování teploty se teplota postupně zvyšovala až na 75 °C. Fáze dotahování sladu probíhala 4 hodiny při teplotě 80 °C.

Kvalita sladu byla stanovena podle metod popsanych v [MEBAK \(2011, 2018\)](#) a [EBC Analysis Committee \(2010\)](#). Použité metody jsou uvedeny v [tabulce 2](#).

2.1 Výběr testovacích míst

Základní charakteristiky zkušebních stanovišť jsou uvedeny v Ječmenářské ročence 2022 ([Psota, 2022](#)). Každý rok byly odebírány vzorky zrna standardních odrůd ze všech zkušebních stanovišť. V odebraných vzorcích zrna byla stanovena úroveň porostlosti a obsah dusíkatých látek. Stanoviště s porostlými zrny byla z dalšího sledování vyřazena. Následně byla vybrána čtyři stanoviště s obsahem dusíkatých látek v zrnu ječmene, který se pohyboval kolem hodnot 10,2–11,0 %. Z těchto stanovišť byly odebrány vzorky pro mikroskladování a následný rozbor vyrobeného sladu.

2.2 Agronomic characteristics

The agronomic characteristics of spring barley varieties Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvík, LG Rhapsody and RGT Proxima were evaluated based on the results obtained from trials conducted in 2020–2022. Yield of grain above 2.5 mm were separately determined for the maize, sugar beet, cereal and potato testing areas. The testing areas are described in the Barley Year Book 2022 (Psota, 2022). Disease resistance and other important agronomic traits were also assessed (Table 3).

3 Results and discussion

The results of malt quality of the spring barley varieties Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvík, LG Rhapsody and RGT Proxima are summarized in Table 2. Important agronomic characteristics are listed in Table 3.

The LG Ludvík variety recommended for the production of beer with the PGI 'České pivo' (Commission Regulation, 2008) had a higher extract content in malt dry matter and a lower proteolytic modification (Kolbach Index 40.6%) associated with a lower soluble nitrogen and free amino nitrogen (FAN) content, compared to the standard varieties Laudis 550 and Francin. Cell wall degradation (friability 85%) was better in LG Ludvík than in the standard varieties.

The varieties Gingko, LG Rhapsody and RGT Proxima had the same or higher extract content in malt dry matter than the standard varieties KWS Amadora and Spitfire, with Gingko and LG Rhapsody having an extract content of 84.6%. Only Gingko, LG Rhapsody and RGT Proxima had the same or higher level of proteolytic modification compared to the standard varieties, with Gingko having the Kolbach Index of 54.2%. Gingko also showed higher values of soluble nitrogen and FAN than the standard varieties. Only the varieties Gingko and LG Rhapsody had cytolytic modification (high friability and low β -glucan values in sweet wort) at the level of standard varieties. The quality of the sweet wort composition, as determined by the degree of final attenuation, was equal to or higher than that of the standard varieties for Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Rhapsody and RGT Proxima, with LG Rhapsody and RGT Proxima showing final attenuation of 83%. Only the Gingko, Kimberly and LG Rhapsody varieties provided clear sweet wort in all cases. Low to no lipoxygenase enzyme activity was found in the KWS Thalís variety.

The variety **Ambiana**, bred in Germany, at the optimal nitrogen content (10.1%) in non-malted grain, gave malt with rich extract content (83.7%) and a diastatic power at the optimal level (335 WK). The intensity of proteolyt-

2.2 Agronomické vlastnosti

Agronomické vlastnosti odrůd jarního ječmene Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvík, LG Rhapsody a RGT Proxima byly hodnoceny na základě výsledků získaných z pokusů provedených v letech 2020–2022. Výnos zrna a výnos zrna nad 2,5 mm byly stanoveny zvlášť pro kukuřičnou, řepařskou, obilnářskou a bramborářskou zkušební oblast. Zkušební oblasti jsou popsány v Ječmennářské ročence 2022 (Psota, 2022). Dále byla stanovena odolnost vůči chorobám a další významné agronomické znaky (tabulka 3).

3 Výsledky a diskuze

Výsledky kvality sladu jarních odrůd ječmene Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvík, LG Rhapsody a RGT Proxima jsou shrnuty v tabulce 2. Důležité agronomické vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 3.

Odrůda LG Ludvík, doporučená pro výrobu piva s CHZO „České pivo“ (Commission Regulation, 2008), měla ve srovnání se standardními odrůdami Laudis 550 a Francin vyšší obsah extraktu v sušině sladu a nižší proteolytické rozluštění (Kolbachovo číslo 40,6 %) spojené s nižším obsahem rozpustného dusíku a volného aminodusíku. Degradace buněčných stěn (friabilita 85 %) byla u odrůdy LG Ludvík lepší než u standardních odrůd.

Odrůdy Gingko, LG Rhapsody a RGT Proxima měly stejný nebo vyšší obsah extraktu v sušině sladu než standardní odrůdy KWS Amadora a Spitfire, přičemž odrůdy Gingko a LG Rhapsody měly obsah extraktu na úrovni 84,6 %. Pouze odrůdy Gingko, LG Rhapsody a RGT Proxima měly stejnou nebo vyšší úroveň proteolytického rozluštění ve srovnání se standardními odrůdami, přičemž odrůda Gingko měla Kolbachovo číslo na úrovni 54,2 %. Odrůda Gingko též vykazovala vyšší hodnoty obsahu rozpustného dusíku a volného aminodusíku než odrůdy standardní. Cytolytické rozluštění (vysokou úroveň friability a nízké hodnoty β -glukanů ve sladince) měly na úrovni standardních odrůd pouze odrůdy Gingko a LG Rhapsody. Kvalita složení sladiny daná dosažitelným stupněm prokvašení byla u odrůd Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Rhapsody a RGT Proxima stejná nebo vyšší než u standardních odrůd, přičemž odrůdy LG Rhapsody a RGT Proxima vykazovaly dosažitelný stupeň prokvašení na úrovni 83 %. Pouze odrůdy Gingko, Kimberly a LG Rhapsody poskytly ve všech případech sladinu čirou. U odrůdy KWS Thalís byla zjištěna nízká až nulová aktivita enzymu lipoxygenáza.

V Německu vyšlechtěná odrůda **Ambiana** poskytovala, při optimálním obsahu dusíkatých látek (10,1 %) v nesladovaném zrně, slad s bohatým obsahem extraktu (83,7 %) a diastatickou mohutností na optimální úrovni (335 j.WK).

Table 2 Malt analyses (2020–2022)
Tabulka 2 Analýza sladu (2020–2022)

Methods / Metody	Units / Jednotky	References / Odkazy	Laudis 550		Francin		KWS Amadora		Spfitre		Ambiana		Gingko		Kimberly		KWS Thais		LG Ludvik		LG Rhapsody		RGT Proxima	
			$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S
Protein content of barley (factor 6.25) / Dusíkaté látky (bílkoviny) v ječmeni (faktor 6.25)	%	EBC 2010	11.3 ± 0.5		11.3 ± 0.7		10.2 ± 0.6		10.6 ± 0.6		10.1 ± 0.7		10.2 ± 0.5		10.3 ± 0.6		10.1 ± 0.7		10.4 ± 0.7		10.1 ± 0.6		10.1 ± 0.7	
Starch content of barley / Škrob v zrně ječmene	%	NIR	63.8 ± 1.3		63.5 ± 0.5		64.3 ± 0.6		64.3 ± 0.8		65.2 ± 1.4		64.8 ± 0.6		64.1 ± 1.0		64.0 ± 0.8		64.6 ± 0.8		64.3 ± 0.8		64.5 ± 1.2	
Bulk density / Objemová hmotnost	kg/hl	MEBAK 2018 R-110.24.020	69.2 ± 1.9		69.0 ± 2.5		65.8 ± 3.5		65.8 ± 3.3		63.9 ± 4.2		62.8 ± 4.7		63.6 ± 4.4		64.8 ± 4.2		65.3 ± 3.6		64.8 ± 4.1		64.9 ± 4.1	
Degree of steeping 1 / Stupeň domočení po 1 namáče	%		32.7 ± 1.2		31.9 ± 1.0		32.5 ± 1.7		31.8 ± 1.2		33.6 ± 1.9		33.5 ± 1.9		33.8 ± 1.9		33.5 ± 1.9		32.5 ± 1.3		33.7 ± 2.0		33.3 ± 1.7	
Degree of steeping 2 / Stupeň domočení po 2 namáče	%		40.1 ± 1.0		39.8 ± 1.0		40.3 ± 1.7		39.8 ± 1.2		41.2 ± 1.9		41.4 ± 2.0		41.6 ± 1.9		41.3 ± 2.0		40.4 ± 1.4		41.8 ± 2.1		41.1 ± 1.8	
Malt yield d. m. / Výťažnost v sušíně	%	Briggs 1998	91.3 ± 0.8		91.5 ± 0.8		90.8 ± 1.0		91.1 ± 0.7		91.1 ± 0.8		90.1 ± 1.0		90.7 ± 0.8		91.3 ± 0.7		90.9 ± 0.7		89.8 ± 0.6		91.0 ± 0.8	
Respiration losses d. m. / Ztráty prodycháním	%	Briggs 1998	4.1 ± 0.5		4.1 ± 0.5		4.7 ± 0.6		4.5 ± 0.5		4.2 ± 0.6		4.9 ± 0.8		4.5 ± 0.5		4.2 ± 0.5		4.4 ± 0.5		4.8 ± 0.4		4.3 ± 0.5	
Rootlet losses d. m. / Ztráty odklíčením	%	Briggs 1998	4.6 ± 0.4		4.4 ± 0.4		4.5 ± 0.4		4.4 ± 0.4		4.7 ± 0.7		5.1 ± 0.6		4.8 ± 0.5		4.5 ± 0.4		4.7 ± 0.5		5.4 ± 0.6		4.7 ± 0.6	
Extract of malt. congress mash / Extrakt sladu, kongresní sládkina	%	EBC 2010	81.9 ± 0.8		81.9 ± 1.0		83.8 ± 0.7		84.1 ± 0.9		83.7 ± 1.3		84.6 ± 1.3		82.6 ± 1.4		83.0 ± 1.0		82.5 ± 1.3		84.6 ± 1.2		84.0 ± 1.1	
Mash method according to Hartong and Kretschmer VZ 45 °C / Relativní extrakt při 45 °C	%	MEBAK 2011 3.1.4.11	41.3 ± 3.9		41.6 ± 4.3		52.2 ± 5.4		48.9 ± 3.1		46.7 ± 3.8		52.1 ± 3.0		49.5 ± 3.7		50.6 ± 2.9		41.1 ± 3.8		53.3 ± 2.8		52.1 ± 2.9	
Kolbach index / Kolbachovo číslo	%	EBC 2010	41.9 ± 2.0		42.1 ± 2.4		52.5 ± 1.9		50.6 ± 2.9		46.8 ± 2.8		54.2 ± 3.1		48.2 ± 3.6		49.2 ± 3.7		40.6 ± 2.5		52.9 ± 2.2		52.3 ± 4.1	
Diastatic power / Diastatická mohutnost	WK	EBC 2010	324 ± 33		357 ± 43		375 ± 47		372 ± 44		335 ± 46		368 ± 36		287 ± 31		307 ± 39		296 ± 48		361 ± 30		341 ± 43	
Final attenuation of laboratory wort from malt Dosažitelný stupeň prokvašení	%	EBC 2010	80.0 ± 0.9		78.1 ± 1.1		82.6 ± 0.5		81.7 ± 0.8		81.7 ± 1.0		82.7 ± 1.3		82.1 ± 0.7		81.7 ± 0.7		80.7 ± 0.7		83.0 ± 0.8		83.0 ± 0.5	
Friability / Friabilita	%	EBC 2010	79 ± 5		78 ± 7		96 ± 3		94 ± 4		88 ± 6		94 ± 3		87 ± 5		85 ± 5		85 ± 5		94 ± 4		88 ± 5	
High molecular weight β-glucan content of malt. FIA / Obsah vysokomolekulárních β-glukanů, metodou FIA	mg/l	EBC 2010	236 ± 78		219 ± 60		53 ± 22		67 ± 25		148 ± 59		65 ± 25		161 ± 50		165 ± 74		223 ± 104		54 ± 19		156 ± 52	
Protein content of malt (factor 6.25) / Dusíkaté látky (bílkoviny) ve sladu (faktor 6.25)	%	EBC 2010	10.8 ± 0.6		10.7 ± 0.7		9.5 ± 0.6		10.1 ± 0.6		9.4 ± 0.6		9.3 ± 0.5		9.5 ± 0.7		9.2 ± 0.6		9.6 ± 0.6		9.2 ± 0.5		9.2 ± 0.6	

S = standard varieties / standardní odrůdy
 \bar{x} = mean / průměr
 s^* = standard deviation / směrodatná odchylka
Wort clarity: 1 – clear / čirý | 2 – weakly opalizing / slabě opalizující | 3 – opalizing / opalizující | 4 – cloudy / zákal

Methods / Metody	Units / Jednotky	References / Odkazy	Laudis 550		Franchi		KWS Amadora		Spitfire		Ambiana		Gingko		Kimberly		KWS Thalix		LG Ludvik		LG Rhapsody		RGT Proxima	
			$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S	$\bar{x} \pm s_x$	S
Total nitrogen of malt. Kjeldahl method / Celkový dusík ve sladu. metodou podle Kjeldahla	%	EBC 2010	1.73 ± 0.10		1.71 ± 0.12		1.51 ± 0.09		1.62 ± 0.10		1.50 ± 0.10		1.49 ± 0.07		1.52 ± 0.12		1.48 ± 0.10		1.54 ± 0.09		1.48 ± 0.09		1.48 ± 0.10	
Soluble nitrogen of wort. Kjeldahl method / Rozpuštěný dusík ve sladině. metodou podle Kjeldahla	mg/l	EBC 2010	843 ± 72		841 ± 92		917 ± 65		949 ± 54		803 ± 54		922 ± 44		858 ± 42		830 ± 43		751 ± 67		900 ± 56		881 ± 71	
Soluble nitrogen of wort. Kjeldahl method / Rozpuštěný dusík ve sladině. metodou podle Kjeldahla	mg/100g	EBC 2010	751 ± 64		751 ± 84		818 ± 58		847 ± 48		716 ± 49		823 ± 39		763 ± 37		739 ± 39		669 ± 60		804 ± 50		787 ± 63	
Protein of wort. Kjeldahl method / Dusíkaté látky ve sladině. metodou podle Kjeldahla	%	EBC 2010	4.7 ± 0.4		4.7 ± 0.5		5.1 ± 0.4		5.3 ± 0.3		4.5 ± 0.3		5.2 ± 0.2		4.8 ± 0.2		4.6 ± 0.2		4.2 ± 0.4		5.0 ± 0.3		4.9 ± 0.4	
Viscosity of laboratory wort from malt / Viskozita sladiny	mPas	EBC 2010	1.49 ± 0.03		1.47 ± 0.02		1.43 ± 0.01		1.45 ± 0.01		1.44 ± 0.03		1.41 ± 0.01		1.44 ± 0.02		1.44 ± 0.02		1.47 ± 0.02		1.42 ± 0.01		1.44 ± 0.01	
Colour of malt. Visual method / Barva sladiny	EBC	EBC 2010	3.1 ± 0.6		3.3 ± 0.6		4.2 ± 0.4		3.6 ± 0.6		3.7 ± 0.5		4.3 ± 1.0		3.8 ± 0.5		4.2 ± 0.4		3.5 ± 0.5		4.2 ± 0.4		4.0 ± 0.2	
Saccharification time / Doba zcukření	min	EBC 2010	10.5 ± 1.2		10.8 ± 1.4		10.3 ± 0.9		10.0 ± 0.0		10.5 ± 1.2		10.0 ± 0.0		10.3 ± 0.9		10.5 ± 1.2		10.8 ± 1.4		10.0 ± 0.0		10.0 ± 0.0	
Glassy corns / Sklovitá zrna	%	EBC 2010	0.4 ± 0.5		0.4 ± 0.3		0.1 ± 0.1		0.1 ± 0.1		0.2 ± 0.3		0.1 ± 0.1		0.1 ± 0.1		0.2 ± 0.2		0.1 ± 0.2		0.1 ± 0.1		0.3 ± 0.2	
Partly unmodified grains / Částečně sklovitá zrna	%	EBC 2010	5.2 ± 3.2		5.6 ± 3.6		0.5 ± 0.6		0.5 ± 0.6		1.8 ± 1.3		0.5 ± 0.5		1.5 ± 1.0		2.7 ± 1.9		2.2 ± 1.2		0.5 ± 0.3		1.8 ± 1.4	
Homogeneity (by friabilimeter) / Homogenita friabilimetrem	%	Baxter. O'Farrell 1983	94.8 ± 3.2		94.4 ± 3.6		99.5 ± 0.6		99.5 ± 0.6		98.2 ± 1.3		99.5 ± 0.5		98.5 ± 1.0		97.3 ± 1.9		97.8 ± 1.2		99.6 ± 0.3		98.2 ± 1.4	
Appearance (clarity) of wort / Čírost sladiny		MEBAK 2018 R-205.05.730	1.17 ± 0.39		1.17 ± 0.39		1.00 ± 0.00		1.00 ± 0.00		1.33 ± 0.65		1.00 ± 0.00		1.00 ± 0.00		1.33 ± 0.78		1.67 ± 0.78		1.00 ± 0.00		1.83 ± 0.72	
Haze of wort (90°) / Zákal sladiny (90°)	EBC	EBC 2010	1.19 ± 0.77		1.47 ± 1.32		1.06 ± 0.39		0.93 ± 0.27		1.59 ± 2.08		0.86 ± 0.33		0.80 ± 0.21		2.06 ± 2.25		2.75 ± 2.53		1.03 ± 0.41		2.71 ± 2.05	
Haze of wort (12°) / Zákal sladiny (12°)	EBC	EBC 2010	1.35 ± 0.82		1.45 ± 0.79		1.44 ± 0.65		1.13 ± 0.46		1.69 ± 1.58		0.96 ± 0.46		0.89 ± 0.29		2.34 ± 2.67		2.49 ± 1.84		1.17 ± 0.45		3.57 ± 2.95	
Total polyphenols in wort / Celkové polyfenoly ve sladině	mg/l	EBC 2010	60.4 ± 18.4		66.6 ± 16.6		91.0 ± 26.5		80.8 ± 29.0		68.8 ± 19.8		87.8 ± 24.6		83.2 ± 25.9		96.3 ± 24.1		75.6 ± 22.3		98.9 ± 28.7		95.8 ± 22.3	
Free amino nitrogen / Volný aminodusík	mg/l	EBC 2010	191 ± 19		190 ± 24		231 ± 20		223 ± 20		188 ± 18		232 ± 18		206 ± 14		202 ± 17		169 ± 19		227 ± 17		220 ± 18	
Free amino nitrogen / Volný aminodusík	mg/100g	EBC 2010	170 ± 17		169 ± 22		206 ± 18		199 ± 18		168 ± 16		207 ± 16		184 ± 13		180 ± 16		151 ± 17		203 ± 15		196 ± 16	

S = standard varieties / standardní odrůdy

\bar{x} = mean / průměr

s^x = standard deviation / směrodatná odchylka

Wort clarity: 1 - clear / čirý | 2 - weakly opalizing / slabě opalizující | 3 - opalizing / opalizující | 4 - cloudy / zákal

Table 3 Important agricultural properties (2020–2022)
Tabulka 3 Významné hospodářské vlastnosti (2020–2022)

Variety / Odrůdy	Intensity / Varianta pěstování	Mean of the standard varieties / Průměr standardních odrůd	Laudis 550	Francin	KWS Amadora	Spitfire	Bente	Ambiana	Gingko	Kimberly	KWS Thalix	LG Ludvik	LG Rhapsody	RGT Proxima
Grain yield in (t/ha) / Výnos zrna v (t/ha)			S	S	S	S	S							
maize testing area / kukuřičné zkušební oblasti	N	6.51	6.41	6.47	6.56	6.31	6.82	6.96	7.12	6.98	7.02	6.58	6.60	7.05
	T	6.97	6.69	6.71	7.05	6.88	7.51	7.47	7.49	7.50	7.51	7.01	7.14	7.59
sugar beet and cereal testing areas / řepašské a obilnářské zkušební oblasti	N	7.44	7.13	7.30	7.34	7.50	7.91	7.82	7.80	7.84	7.94	7.51	7.85	7.77
	T	7.86	7.68	7.59	7.82	7.90	8.31	8.22	8.19	8.48	8.41	7.93	8.42	8.38
potato testing area / bramborářské zkušební oblasti	N	7.40	7.19	7.32	7.40	7.15	7.96	8.19	7.86	8.09	8.14	7.72	8.01	8.18
	T	8.27	7.82	7.95	8.46	8.34	8.78	9.10	8.80	9.43	8.80	8.58	8.86	9.35
Grain over 2.5 mm (t/ha) / Výnos předního zrna v (nad 2,5mm) (t/ha)														
maize testing area / kukuřičné zkušební oblasti	N	5.84	5.77	5.80	5.69	5.87	6.05	6.14	6.37	5.99	6.03	6.03	5.84	6.29
	T	6.39	6.19	6.20	6.33	6.51	6.72	6.80	6.80	6.78	6.75	6.53	6.47	6.92
sugar beet and cereal testing areas / řepašské a obilnářské zkušební oblasti	N	7.02	6.66	6.89	6.82	7.25	7.48	7.42	7.24	7.29	7.33	7.16	7.30	7.20
	T	7.59	7.40	7.32	7.45	7.72	8.04	7.94	7.81	8.17	8.03	7.72	7.89	8.01
potato testing area / bramborářské zkušební oblasti	N	7.16	6.82	7.11	7.12	7.01	7.74	7.86	7.57	7.88	7.86	7.54	7.70	7.92
	T	8.12	7.66	7.79	8.29	8.23	8.63	8.96	8.63	9.30	8.57	8.40	8.68	9.18
Agronomic data / Agronomická data														
straw length (cm) / délka stébla (cm)			72	73	67	73	71	67	70	71	69	72	69	72
earliness of ripening** / ranost zrání**			120	121	120	120	120	121	120	121	119	121	120	121
standing power (lodging resistance) / odolnost proti poléhání			6.5	7.5	6.3	6.7	6.9	5.7	6.0	6.1	6.2	5.7	6.1	6.3
Resistance to diseases / Odolnost proti chorobám														
powdery mildew of barley (<i>Blumeria graminis</i>) / padlí ječmene (padlí travní na listu)			9.0	7.9	8.9	5.0	7.2	8.9	8.9	8.8	8.9	8.4	8.9	9.0
leaf rust of barley (<i>Puccinia hordei</i>) / hnědá rzivost ječmene (rez ječná)			7.4	7.7	6.0	7.0	7.1	7.9	7.5	6.9	7.1	7.9	6.6	7.2
complex of leaf spots (<i>Pyrenophora teres</i>) / komplex listových skvrnitostí (hnědá skvrnitost – komplex)			6.4	6.4	6.8	6.9	6.7	6.8	6.6	6.4	6.8	7.0	7.0	5.8
scald of barley (<i>Rhynchosporium secalis</i>) / spála ječmene (rhynchosporiová skvrnitost)			7.7	7.2	7.7	7.4	7.1	7.7	7.5	8.3	8.6	7.7	8.2	8.4
scab of barley (<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>Microdochium nivale</i> etc.) / růžovění klasů ječmene (fuzárium v klase)			6.8	6.5	6.6	7.2	6.1	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9
physiological leaf spots of barley / abiotická nekrotická skvrnitost ječmene (nespecifické skvrnitosti listů ječmene)			5.4	5.4	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.5	7.9	7.7	7.6	7.8
Grain quality / Kvalita zrna														
1000 grain weight (g) / hmotnost tisíce zrn (g)			46	47	47	51	52	49	49	49	48	48	46	49
sieving fractions over 2.5 mm (%) / podíl předního zrna (%)			94	95	93	97	95	94	94	94	93	95	94	94
Comments / Poznámky: S = standard varieties / standardní odrůdy														
Point evaluation / Bodové hodnocení: 1 = fully lodging, fully attacked / zcela poléhavá, zcela napadená 9 = non lodging, resistant to diseases / nepoléhavá, odolná proti napadení														
Weight of 1000 grains relates to sieving fractions over 2.0 mm at 14% humidity. Hmotnost tisíce zrn se vztahuje k podílu zrna nad sítem 2,0 mm při vlhkosti 14 %.														
** days from sowing to harvest maturity / dny od setí po sklizňovou zralost														
Intensity / Varianta pěstování: N - non treated with fungicides and morphoregulators / neošetřeno fungicidy ani morforegulatory T - treated with fungicides and morphoregulators / ošetřeno fungicidy, morforegulatory použity														

ic modification was at an optimum level (Kolbach Index 46.8%). The sweet wort had higher soluble nitrogen content (803 mg/l) and moderate FAN content in the sweet wort (188 mg/l). FAN therefore accounted for 23% of the soluble nitrogen in the sweet wort. Cell wall degradation was optimal and varied about 87%, the β -glucan content of the sweet wort (148 mg/l) and the viscosity value of the sweet wort were at satisfactory level. The quality of the sweet wort was at the optimum level (final attenuation of 81.7%). The variety gave clear sweet wort in most cases.

Ambiana is a mid-early malting variety.

The plants are low. The variety is medium to less resistant to lodging, medium resistant to resistant to stem breaking. It provides medium big to big grains and a high portion of sieving fractions over 2.5 mm.

The variety is resistant to powdery mildew of barley on the leaf, resistant to leaf rust of barley, medium resistant to the complex of leaf spots, medium resistant to resistant to scald of barley, medium resistant to head blight of barley.

The variety achieved a very high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal area and in both variants of growing in the potato area; high in both variants of growing in the maize area and in the treated variant in the sugar beet-cereal areas.

The utility value is given by the combination of a very high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal area and in both variants of growing in the potato area, a high yield of grain over 2.5 mm in both variants of growing in the maize area and in the treated variant of growing in the sugar beet-cereal area, resistance to leaf rust of barley and a very good malting quality.

The variety **Gingko**, bred in Germany, at the optimal nitrogen content (10.2%) in non-malted grain, gave malt with rich extract content (84.6%) and a diastatic power at the optimal level (368 WK). Intensity of proteolytic modification was very high (Kolbach Index 54.2%). The sweet wort had a high content of soluble nitrogen (922 mg/l) and high content of FAN in the sweet wort (232 mg/l). FAN accounted for 25% of the soluble nitrogen in the sweet wort. Cytolytic modification was at an optimal level. The malt showed a high degree of cell wall degradation (friability 94%) and an optimal β -glucan content in the sweet wort (65 mg/l). The quality of the sweet wort composition was optimal (final attenuation of 82.7%). The variety gave clear sweet wort in all cases.

Gingko is a mid-early malting variety.

The plants are medium high. The variety is medium resistant to lodging, medium resistant to stem breaking. It provides medium big to big grains and a high portion of sieving fractions over 2.5 mm.

Intenzita proteolytického rozluštění byla na optimální úrovni (Kolbachovo číslo 46,8 %). Sladina měla vyšší obsah rozpustného dusíku (803 mg/l) a střední obsah volného aminodusíku (FAN) ve sladidě (188 mg/l). FAN tvořil tedy 23 % rozpustného dusíku ve sladidě. Degradace buněčných stěn byla optimální a friabilita se pohybovala na úrovni 87 %, obsah β -glukanů ve sladidě (148 mg/l) a hodnota viskozity sladiny byly na vyhovující úrovni. Kvalita sladiny byla na optimální úrovni (dosažitelný stupeň prokvašení 81,7 %). Odrůda poskytla ve většině případů sladinu čirou.

Ambiana je sladovnická středně raná odrůda.

Rostliny nízké, odrůda středně až méně odolná proti poléhání, středně odolná až odolná proti lámání stébla. Zrno středně velké až velké, podíl předního zrna vysoký.

Odolná proti napadení padlím ječmene na listu, odolná proti napadení hnědou rzivostí ječmene, středně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí, středně odolná až odolná proti napadení spálou ječmene, středně odolná proti napadení růžověním klasů ječmene.

Výnos předního zrna v neošetřené variantě pěstování řepařsko-obilnářské oblasti a v obou variantách pěstování v bramborářské oblasti velmi vysoký, v obou variantách pěstování v kukuřičné oblasti a v ošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti vysoký.

Užitná hodnota je dána kombinací velmi vysokého výnosu předního zrna v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti a v obou variantách pěstování v bramborářské oblasti, vysokého výnosu předního zrna v obou variantách pěstování v kukuřičné oblasti a v ošetřené variantě v řepařsko-obilnářské oblasti, odolností proti napadení hnědou rzivostí ječmene a výběrové sladovnické jakosti.

V Německu vyšlechtěná odrůda **Gingko** poskytovala slad s bohatým obsahem extraktu (84,6 %) a optimální úrovní diastatické mohutnosti (368 j.WK) při optimálním obsahu dusíkatých látek (10,2 %) v nesladovaném zrně. Intenzita proteolytického rozluštění byla velmi vysoká (Kolbachovo číslo 54,2 %). Sladina měla vysoký obsah rozpustného dusíku (922 mg/l) a vysoký obsah volného aminodusíku (FAN) ve sladidě (232 mg/l). FAN tvořil 25 % rozpustného dusíku ve sladidě. Cytolytické rozluštění bylo na optimální úrovni. Slad vykazoval vysoký stupeň degradace buněčných stěn (friabilita 94 %) a optimální obsah β -glukanů ve sladidě (65 mg/l). Kvalita složení sladiny byla optimální (dosažitelný stupeň prokvašení 82,7 %). Odrůda poskytla ve všech případech sladinu čirou.

Gingko je sladovnická středně raná odrůda.

Rostliny středně vysoké, odrůda středně odolná proti poléhání, středně odolná proti lámání stébla. Zrno středně velké až velké, podíl předního zrna vysoký.

The variety is resistant to powdery mildew of barley on the leaf, medium resistant to resistant to leaf rust of barley, medium resistant to the complex of leaf spots, medium resistant to resistant to scald of barley, medium resistant to head blight of barley.

The variety achieved a very high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the maize area; high in the treated variant of growing in the maize area, in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal area and in both variants of growing in the potato area; medium high to high in the treated variant of growing in the sugar beet-cereal area.

The utility value is given by the combination of a very high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the maize area, high yield of grain over 2.5 mm in the treated variant of growing in the maize area, in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal area and both variants of growing in the potato area and malting quality.

The variety **Kimberly**, bred in Denmark, at the optimal nitrogen content (10.3%) in non-malted grain, gave malt with a satisfactory extract content (82.6%) and a diastatic power at the optimal level (287 WK). Intensity of proteolytic modification was optimal (Kolbach Index 48.6%). The sweet wort had a high content of soluble nitrogen (858 mg/l) and a high content of FAN in the sweet wort (206 mg/l). FAN accounted for 24% of soluble nitrogen in the sweet wort. Cell wall degradation was optimal (friability 87%) and the β -glucan content of the wort was satisfactory (161 mg/l). The sweet wort had an optimum composition (final attenuation of 82.1%). The variety gave a clear sweet wort in all cases.

According to the Common Catalogue of Varieties of Agricultural Plant Species (European Commission, 2023), the variety is registered in Germany.

Kimberly is a mid-early malting variety.

The plants are medium high. The variety is medium resistant to lodging, medium resistant to stem breaking. It provides medium big to big grains and a high portion of sieving fractions over 2.5 mm.

The variety is resistant to powdery mildew of barley on the leaf, medium resistant to leaf rust of barley, medium resistant to the complex of leaf spots, resistant to scald of barley, medium resistant to head blight of barley.

The variety had a very high yield of grain over 2.5 mm in the treated variant of growing in the sugar beet-cereal area and in both variants of growing in the potato area; high in the treated variant of growing in the maize area and in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal area; medium high in the untreated variant of growing in the maize area.

Odolná proti napadení padlím ječmene na listu, středně odolná až odolná proti napadení hnědou rzivostí ječmene, středně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí, středně odolná až odolná proti napadení spálou ječmene, středně odolná proti napadení růžověním klasů ječmene.

Výnos předního zrna v neošetřené variantě pěstování v kukuřičné oblasti velmi vysoký, v ošetřené variantě pěstování v kukuřičné oblasti, v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti a v obou variantách pěstování v bramborářské oblasti vysoký, v ošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti středně vysoký až vysoký.

Užitná hodnota je dána kombinací velmi vysokého výnosu předního zrna v neošetřené variantě pěstování v kukuřičné oblasti, vysokého výnosu předního zrna v ošetřené variantě v kukuřičné oblasti, v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti a v obou variantách pěstování v bramborářské oblasti a sladovnické jakosti.

V Dánsku vyšlechtěná odrůda **Kimberly** poskytovala, při optimálním obsahu dusíkatých látek (10,3 %) v nesladovaném zrně, slad s vyhovujícím obsahem extraktu (82,6 %) a optimální úroveň diastatické mohutnosti (287 j WK). Intenzita proteolytického rozluštění byla optimální (Kolbachovo číslo 48,6 %). Sladina měla vysoký obsah rozpustného dusíku (858 mg/l) a vysoký obsah volného aminodusíku (FAN) ve sladince (206 mg/l). FAN tvořil 24 % rozpustného dusíku ve sladince. Degradace buněčných stěn byla optimální (friabilita 87 %) a obsah β -glukanů ve sladince byl vyhovující (161 mg/l). Sladina měla optimální složení (dosažitelný stupeň prokvašení 82,1 %). Odrůda poskytla ve všech případech sladinu čistou.

Podle Common catalogue of varieties of agricultural plant species (European Commission, 2023) je odrůda registrována v Německu.

Kimberly je sladovnická středně raná odrůda.

Rostliny středně vysoké, odrůda středně odolná proti poléhání, středně odolná proti lámání stébla. Zrno středně velké až velké, podíl předního zrna vysoký.

Odolná proti napadení padlím ječmene na listu, středně odolná proti napadení hnědou rzivostí ječmene, středně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí, odolná proti napadení spálou ječmene, středně odolná proti napadení růžověním klasů ječmene.

Výnos předního zrna v ošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti a v obou variantách pěstování v bramborářské oblasti velmi vysoký, v ošetřené variantě pěstování v kukuřičné oblasti a v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti vysoký, v neošetřené variantě pěstování v kukuřičné oblasti středně vysoký.

The utility value is given by the combination of a very high yield of grain over 2.5 mm in the treated variant of growing in the sugar beet-cereal growing area and in both variants of growing in the potato area, high yield of grain over 2.5 mm in the treated variant of growing in the maize growing area and in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal area and very good malting quality.

The variety **KWS Thalís**, bred in Germany, provided at the satisfactory nitrogen content (10.1%) in non-malted grain malt with extract content (83%) and a diastatic power at the optimal level (307 WK). Intensity of proteolytic modification was satisfactory (Kolbach Index 49.2%). The sweet wort had high content of soluble nitrogen (830 mg/l) and high FAN content (202 mg/l). FAN accounted for 24% of the soluble nitrogen in the sweet wort. Cell wall degradation was optimal (friability 85%) and the β -glucan content of the sweet wort was satisfactory (165 mg/l). The quality of the sweet wort was optimal (81.7% final attenuation). The variety gave mostly clear sweet wort. The advantage of KWS Thalís is low to zero lipoxygenase activity (1.55 U/mg).

According to the Common Catalogue of Varieties of Agricultural Plant Species (European Commission, 2023), the variety is registered in France and Lithuania.

KWS Thalís is an early malting variety.

The plants are medium high to low. The variety is medium resistant to lodging, medium resistant to stem breaking. It provides medium big to big grains and a high portion of sieving fractions over 2.5 mm.

The variety is resistant to powdery mildew of barley on the leaf, medium resistant to leaf rust of barley, medium resistant to the complex of leaf spots, resistant to scald of barley, medium resistant to head blight of barley.

The variety achieved a very high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the potato area; high to very high in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal area; high in the treated variant of growing in the maize, sugar beet-cereal and potato areas; medium high to high in the untreated variant of growing in the maize area.

The utility value is given by the combination of very high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the potato area, high to very high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal area, high yield of grain over 2.5 mm in the treated variant of growing in the maize, sugar beet-cereal and potato areas, earliness, very good malting quality and low to zero lipoxygenase activity.

The variety **LG Ludvík**, bred in the Czech Republic, at the optimal nitrogen content (10.4%) in non-malted grain, provided malt with a satisfactory extract content (82.5%) and a diastatic power at the optimal level

Užitná hodnota je dána kombinací velmi vysokého výnosu předního zrna v ošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti a v obou variantách pěstování v bramborářské oblasti, vysokého výnosu předního zrna v ošetřené variantě pěstování v kukuřičné oblasti a v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti a výběrové sladovnické jakosti.

Slad odrůdy **KWS Thalís**, vyšlechtěné v Německu, poskytoval, při vyhovujícím obsahu dusíkatých látek (10,1 %) v nesladovaném zrně, obsah extraktu (83,0 %) a diastatickou mohutnost (307 j.WK) na optimální úrovni. Intenzita proteolytického rozluštění byla vyhovující (Kolbachovo číslo 49,2 %). Sladina měla vysoký obsah rozpustného dusíku (830 mg/l) a vysoký obsah volného aminodusíku (FAN) ve sladině (202 mg/l). FAN tvořil 24 % rozpustného dusíku ve sladině. Degradace buněčných stěn byla optimální (friabilita 85 %) a obsah β -glukanů ve sladině byl vyhovující (165 mg/l). Kvalita sladiny byla optimální (dosažitelný stupeň prokvašení 81,7 %). Odrůda poskytla většinou sladinu čistou. Předností odrůdy **KWS Thalís** je nízká až nulová aktivita lipoxygenázy (1,55 U/mg).

Podle Common catalogue of varieties of agricultural plant species (European Commission, 2023) je odrůda registrována ve Francii a Litvě.

KWS Thalís je raná sladovnická odrůda.

Rostliny středně vysoké až nízké, odrůda středně odolná proti poléhání, středně odolná proti lámání stébla. Zrno středně velké až velké, podíl předního zrna vysoký.

Odolná proti napadení padlím ječmene na listu, středně odolná proti napadení hnědou rzivostí ječmene, středně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí, odolná proti napadení spálou ječmene, středně odolná proti napadení růžováním klasů ječmene.

Výnos předního zrna v neošetřené variantě pěstování v bramborářské oblasti velmi vysoký, v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti vysoký až velmi vysoký, v ošetřené variantě pěstování v kukuřičné, řepařsko-obilnářské a bramborářské oblasti vysoký, v neošetřené variantě pěstování v kukuřičné oblasti středně vysoký až vysoký.

Užitná hodnota je dána kombinací velmi vysokého výnosu předního zrna v neošetřené variantě pěstování v bramborářské oblasti, vysokého až velmi vysokého výnosu předního zrna v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti, vysokého výnosu předního zrna v ošetřené variantě pěstování v kukuřičné, řepařsko-obilnářské a bramborářské oblasti, ranosti, výběrové sladovnické jakosti a nízké až nulové aktivity enzymu lipoxygenázy.

V České republice vyšlechtěná odrůda **LG Ludvík** poskytovala, při optimálním obsahu dusíkatých látek (10,4 %) v nesladovaném zrně, slad s vyhovujícím obsahem ex-

(296 WK). Intensity of proteolytic modification was low (Kolbach Index 40.6%). The sweet wort had a lower content of soluble nitrogen (751 mg/l) and lower FAN content in the sweet wort (169 mg/l). FAN accounted for 23% of the soluble nitrogen in the sweet wort. Cell wall degradation characterised by friability was at an optimal level (85%) and the β -glucan content of the sweet wort was high (223 mg/l). The composition of the sweet wort was satisfactory (final attenuation 80.7%). The variety gave a weakly opalizing sweet wort in many cases. The haze of the sweet wort was at an acceptable level.

LG Ludvik has been recommended for the production of beer with the protected geographical indication 'České pivo' because it meets the requirements set out in the application for the protected geographical indication 'České pivo' (Commission Regulation, 2008).

LG Ludvik is a mid-early to mid-late malting variety.

The plants are medium high. The variety is medium to less resistant to lodging, medium resistant to stem breaking. It provides medium big to big grains and a high portion of sieving fractions over 2.5 mm.

The variety is resistant to powdery mildew of barley on the leaf, resistant to leaf rust of barley, medium resistant to the complex of leaf spots, medium resistant to resistant to scald of barley, medium resistant to head blight of barley.

The variety had a high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the potato area; medium high to high in the untreated variant of growing in the maize area and in the treated variant of growing in the potato area; medium high in the treated variant of growing in the maize area and both variants of growing in the sugar beet-cereal area.

The utility value is given by the combination of the high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the potato area, the resistance to leaf rust of barley and the malting quality that meets the requirements for the production of beer with the protected geographical indication 'České pivo'.

The variety **LG Rhapsody**, bred in the Netherlands, at the optimal nitrogen content (10.1%) in non-malted grain, gave malt with a rich extract content (84.6%) and a diastatic power at the optimal level (361 WK). The intensity of proteolytic modification was very high (Kolbach Index 52.9%). The sweet wort had a high content of soluble nitrogen (900 mg/l) and a high FAN content in the sweet wort (227 mg/l). FAN accounted for 25% of the soluble nitrogen in the sweet wort. The cytolytic modification was optimal. The malt showed a high degree of cell wall modification (friability 94%) and an optimal β -glucan content in the sweet wort (54 mg/l). The sweet wort had an optimum composition (final attenuation 83.0%). The variety gave a clear sweet wort in all cases.

traktu (82,5 %) a optimální úrovní diastatické mohutnosti (296 j.WK). Intenzita proteolytického rozluštění byla nízká (Kolbachovo číslo 40,6 %). Sladina měla nižší obsah rozpustného dusíku (751 mg/l) a spíše nízký obsah volného aminodusíku (FAN) ve sladince (169 mg/l). FAN tvořil 23 % rozpustného dusíku ve sladince. Degradace buněčných stěn charakterizovaná friabilitou byla na optimální úrovni (85 %) a obsah β -glukanů ve sladince byl vysoký (223 mg/l). Sladina měla vyhovující složení (dosažitelný stupeň prokvašení 80,7 %). Odrůda poskytla v řadě případů sladinu slabě opalizující. Zákal sladinu byl na přijatelné úrovni.

Odrůda LG Ludvik byla doporučena pro výrobu piva s chráněným zeměpisným označením „České pivo“ vzhledem k tomu, že splňuje požadavky uvedené v žádosti o chráněné zeměpisné označení „České pivo“ (Commission Regulation, 2008).

LG Ludvik je středně raná až polopozdní sladovnická odrůda.

Rostliny středně vysoké, odrůda středně až méně odolná proti poléhání, středně odolná proti lámání stébla. Zrno středně velké až velké, podíl předního zrna vysoký.

Odolná proti napadení padlím ječmene na listu, odolná proti napadení hnědou rzivostí ječmene, středně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí, středně odolná až odolná proti napadení spálou ječmene, středně odolná proti napadení růžověním klasů ječmene.

Výnos předního zrna v neošetřené variantě pěstování v bramborářské oblasti vysoký, v neošetřené variantě pěstování v kukuřičné oblasti a v ošetřené variantě v bramborářské oblasti středně vysoký až vysoký, v ošetřené variantě pěstování v kukuřičné oblasti a v obou variantách pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti středně vysoký.

Užitná hodnota je dána kombinací vysokého výnosu předního zrna v neošetřené variantě pěstování v bramborářské oblasti, odolnosti proti napadení hnědou rzivostí ječmene a sladovnické jakosti vyhovující požadavkům pro výrobu piva s chráněným zeměpisným označením „České pivo“.

V Nizozemsku vyšlechtěná odrůda **LG Rhapsody** poskytovala, při optimálním obsahu dusíkatých látek (10,1 %) v nesladovaném zrně slad bohatý na extrakt (84,6 %) s optimální úrovní diastatické mohutnosti (361 j WK). Intenzita proteolytického rozluštění byla velmi vysoká (Kolbachovo číslo 52,9 %). Sladina měla vysoký obsah rozpustného dusíku (900 mg/l) a vysoký obsah volného aminodusíku (FAN) ve sladince (227 mg/l). FAN tvořil 25 % rozpustného dusíku ve sladince. Cytolytické rozluštění bylo optimální. Slad vykazoval vysoký stupeň degradace buněčných stěn (friabilita 94 %) a optimální obsah β -glukanů ve sladince (54 mg/l). Sladina měla optimální složení (dosažitelný stupeň prokvašení 83,0 %). Odrůda poskytla ve všech případech sladinu čistou.

According to the Common Catalogue of Varieties of Agricultural Plant Species (European Commission, 2023), the variety is registered in France.

LG Rhapsody is a mid-early to early malting variety.

The plants are medium high to low. The variety is medium resistant to lodging, medium resistant to stem breaking. It provides medium big grains and a high portion of sieving fractions over 2.5 mm.

The variety is resistant to powdery mildew of barley on the leaf, medium resistant to leaf rust of barley, medium resistant to the complex of leaf spots, resistant to scald of barley, medium resistant to head blight of barley.

The variety had high to very high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal and potato areas, high in the treated variant of growing in the sugar beet-cereal and potato areas, medium high in both variants of growing in the maize area.

The utility value is given by the combination of high to very high yield of grain over 2.5 mm in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal and potato areas, high yield of grain over 2.5 mm in the treated variant of growing in the sugar beet-cereal and potato areas and malting quality.

The variety **RGT Proxima**, bred in France, at the optimal nitrogen content (10.1%) in non-malted grain, gave wort with a rich extract content (84%) and a diastatic power at the optimal level (341 WK). The intensity of proteolytic modification was high (Kolbach Index 52.3%). The sweet wort had a high content of soluble nitrogen (881 mg/l) and a high content of FAN in the sweet wort (220 mg/l). FAN accounted for 25% of the soluble nitrogen in the sweet wort. Cell wall degradation was optimal (friability 88%) and the β -glucan content of the sweet wort was satisfactory (156 mg/l). The sweet wort had an optimum composition (final attenuation 83.0%). The variety gave a weakly opalizing to opalizing sweet wort in most cases. The haze of the sweet wort was on average at an acceptable level (up to 4 EBC).

RGT Proxima is a mid-early malting variety.

The plants are medium high. The variety is medium resistant to lodging, medium resistant to stem breaking. It provides medium big to big grains and a high portion of sieving fractions over 2.5 mm.

The variety is resistant to powdery mildew of barley on the leaf, medium resistant to leaf rust of barley, medium resistant to the complex of leaf spots, resistant to scald of barley, medium resistant to head blight of barley.

The variety had a very high yield of grain over 2.5 mm in both variants of growing in the maize and potato areas; high in the treated variant of growing in the sugar beet-cereal area; medium high to high in the untreated variant of growing in the sugar beet-cereal area.

Podle Common catalogue of varieties of agricultural plant species (European Commission, 2023) je odrůda registrována ve Francii.

LG Rhapsody je středně raná až raná sladovnická odrůda.

Rostliny středně vysoké až nízké, odrůda středně odolná proti poléhání, středně odolná proti lámání stébla. Zrno středně velké, podíl předního zrna vysoký.

Odolná proti napadení padlím ječmene na listu, středně odolná proti napadení hnědou rzivostí ječmene, středně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí, odolná proti napadení spálou ječmene, středně odolná proti napadení růžověním klasů ječmene.

Výnos předního zrna v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské a bramborářské oblasti vysoký až velmi vysoký, v ošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské a bramborářské oblasti vysoký, v obou variantách pěstování v kukuřičné oblasti středně vysoký.

Užitná hodnota je dána kombinací vysokého až velmi vysokého výnosu předního zrna v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské a bramborářské oblasti, vysokého výnosu předního zrna v ošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské a bramborářské oblasti a sladovnické jakosti.

Ve Francii vyšlechtěná odrůda **RGT Proxima** poskytovala, při optimálním obsahu dusíkatých látek (10,1 %) v nesladovaném zrně, sladinu s bohatým obsahem extraktu (84,0 %) a optimální úroveň diastatické mohutnosti (341 j.WK). Intenzita proteolytického rozluštění byla vysoká (Kolbachovo číslo 52,3 %). Sladina měla vysoký obsah rozpustného dusíku (881 mg/l) a vysoký obsah volného aminodusíku (FAN) ve sladince (220 mg/l). FAN tvořil 25 % rozpustného dusíku ve sladince. Degradace buněčných stěn byla optimální (friabilita 88 %) a obsah β -glukanů ve sladince byl vyhovující (156 mg/l). Sladina měla optimální složení (dosažitelný stupeň prokvašení 83,0 %). Odrůda poskytla v řadě případů sladinu slabě opalizující až opalizující. Zákal sladin byl v průměru na přijatelné úrovni (do 4 j. EBC).

RGT Proxima je středně raná sladovnická odrůda.

Rostliny středně vysoké, odrůda středně odolná proti poléhání, středně odolná proti lámání stébla. Zrno středně velké až velké, podíl předního zrna vysoký.

Odolná proti napadení padlím ječmene na listu, středně odolná proti napadení hnědou rzivostí ječmene, středně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí, odolná proti napadení spálou ječmene, středně odolná proti napadení růžověním klasů ječmene.

Výnos předního zrna v obou variantách pěstování v kukuřičné a bramborářské oblasti velmi vysoký, v ošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti vysoký, v neošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti středně vysoký až vysoký.

The utility value given by the combination of a very high yield of grain over 2.5 mm in both variants of growing in the maize and potato areas, high yield of grain over 2.5 mm in the treated variant of growing in the sugar beet-cereal area and the malting quality.

4 Conclusion

After the 2022 harvest, the results of the trials of the spring barley varieties obtained within the registration procedure were evaluated. In 2020–2022, samples of the varieties Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvik, LG Rhapsody and RGT Proxima were micro-malted. The malts showed satisfactory to optimal extract content. The highest soluble nitrogen and FAN contents were found in Gingko, LG Rhapsody and RGT Proxima. These varieties also had the highest Kolbach Index values (above 50%) of the whole set of varieties evaluated.

Cell wall degradation in the evaluated varieties was at an optimal to high level. The content of β -glucans in the sweet wort was at an optimal level (below 100 mg/l) only in the varieties Gingko and LG Rhapsody and the content of β -glucans higher than 200 mg/l in the sweet wort was only detected in LG Ludvik. The quality of the sweet wort, as determined by the apparent final attenuation, was at an optimum level for the above varieties, with the exception of LG Ludvik. LG Ludvik was recommended for the production of beer with the protected geographical indication 'České pivo' on the basis of the values obtained (in particular the lower level of proteolytic modification and the lower level of final attenuation). The sweet wort of Gingko, Kimberly and LG Rhapsody was clear in all cases. The advantage of the KWS Thalís variety is its low to zero lipoxygenase activity.

5 Acknowledgement

Supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic, institutional support MZE-RO1923.

6 References

- Baxter, E.D., O'Farrell, D.D. (1983). Use of the friabilimeter to assess homogeneity of malt. *Journal of The Institute of Brewing*, 89(3), 210–214. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1983.tb04169.x>
- Briggs, D.E. (1998). *Malts and malting*. London: Blackie Academic & Professional. ISBN 0 41229800 7
- CISTA (2021). Summary of Entered Propagating Areas 1st part. Division of Seed and Planting Materials CISTA 2021. Retrieved from: https://eagri.cz/public/web/file/682236/Prihlasene_plochy_2021__1_cast.pdf
- Commission Regulation (2008). Publication of an Application Pursuant to Article 6(2) of Council Regulation (EC) No 510/2006 on the Pro-

Užitná hodnota je dána kombinací velmi vysokého výnosu předního zrna v obou variantách pěstování v kukuřičné a bramborářské oblasti, vysokého výnosu předního zrna v ošetřené variantě pěstování v řepařsko-obilnářské oblasti a sladovnické jakosti.

4 Závěr

Po sklizni v roce 2022 byly vyhodnoceny výsledky zkoušek odrůd jarního ječmene hodnocených v rámci registračního řízení. V letech 2020–2022 byly mikroskladovány vzorky odrůd Ambiana, Gingko, Kimberly, KWS Thalís, LG Ludvik, LG Rhapsody a RGT Proxima. Slady vykazovaly vyhovující až optimální obsah extraktu. Nejvyšší obsah rozpustného dusíku a volného aminodusíku byl zjištěn u odrůd Gingko, LG Rhapsody a RGT Proxima. Uvedené odrůdy měly též z celého souboru hodnocených odrůd nejvyšší hodnoty Kolbachova čísla (nad 50 %).

Degradace buněčných stěn byla u hodnocených odrůd na optimální až vysoké úrovni. Obsah β -glukanů ve sladince byl pouze u odrůd Gingko a LG Rhapsody na optimální úrovni (pod 100 mg/l) a pouze u odrůdy LG Ludvik byl obsah β -glukanů ve sladince vyšší než 200 mg/l. Kvalita sladiny daná dosažitelným stupněm prokvašení se u výše jmenovaných odrůd pohybovala na optimální úrovni s výjimkou odrůdy LG Ludvik. Odrůda LG Ludvik byla na základě dosažených hodnot (především na základě nižší úrovně proteolytického rozluštění a nižší úrovně dosažitelného stupně prokvašení) doporučena pro výrobu piva s chráněným zeměpisným označením „České pivo“. Sladina odrůd Gingko, Kimberly a LG Rhapsody byla ve všech případech čirá. Předností odrůdy KWS Thalís je nízká až nulová aktivita lipoxygenázy.

5 Poděkování

Podpořeno Ministerstvem zemědělství ČR, institucionální podpora MZE-RO1923.

6 Literatura

- Baxter, E.D., O'Farrell, D.D. (1983). Use of the friabilimeter to assess homogeneity of malt. *Journal of The Institute of Brewing*, 89(3), 210–214. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1983.tb04169.x>
- Briggs, D.E. (1998). *Malts and malting*. London: Blackie Academic & Professional. ISBN 0 41229800 7
- CISTA (2021). Summary of Entered Propagating Areas 1st part. Division of Seed and Planting Materials CISTA 2021. Retrieved from: https://eagri.cz/public/web/file/682236/Prihlasene_plochy_2021__1_cast.pdf
- Commission Regulation (2008). Publication of an Application Pursuant to Article 6(2) of Council Regulation (EC) No 510/2006 on the Pro-

- tection of Geographical Indications and Designations of Origin for Agricultural Products and Foodstuffs. Official Journal of the European Union C 16–22. Retrieved from: <https://www.legislation.gov.uk/eur/2006/510/contents>
- European Commission (2023). Common Catalogue of Varieties of Agricultural Plant Species – Consolidated version 27.01.2023. Official Journal of the European Union 2023/C 33/01. Retrieved from: https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-02/plant-variety-catalogues_agricultural-plant-species_0.pdf
- Dvořáčková, O. (2019). Metodika zkoušek užité hodnoty – ječmen. ÚKZÚZ NOÚ, Brno. Retrieved in Czech from: https://eagri.cz/public/web/file/112373/Priloha_10_ZUH10_2019_Jecmen_revize_2021.pdf
- EBC Analysis Committee (2010). Analytica-EBC. Nuremberg: Fachverlag Hans Carl, p. 794. ISBN 978-3-418-00759-5
- MEBAK (2011). Raw Materials: Barley, Adjuncts, Malt, Hops and Hop Products. Collection of Brewing Analysis Methods of the Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission MEBAK, Freising-Weißenstephan, Germany.
- MEBAK (2018). Raw materials: barley, adjuncts, malt, hops and hop products. Collection of brewing analysis methods of the Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission (MEBAK), Freising-Weißenstephan: MEBAK, 401 p. ISBN 978-3-9815960-3-8
- Psota, V. (ed.) (2022). Barley Year Book 2022. Praha, VÚPS 2022. ISBN 978-80-86576-97-8
- Tolasz, R., Čekal, R., Lamačová, A., Škáchová, H. (2023). Rok 2022 v Česku. Meteorologické zprávy, 76(1), 1–15.
- Tolasz, R., Čekal, R., Lamačová, A., Škáchová, H. (2022). Rok 2021 v Česku. Meteorologické zprávy, 75(1), 2–16.
- Tolasz, R., Čekal, R., Škáchová, H., Vlasáková, L. (2021). Rok 2020 v Česku. Meteorologické zprávy, 74(2), 33–45.
- tection of Geographical Indications and Designations of Origin for Agricultural Products and Foodstuffs. Official Journal of the European Union C 16–22. Retrieved from: <https://www.legislation.gov.uk/eur/2006/510/contents>
- European Commission (2023). Common Catalogue of Varieties of Agricultural Plant Species – Consolidated version 27.01.2023. Official Journal of the European Union 2023/C 33/01. Retrieved from: https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-02/plant-variety-catalogues_agricultural-plant-species_0.pdf
- Dvořáčková, O. (2019). Metodika zkoušek užité hodnoty – ječmen. ÚKZÚZ NOÚ, Brno. Retrieved in Czech from: https://eagri.cz/public/web/file/112373/Priloha_10_ZUH10_2019_Jecmen_revize_2021.pdf
- EBC Analysis Committee (2010). Analytica-EBC. Nuremberg: Fachverlag Hans Carl, p. 794. ISBN 978-3-418-00759-5
- MEBAK (2011). Raw Materials: Barley, Adjuncts, Malt, Hops and Hop Products. Collection of Brewing Analysis Methods of the Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission MEBAK, Freising-Weißenstephan, Germany.
- MEBAK (2018). Raw materials: barley, adjuncts, malt, hops and hop products. Collection of brewing analysis methods of the Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission (MEBAK), Freising-Weißenstephan: MEBAK, 401 p. ISBN 978-3-9815960-3-8
- Psota, V. (ed.) (2022). Barley Year Book 2022. Praha, VÚPS 2022. ISBN 978-80-86576-97-8
- Tolasz, R., Čekal, R., Lamačová, A., Škáchová, H. (2023). Rok 2022 v Česku. Meteorologické zprávy, 76(1), 1–15.
- Tolasz, R., Čekal, R., Lamačová, A., Škáchová, H. (2022). Rok 2021 v Česku. Meteorologické zprávy, 75(1), 2–16.
- Tolasz, R., Čekal, R., Škáchová, H., Vlasáková, L. (2021). Rok 2020 v Česku. Meteorologické zprávy, 74(2), 33–45.