

Krátké sdělení**Posklizňové dozrávání vybraných odrůd jarního ječmene v roce 2010***Short Communication**Post Harvest Maturation of The Selected Spring Barley Varieties in 2010*

LENKA SACHAMBULA, VRATISLAV PSOTA

VÚPS, a. s., Sladařský ústav, Mostecká 7, 614 00 Brno / RIBM, PLC, Malting Institute, Mostecká 7, CZ-614 00 Brno

e-mail: sachambula@beerresearch.cz; psota@beerresearch.cz

Sachambula, L. – Psota, V.: Posklizňové dozrávání vybraných odrůd jarního ječmene v roce 2010. Kvasny Prum. 57, 2011, č. 9, s. 337–344.

V roce 2010 téměř všechny sledované odrůdy dosáhly hodnoty energie klíčení 3 týdny po dosažení plné zralosti vyšší než 85 %. Pouze dvě odrůdy (Aksamit, Marthe) měly hodnotu energie klíčení nižší než 85 %. U několika odrůd dochází v následujících týdnech k poklesu hodnoty energie klíčení. Pokles hodnot energie klíčení svědčí o tom, že zrno některých odrůd bylo v průběhu sklizně poškozeno porůstáním. V roce 2010 byl problém s porůstáním ve srovnání s předchozími lety častější. Mezi odrůdami existují značné rozdíly v intenzitě klíčení charakterizované rychlostí a indexem klíčení. Ve sklizňovém roce 2010 byla rychlost klíčení, 3 týdny po dosažení plné zralosti, téměř u všech odrůd vyšší než 65 %. Pouze odrůdy Aksamit a Marthe měly rychlost klíčení nižší než 65 %. Proměnlivost energie klíčení i znaků popisujících intenzitu klíčení byla ovlivněna výrazným způsobem lokalitou.

Sachambula, L. – Psota, V.: Post harvest maturation of the selected spring barley varieties in 2010. Kvasny Prum. 57, 2011, No. 9, p. 337–344.

In 2010 almost all studied varieties reached the value of germination energy 3 weeks after achieving full maturity higher than 85 %. Only two varieties (Aksamit, Marthe) had the value of germination energy lower than 85 %. In following weeks the value of germination energy declined in some varieties. The decline in the values of germination energy indicates that grain of some varieties was heavily affected by sprout damage during harvest. In 2010 problem with sprout damage was more frequent compared to previous years. The varieties differed considerably in the intensity of germination characterized by germination rate and index. In the harvest year 2010, germination rate 3 weeks after reaching full maturity, was higher than 65 % nearly in all varieties. Only the varieties Aksamit and Marthe had germination rate lower than 65 %. Variability of germination energy and parameters describing germination intensity was significantly affected by a locality.

Sachambula, L. – Psota, V.: Nacherntenreifung der ausgesuchten Sommergerstensorten im Jahre 2010. Kvasny Prum. 57, 2011, Nr. 9, S. 337–344.

Im Jahre 2010 haben fast alle verfolgten Gerstensorten den Wert der Keimungsenergie nach drei Wochen nach der Erreichung der voller Reifung ausgewiesen. Nur zwei Sorten (Aksamit, Marthe) wiesen den Wert der Keimungsenergie niedriger als 85% auf. Im Laufe der letzten Wochen kommt bei den einigen Gerstensorten vor, dass der Wert der Keimungsenergie abnimmt. Der Rückgang der Keimungsenergie beweist die Tatsache, daß der Korn einiger Gerstensorten während der Ernten durch den Auswuchs beschädigt wurde.

Im Vergleich mit den letzten Jahren wurde im Jahre 2010 das Problem mit dem Nachwuchs öfter gefunden. Unter den Gerstensorten existierten wesentliche Unterschiede in der durch Keimungsunterschiede und – Index charakterisierter Keimungsintensität. Im Erntejahr 2010 wurde drei Wochen nach Erreichung der vollen Reife bei allen Gerstensorten höher als 65%. Nur die Sorten Aksamit und Marthe wiesen die Keimungsgeschwindigkeit niedriger als 65% auf. Durch die Lokalität wurde die Variabilität der Keimungsenergie und der die Keimungsintensität beschreibenden Zeichen wesentlich beeinflusst.

Klíčová slova: ječmen, odrůda, posklizňové dozrávání, klíčení**Keywords:** barley, variety, post harvest maturation, germination**1 ÚVOD**

Posklizňové dozrávání je termín užívaný pro označení změn, které probíhají v obilce během výstupu z dormance. Obilky ječmene po sklizni klíčí nejdříve a pomalu. Posklizňovým dozráváním můžeme označit období mezi sklizní a dobou, kdy energie klíčení a klíčivost dosahují stejných hodnot. K posklizňovému dozrávání dochází, pokud jsou obilky vystaveny určitým podmínkám (sucho, teplo apod.). Je ukončeno po několika týdnech až měsících [1] v závislosti na odrůdě, klimatických podmínkách v průběhu vegetace a sklizně a podmínkách skladování. Zvláště důležitá je délka posklizňového dozrávání u sladovnických odrůd ječmene, protože odrůdy s dlouhou dobou posklizňového dozrávání se mohou sladovat až později, což je ekonomicky nevýhodné. Šlechtěním se doba posklizňového dozrávání odrůd ječmene výrazně zkrátila, což ale může mít i negativní dopad. V případě deštivého počasí před sklizní odrůdy s krátkým obdobím posklizňového dozrávání snadno porůstají.

V klimatických podmínkách České republiky může délka posklizňového dozrávání a náchylnost obilky ječmene k porůstání způsobit sladařskému průmyslu značné problémy. Porůstání je vážným problémem zejména v letech s deštivým průběhem sklizně. Nebezpečí porůstání se zvyšuje, jestliže je počasí během zrání obilky teplé a suché. Takový průběh počasí navozuje méně hlubokou dormanci a následně krátké posklizňové dozrávání. V případě, že po slunečném a suchém období dojde ke změně a těsně před sklizní nebo v jejím průběhu se ochladí a začne pršet, je nebezpečí porůstání velmi vysoké, protože předchozí průběh počasí navodil nízkou úroveň dormance.

1 INTRODUCTION

Post harvest maturation is a term used for identifying changes occurring in a caryopsis during completing release from dormancy. Barley caryopses after harvest germinate unevenly and slowly. Post harvest maturation is a period between harvest and time when germination energy and germination capacity achieve the same values. Post harvest maturation occurs if caryopses are exposed to certain conditions (drought warm, etc.). It is completed after several weeks or months [1] depending on the variety, weather conditions during vegetation and harvest and storage conditions. The length of post harvest maturation is especially important in malting barley varieties as the varieties with a long time of post harvest maturation are malted later, which is economically unfavorable. Breeding has shortened the time of post harvest maturation of barley varieties significantly; this however can also have a negative impact. In case of rainy weather before harvest, the varieties with a short post harvest maturation period are easily affected by sprout damage.

Under the climatic conditions of the Czech Republic, the length of the post harvest maturation and susceptibility of caryopses to sprouting can cause considerable problems to the malting industry. Sprouting is a serious problem mainly in years with a rainy course of harvest. Risk of sprouting increases if the weather during maturation of caryopses is hot and dry. This course of weather induces less deep dormancy and subsequently short post harvest maturation. In case that weather changes after a sunny and dry period, and it gets colder and starts raining closely before harvest or during it, risk of sprouting is

Dormance způsobuje problémy také při testování, zejména při stanovení klíčivosti. Krátce po sklizni může výrazně ovlivnit výsledky testů především energie klíčení [2].

U odrůd sladovnického ječmene je žádoucí nízká úroveň dormance, aby bylo možno sladovat zrna záhy po sklizni. Šlechtěním se podařilo získat odrůdy, jejichž dormance je často ukončena již před sklizňovou zralostí.

very high as the preceding weather course had brought a low level of dormancy.

Dormancy also causes testing problems, mainly at determination of germination capacity. Shortly after harvest, it can markedly affect the results of tests, first of all germination energy [2].

In malting barley varieties, low level of dormancy is desirable so that grain can be malted early after harvest. Breeding resulted in the varieties in which dormancy is completed already before harvest maturity.

2 MATERIÁL A METODY

Odrůdy a pokusná místa

Úroveň posklizňového dozrávání u jarní formy ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.) byla v roce 2010 sledována u odrůd uvedených v tabulce (tab. 1). Pro sledování klíčivosti byl použit podíl zrna nad sítím 2,5 mm. Vzorky pocházely ze zkušebních stanic Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ), jejichž popis je uveden v tabulce (tab. 2).

2 MATERIAL AND METHODS

Varieties and experimental localities

In 2010 the level of post harvest maturation in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) was studied in the varieties given in the table (Tab. 1). Sieving fractions above 2.5 mm was used for studying germination capacity. Samples were obtained from the testing stations

Tab. 1 Seznam odrůd jarního ječmene zkoušených v roce 2010 / List of the spring barley varieties tested in 2010

Kód Code	Název odrůdy Variety denomination	Udržovatel Maintainer	Zástupce v ČR Agent in the CR	Od roku Since year
5077680	Advent	SELGEN, a.s.		2009
5076678	Aksamit	SELGEN, a.s.		2007
5077172	Aktiv	Limagrains Central Europe Cereals, s.r.o.		2008
5076665	Blaník	Limagrains Nederland B.V.	Limagrains Central Europe Cereals, s.r.o.	2007
5075648	Bojos	Limagrains Central Europe Cereals, s.r.o.		2005
5078192	Gladys	Limagrains Nederland B.V.	Limagrains Central Europe Cereals, s.r.o.	2010
5077796	Henrike	NORDSAAT Saatzeit GmbH	SAATEN - UNION CZ s.r.o.	2009
5077135	Kangoo	Limagrains Nederland B.V.	Limagrains Central Europe Cereals, s.r.o.	2008
5078296	Lilly	NORDSAAT Saatzeit GmbH	SAATEN - UNION CZ s.r.o.	2010
5077231	Marthe	NORDSAAT Saatzeit GmbH	SAATEN - UNION CZ s.r.o.	2008
5078237	Paulis	Limagrains Central Europe Cereals, s.r.o.		2010
1020183	Prestige	Société RAGT 2n	RAGT Czech s.r.o.	2002
5075649	Radegast	Limagrains Central Europe Cereals, s.r.o.		2005
5075710	Sebastian	Sejet Plantbreeding I/S	SELGEN, a.s.	2005
5077691	Signora	SERASEM	RAGT Czech s.r.o.	2009
5077725	Streif	Saatzeit Streng GmbH & Co.KG	Limagrains Central Europe Cereals, s.r.o.	2009
1020062	Tolar	Limagrains Central Europe Cereals, s.r.o.		1997
5076389	Xanadu	NORDSAAT Saatzeit GmbH	SAATEN - UNION CZ s.r.o.	2006

Tab. 2 Popisy lokalit / Descriptions of locations

Lokalita	Kód lokality	Výrobní oblast	Nadmořská výška (m)	Dlouhodobá průměrná teplota t30 (°C)	Dlouhodobý průměrný úhrn srážek s30 (mm)	Půdní typ a druh
Location	Code of location	Production region	Altitude (m)	Long-term average temperature t30 (°C)	Long-term average sum of precipitation p30 (mm)	Code of soil
Věrovany	VER	2	207	8.7	502	ČMh - h
Čáslav - Filipov	CAS	2	260	8.9	555	ČMh - h
Vysoká	VYS	4	585	7.1	611	LMg - h
Pusté Jakartice	PJA	2	295	8.3	584	HMI - h
Dlouhodobá průměrná teplota t30 a dlouhodobý průměrný úhrn srážek s30 (1971–2000)						
Long-term average temperature t30 and long-term average sum of precipitations p30 (1971–2000)						
Kód / Code	Výrobní oblasti / Production region					
2	řepařská výrobní oblast		[Sugar beet production region]			
4	bramborářská výrobní oblast		[Potato production region]			
	Půdní druh / Sort of soil					
h	hlinitá půda (střední)		[Loamy soil (medium)]			
	Genetický půdní typ a subtyp / Type of soil					
ČMh	Černozem hnědozemní		[Luvi-haplic Chernozem]			
HMI	Hnědozem luvizemní		[no FAO term]			
LMg	Luvizem pseudoglejová		[Eutric Cambisol]			

Parametry klíčení

Posklizňové dozrávání bylo sledováno v termínech 3, 6, 9 a 12 týdnů po datu dosažení plné zralosti (BBCH 89). V průběhu posklizňového dozrávání byly sledovány následující parametry: energie klíčení (EK), rychlost klíčení (RK) a index klíčení (IK) [3, 4, 5, 6].

Energie klíčení (EK)

Energie klíčení je procento vyklíčených zrn v daném čase [3, 6]. Do Petriho misky o vnitřním průměru 85 mm byly vloženy dva filtrační papíry a 100 obilek, na které byly napipetovány 4 ml vody. Vždy po 24, 48 a 72 h byly odstraněny naklíčené obilky. Výsledek je průměrem čtyř stanovení.

$$EK (\%) = (n_{24} + n_{48} + n_{72})$$

n_{24} , n_{48} , n_{72} – počet vyklíčených obilek po 24, 48 a 72 h

Rychlost klíčení (RK)

Rychlost klíčení je vypočtena z výsledků získaných při stanovení energie klíčení (4 ml) podle následujícího vzorce. Tato charakteristika vitality ječmene je ve VÚPS používána od 70. let minulého století [7, 8, 9].

$$RK (\%) = (5n_{24} + 3n_{48} + n_{72})/5$$

n_{24} , n_{48} , n_{72} – počet vyklíčených obilek po 24, 48 a 72 h

Index klíčení (IK)

Index klíčení je vypočten z výsledků získaných při stanovení energie klíčení (4 ml) podle následujícího vzorce. Index klíčení je bezrozměrné číslo.

$$IK = 10 \cdot (n_{24} + n_{48} + n_{72}) / (n_{24} + 2n_{48} + 3n_{72})$$

IK – index klíčení

n_{24} , n_{48} , n_{72} – počet vyklíčených obilek po 24, 48 a 72 h

Statistické zpracování výsledků

Výsledky byly statisticky zpracovány analýzou rozptylu dvojnásobného třídění, korelační a regresní analýzou. Statistické zpracování provedl Národní odrůdový úřad ÚKZÚZ v Brně.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Délka posklizňového dozrávání sice patří k odrůdovým znakům, ale je zároveň významně ovlivněna vnějšími podmínkami, za kterých vyrůstala mateřská rostlina [10]. Vnější podmínky neovlivní výrazným způsobem náchylnost k porůstání u odrůd s rychlým ukončením dormance nebo u odrůd s dlouhou dormancí. Odrůdy s rychlým ukončením dormance jsou náchylné k porůstání vždy a naopak odrůdy s hlubokou dormancí jsou k porůstání odolné i za podmínek k porůstání vhodných. Na změnu vnějších faktorů reagují nejvíce odrůdy z přechodné skupiny. Vliv vnějšího prostředí v průběhu tvorby zrna může mít za následek, že se tyto odrůdy v některých letech chovají jako odolné vůči porůstání a v jiných letech jako náchylné k porůstání [1].

Bylo zjištěno [11], že existuje významný vztah mezi indexem klíčení a aktivitou některých hydrolytických enzymů a hodnotou Kolbachova čísla. Index klíčení je proto možno využít pro předpověď schopnosti zrn produkovat tyto enzymy v procesu sladování a tak předpovědět kvalitu sladu.

V roce 2010 byl ječmen ve sledovaných zkušebních lokalitách vyset v období 25. března až 8. dubna. Pro vzcházení ječmene bylo dostatečné množství vláhy. Od poloviny dubna se vyskytovaly časté a vydatné srážky. V červnu byly teploty normální. Porosty ječmene dobře vymetaly a jejich stav byl velmi dobrý. Vysoké teploty v červenci uspořádkaly dozrávání. Sklizeň proběhla ve sledovaných zkušebních lokalitách v období 31. 7. – 5. 8. 2010. Časté a intenzivní srážky narušovaly průběh sklizně a řada porostů jarního ječmene byla znehodnocena vlivem pozdní sklizně [12]. Sklizeň ječmene ve zkušební lokalitě Vysoká proběhla z důvodu nepříznivého počasí ve druhé srpnové dekádě až 20. 8. 2010.

V roce 2010 téměř všechny sledované odrůdy dosáhly hodnoty energie klíčení 3 týdny po dosažení plné zralosti vyšší než 85 % (obr. 1). Pouze dvě odrůdy (Aksamit, Marthe) měly hodnotu energie klíčení nižší (82 %, resp. 78 %). Odrůda Kangoo měla 3 týdny po do-

of the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (CISTA), sample description is given in table (Tab. 2).

Germination parameters

Post harvest maturation was studied in the terms 3, 6, 9 and 12 weeks after achieving full maturity (BBCH 89). In the course of post harvest maturation, following parameters were studied: germination energy (GE), germination rate (GR) and germination index (GI) [3, 4, 5, 6].

Germination energy (GE)

Germination energy is the percentage of grains germinated in the given time [3, 6]. 100 caryopses were put into a Petri dish (internal diameter 85 mm) with two filtration papers and 4 ml water were added with a pipette. Germinated caryopses were removed always after 24, 48 and 72 h. The result is the average of four determinations.

$$GE (\%) = (n_{24} + n_{48} + n_{72})$$

n_{24} , n_{48} , n_{72} – number of germinated caryopses after 24, 48 and 72 h

Germination rate (GR)

Germination rate is calculated from results obtained at the determination of germination energy (4 ml) pursuant to the following formula. This characteristics of barley vitality has been used in the RIBM since the 1970s [7, 8, 9].

$$GR (\%) = (5n_{24} + 3n_{48} + n_{72})/5$$

n_{24} , n_{48} , n_{72} – number of germinated caryopses after 24, 48 and 72 h

Germination Index (GI)

Germination Index is calculated from the results obtained at the determination of germination energy (4 ml) pursuant to the following formula. Germination Index is an undimensional number.

$$GI = 10 \cdot (n_{24} + n_{48} + n_{72}) / (n_{24} + 2n_{48} + 3n_{72})$$

GI – germination index

n_{24} , n_{48} , n_{72} – number of germinated caryopses after 24, 48 and 72 h

Statistical evaluation of results

The results were statistically evaluated with the two-way analysis of variance, correlation and regression analysis. Statistical evaluation was conducted by the National Plant Variety Office of CISTA in Brno.

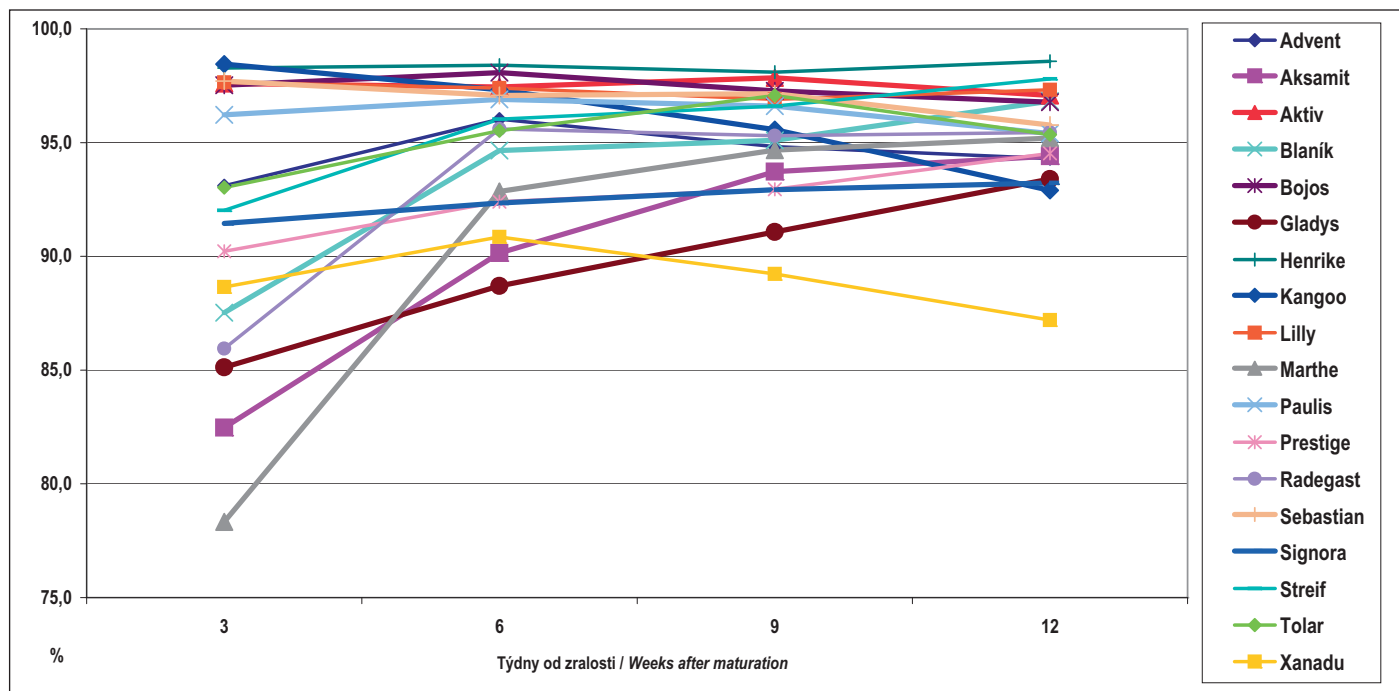
3 RESULTS AND DISCUSSION

Length of the post harvest maturation belongs to the varietal traits but at the same time it is significantly affected by the external conditions under which the maternal plant grew [10]. The external conditions do not significantly affect the susceptibility to sprouting in varieties with fast release from dormancy or in the varieties with long dormancy. Varieties with fast release from dormancy are always sensitive to sprouting and on the contrary, the varieties with deep dormancy are resistant even under the conditions suitable to sprouting. Change of the external factors affects mostly the varieties from the transitory group. The effect of the environment in the course of grain formation can cause that these varieties behave in some years as sprouting resistant and in others as sprouting sensitive [1].

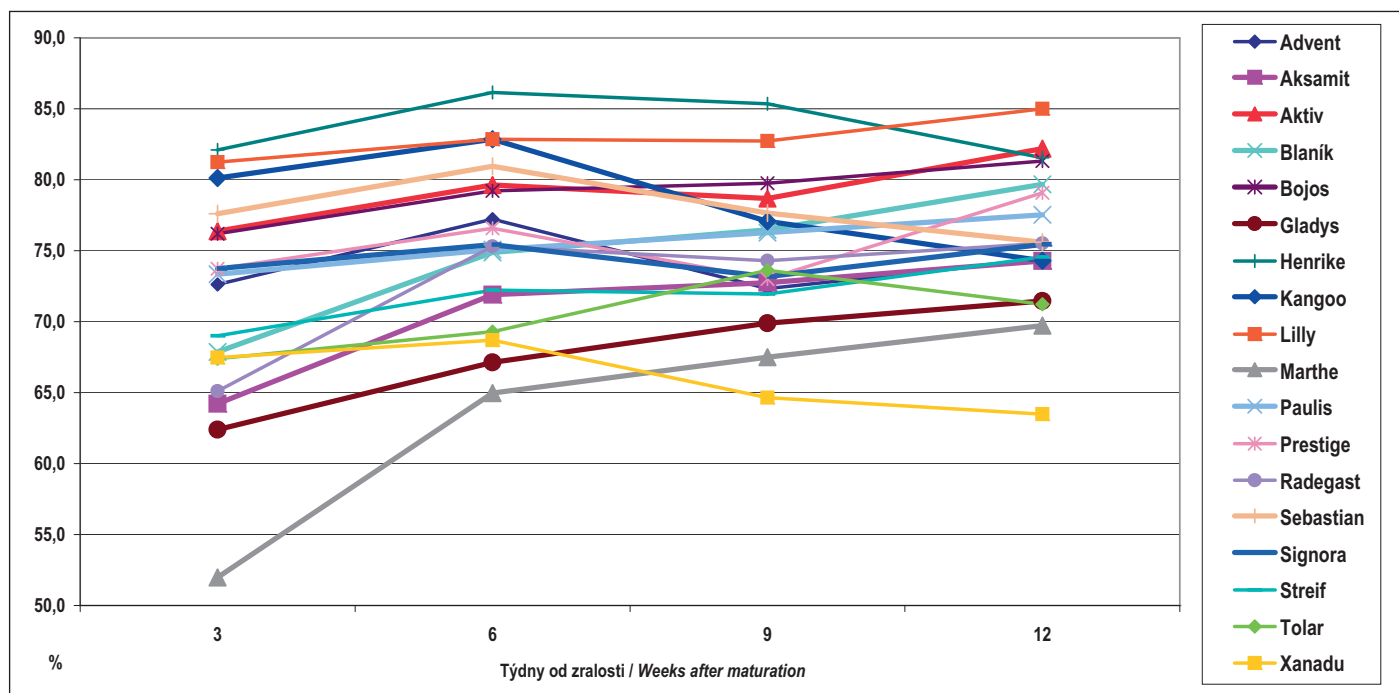
A significant relationship between the germination index and activity of some hydrolytic enzymes and the value of Kolbach index was confirmed [11]. Therefore, the germination index can be used for the prediction of grain capability to produce these enzymes during the malting process and thus to predict malt quality.

In 2010 barley was sown in the testing localities under study in the period from March 25 to April 8. There was enough moisture for barley to emerge. Frequent and plentiful precipitations occurred from the half of April. Temperatures in June were normal. Barley stands headed well and their state was very good. High temperatures in July accelerated ripening. Harvest in the studied testing localities was carried out in the period of 31/7 – 5/8/2010. Frequent and intensive precipitations disrupted the harvest course and many of spring barley stands were degraded by late harvest [12]. Due to unfavorable weather, barley harvest in the testing locality Vysoká was performed in the second August decade to 20/8/2010.

Obr. 1 Energie klíčení 2010 / Fig. 1 Germination energy 2010



Obr. 2 Rychlost klíčení 2010 / Fig. 2 Germination rate 2010



sažení plné zralosti hodnotu energie klíčení nad 98 %. U několika odrůd dochází v následujících týdnech k poklesu hodnoty energie klíčení. Nejvýraznější pokles byl zaznamenán právě u odrůdy Kangoo, která měla 12 týdnů po dosažení plné zralosti hodnotu energie klíčení pouze 92,9 %. Ještě výraznější pokles energie klíčení byl zaznamenán u odrůdy Xanadu (87,2 %). Pokles hodnot energie klíčení byl pravděpodobně způsoben porůstáním. V roce 2010 byl problém s porůstáním častý, řada vzorků ze zkušební stanice Věrovany byla porostlá [12].

Neukončené posklizňové dozrávání 3 a 6 týdnů po dosažení plné zralosti se u některých odrůd projevilo nižšími hodnotami rychlosti a indexu klíčení (obr. 2, 3).

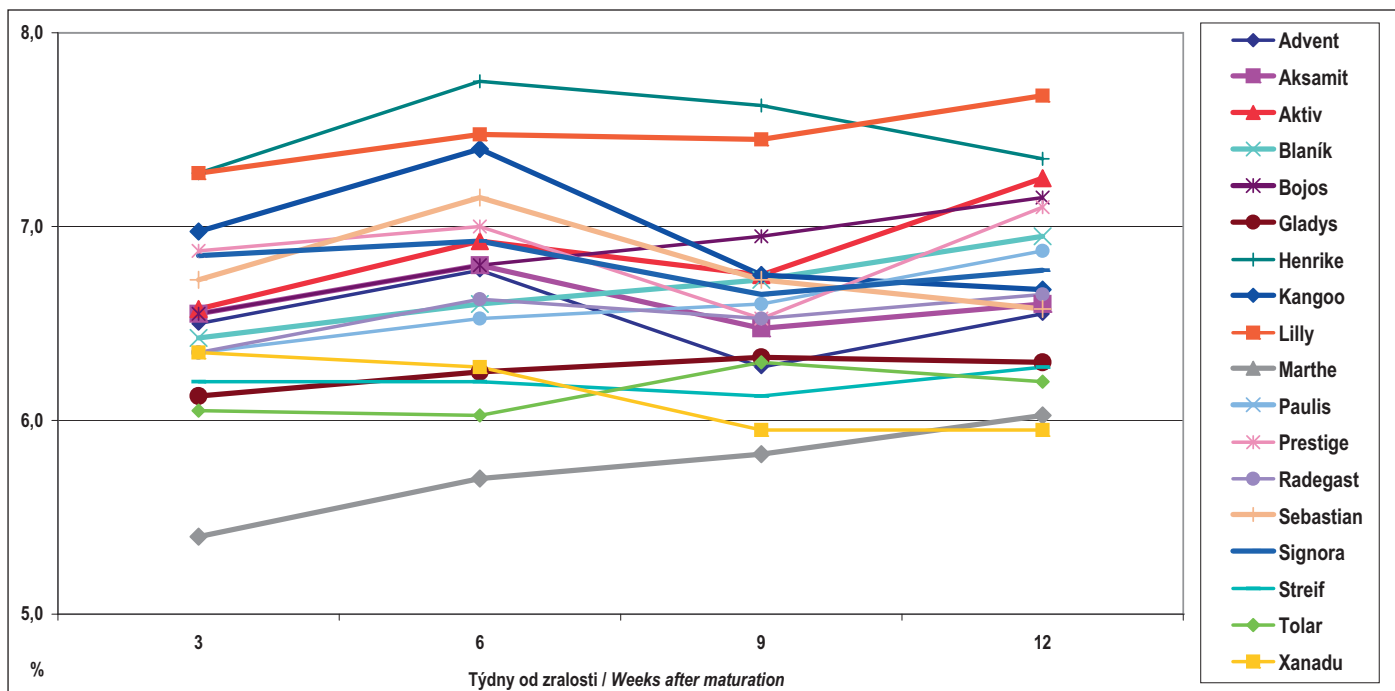
Ve sklizňovém roce 2010 byla rychlost klíčení, 3 týdny po dosažení plné zralosti, téměř u všech odrůd vyšší než 65 %. Pouze odrůdy Aksamit a Marthe měly rychlost klíčení nižší než 65 %. Podobně jako u hodnot energie klíčení dochází u několika odrůd (Advent, Henrike, Kangoo, Xanadu) v následujícím období k poklesu hodnot rychlosti klíčení.

In 2010 nearly all the studied varieties achieved the value of germination energy 3 weeks after achieving full maturity higher than 85 % (Fig. 1). Only two varieties (Aksamit, Marthe) had the value of germination energy lower (82 % and 78 % respectively). The variety Kangoo had 3 weeks after achieving full maturity the value of germination energy above 98 %. In some varieties, the decline in germination energy occurred in following weeks. The most striking decline was observed in the variety Kangoo, which had 12 weeks after achieving full maturity the value of germination energy of only 92.9 %. Even more significant decline in germination energy was recorded in the variety Xanadu (87.2 %). The decline in the values of germination energy was probably caused by sprouting. In 2010 problem with sprouting occurred frequently, many samples from the testing station Věrovany were sprouted [12].

Non-completed post harvest maturation 3 and 6 weeks after achieving full maturity in some varieties resulted in lower values of germination rate and germination index (Fig. 2 and 3).

In the harvest year 2010 germination rate 3 weeks after achieving

Obr. 3 Index klíčení 2010 / Fig. 3 Germination index 2010



Skližené zrno ječmene se začíná ve sladovnách zpracovávat přibližně 9 týdnů po dosažení plné zralosti. V této době měly pouze odrůdy Aktiv, Bojos, Henrike, Sebastian a Tolar energii klíčení 97 % a více (obr. 1).

V rychlosti a indexu klíčení (obr. 2, 3) byly mezi odrůdami ještě značné rozdíly. Odrůdy Aktiv, Bojos a Lilly 9 týdnů po dosažení plné zralosti klíčily rychle a pohotově. Opakem byly odrůdy Gladys, Marthe a Xanadu.

Proměnlivost hodnot energie klíčení (tab. 3) byla ovlivněna ze-

full maturity was nearly in all varieties higher than 65 %. Only the varieties Aksamit and Marthe had germination rate lower than 65 %. Similarly as in the values of germination energy values of germination rate declined in some varieties (Advent, Henrike, Kangoo, Xanadu) in the following period.

Processing of harvested barley grain begins in malt houses approximately 9 weeks after achieving full maturity. In this period only the varieties Aktiv, Bojos, Henrike, Sebastian and Tolar had germination energy of 97 % and more (Fig. 1).

Tab. 3 Analýza variance a odhady komponent rozptylu pro / Analysis of variance and estimated components of variance for

Zdroj proměnlivosti Source of variation	d.f.	Průměrný čtverec Mean square	Hladina Významnosti Significant level	F hodnota F ratio	Odhad komponent rozptylu Estimated components of variance		
					abs.	rel. (%)	s.e.
Energie klíčení 3 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germinative energy 3 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Location	3	411.294	***	14.79	21.30	27.04	18.66
Variety	17	146.462	***	5.27	29.66	37.65	12.63
Residual	51	27.818			27.82	35.31	5.51
Energie klíčení 6 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germinative energy 6 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Location	3	183.244	***	13.46	9.42	33.28	8.31
Variety	17	34.710	**	2.55	5.27	18.63	3.05
Residual	51	13.615			13.62	48.09	2.70
Energie klíčení 9 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germinative energy 9 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Location	3	253.574	***	23.37	13.48	49.07	11.50
Variety	17	23.423	*	2.16	3.14	11.44	2.08
Residual	51	10.851			10.85	39.49	2.15
Energie klíčení 12 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germinative energy 12 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Location	3	251.087	***	18.97	13.21	44.64	11.39
Variety	17	25.847	*	1.95	3.15	10.65	2.31
Residual	51	13.238			13.24	44.72	2.62
Poznámky / Notes							
*	P=0.05	d.f.	stupně volnosti / degrees of freedom				
**	P=0.01	rel.	relativní hodnota / degrees of freedom				
***	P=0.001	abs.	původní hodnota / original value				
NS	non significant	s.e.	chyba odhadu / standard error				

Tab. 4 Analýza variance a odhady komponent rozptylu pro / Analysis of variance and estimated components of variance for

Zdroj proměnlivosti <i>Source of variation</i>	d.f.	Průměrný čtverec <i>Mean square</i>	Hladina významnosti <i>Significant level</i>	F hodnota <i>F ratio</i>	Odhad komponent rozptylu <i>Estimated components of variance</i>		
					abs.	rel. (%)	s.e.
Rychlost klíčení 3 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germination rate 3 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Locality	3	2109.027	***	64.09	115.34	58.20	95.67
Variety	17	232.659	***	7.07	49.94	25.20	20.02
Residual	51	32.910			32.91	16.61	6.52
Rychlost klíčení 6 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germination rate 6 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Locality	3	922.795	***	33.80	49.75	47.79	41.86
Variety	17	135.527	***	4.97	27.06	25.99	11.70
Residual	51	27.296			27.30	26.22	5.41
Rychlost klíčení 9 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germination rate 9 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Locality	3	603.170	***	21.88	31.98	40.77	27.36
Variety	17	103.096	***	3.74	18.88	24.07	8.95
Residual	51	27.574			27.58	35.16	5.46
Rychlost klíčení 12 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germination rate 12 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Locality	3	831.095	***	24.82	44.31	46.08	37.70
Variety	17	106.988	***	3.20	18.38	19.11	9.32
Residual	51	33.479			33.48	34.81	6.63
Poznámky / Notes							
*	P=0.05	d.f.	stupně volnosti / degrees of freedom				
**	P=0.01	rel.	relativní hodnota / degrees of freedom				
***	P=0.001	abs.	původní hodnota / original value				
NS	non significant	s.e.	chyba odhadu / standard error				

Tab. 5 Analýza variance a odhady komponent rozptylu pro / Analysis of variance and estimated components of variance for

Zdroj proměnlivosti <i>Source of variation</i>	d.f.	Průměrný čtverec <i>Mean square</i>	Hladina významnosti <i>Significant level</i>	F hodnota <i>F ratio</i>	Odhad komponent rozptylu <i>Estimated components of variance</i>		
					abs.	rel. (%)	s.e.
Index klíčení 3 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germination index 3 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Locality	3	12.980	***	41.98	0.70	61.79	0.59
Variety	17	0.814	**	2.63	0.13	11.07	0.07
Residual	51	0.309			0.31	27.14	0.06
Index klíčení 6 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germination index 6 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Locality	3	9.551	***	38.61	0.52	52.72	0.43
Variety	17	1.112	***	4.50	0.22	22.05	0.10
Residual	51	0.247			0.25	25.23	0.05
Index klíčení 9 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germination index 9 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Locality	3	4.044	***	16.71	0.21	35.22	0.18
Variety	17	0.828	***	3.42	0.15	24.42	0.07
Residual	51	0.242			0.24	40.36	0.05
Index klíčení 12 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89) <i>Germination index 12 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i>							
Locality	3	5.021	***	24.06	0.27	35.22	0.23
Variety	17	0.892	***	4.28	0.17	24.42	0.08
Residual	51	0.209			0.21	40.36	0.04
Poznámky / Notes							
*	P=0.05	d.f.	stupně volnosti / degrees of freedom				
**	P=0.01	rel.	relativní hodnota / degrees of freedom				
***	P=0.001	abs.	původní hodnota / original value				
NS	non significant	s.e.	chyba odhadu / standard error				

Tab. 6 Testování významnosti jednoduchých kontrastů pro / *Multiple range analysis for*

Metoda / Method: 95 % LSD									
Odrůdy Varieties	n	EK / EG 3		EK / EG 6		EK / EG 9		EK / EG 12	
		LS Mean	HG	LS Mean	HG	LS Mean	HG	LS Mean	HG
Advent	4	93.10	bc	96.03	ab	94.83	ab	94.30	ab
Aksamit	4	82.48	ab	90.15	ab	93.73	ab	94.40	ab
Aktiv	4	97.60	c	97.45	ab	97.85	b	97.08	b
Blaník	4	87.53	abc	94.65	ab	95.10	ab	96.83	b
Bojos	4	97.53	c	98.08	ab	97.28	ab	96.78	b
Gladys	4	85.13	abc	88.70	a	91.08	ab	93.40	ab
Henrike	4	98.28	c	98.40	b	98.10	b	98.58	b
Kangoo	4	98.45	c	97.33	ab	95.58	ab	92.90	ab
Lilly	4	97.65	c	97.40	ab	96.90	ab	97.33	b
Marthe	4	78.33	a	92.85	ab	94.68	ab	95.20	ab
Paulis	4	96.23	c	96.90	ab	96.60	ab	95.40	ab
Prestige	4	90.23	abc	92.40	ab	92.95	ab	94.53	ab
Radegast	4	85.95	abc	95.60	ab	95.30	ab	95.45	ab
Sebastian	4	97.70	c	97.08	ab	97.15	ab	95.78	ab
Signora	4	91.45	abc	92.35	ab	92.93	ab	93.23	ab
Streif	4	92.03	bc	96.03	ab	96.60	ab	97.80	b
Tolar	4	93.03	bc	95.53	ab	97.08	ab	95.35	ab
Xanadu	4	88.65	abc	90.85	ab	89.23	a	87.20	a
LSD (0.05)		13.70		9.58		8.55		9.45	
		RK 3		RK 6		RK 9		RK 12	
Advent	4	72.63	bcd	77.23	abcde	72.33	abcd	74.40	abc
Aksamit	4	64.23	abc	71.90	abcd	72.75	abcd	74.28	abc
Aktiv	4	76.38	bcd	79.63	bcde	78.68	bcd	82.20	bc
Blaník	4	67.88	bcd	74.88	abcde	76.48	abcd	79.68	bc
Bojos	4	76.20	bcd	79.23	bcde	79.75	bcd	81.33	bc
Gladys	4	62.40	ab	67.13	ab	69.90	abc	71.45	abc
Henrike	4	82.10	d	86.15	e	85.35	d	81.55	bc
Kangoo	4	80.13	d	82.85	de	77.08	abcd	74.30	abc
Lilly	4	81.25	d	82.85	de	82.73	cd	85.00	c
Marthe	4	51.98	a	64.98	a	67.50	ab	69.73	ab
Paulis	4	73.35	bcd	75.08	abcde	76.28	abcd	77.53	abc
Prestige	4	73.73	bcd	76.58	abcde	73.00	abcd	79.08	bc
Radegast	4	65.10	abc	75.30	abcde	74.30	abcd	75.53	abc
Sebastian	4	77.60	cd	80.95	cde	77.65	abcd	75.60	abc
Signora	4	73.75	bcd	75.43	abcde	73.18	abcd	75.45	abc
Streif	4	69.00	bcd	72.23	abcd	71.95	abcd	74.55	abc
Tolar	4	67.40	bcd	69.30	abcd	73.63	abcd	71.23	abc
Xanadu	4	67.48	bcd	68.70	abc	64.65	a	63.48	a
LSD (0.05)		14.90		13.57		13.64		15.03	
		IK 3		IK 6		IK 9		IK 12	
Advent	4	6.50	ab	6.78	abcd	6.28	ab	6.55	abcd
Aksamit	4	6.55	ab	6.80	abcd	6.48	abc	6.60	abcd
Aktiv	4	6.58	ab	6.93	abcd	6.75	abc	7.25	cd
Blaník	4	6.43	ab	6.60	abcd	6.73	abc	6.95	abcd
Bojos	4	6.55	ab	6.80	abcd	6.95	abc	7.15	bcd
Gladys	4	6.13	ab	6.25	abc	6.33	ab	6.30	abc
Henrike	4	7.28	b	7.75	d	7.63	c	7.35	cd
Kangoo	4	6.98	b	7.40	cd	6.75	abc	6.78	abcd
Lilly	4	7.28	b	7.48	cd	7.45	bc	7.68	d
Marthe	4	5.40	a	5.70	a	5.83	a	6.03	ab
Paulis	4	6.35	ab	6.53	abcd	6.60	abc	6.88	abcd
Prestige	4	6.88	b	7.00	bcd	6.53	abc	7.10	abcd
Radegast	4	6.35	ab	6.63	abcd	6.53	abc	6.65	abcd
Sebastian	4	6.73	ab	7.15	bcd	6.73	abc	6.58	abcd
Signora	4	6.85	b	6.93	abcd	6.65	abc	6.78	abcd
Streif	4	6.20	ab	6.20	abc	6.13	a	6.28	abc
Tolar	4	6.05	ab	6.03	ab	6.30	ab	6.20	abc
Xanadu	4	6.35	ab	6.28	abc	5.95	a	5.95	a
LSD (0.05)		1.44		1.29		1.28		1.19	
HG - Homogenní skupiny / Homogenous groups									

jména lokalitou tedy průběhem počasí ve zkušební lokalitě. Šest týdnů po dosažení plné zralosti byl tento znak ovlivněn prostředím z 33 % a odrůdou jen z 19 %. V průběhu posklizňového dozrávání vliv prostředí na energii klíčení značně kolísal, 12 týdnů po dosažení plné zralosti byl na úrovni 45 %, odrůda ovlivnila tento znak z 11 %.

Proměnlivost znaků popisujících intenzitu klíčení, tj. rychlost a index klíčení (tab. 4, 5, 6), byla ovlivněna výrazným způsobem (ze 35 až 58 %) lokalitou. Vliv odrůdy v průběhu 12týdenního sledování u obou sledovaných parametrů kolísal. Odrůda ovlivňovala proměnlivost rychlosti klíčení a indexu klíčení po celou dobu sledování v rozpětí 11 až 26 %.

Poděkování

Prezentované výsledky byly získány za podpory MŠMT ČR v rámci řešení výzkumného záměru VÚPS, a. s., „Výzkum sladařských a pivovarských surovin a technologií“ (identifikační kód MSM6019369701). Statistické zpracování výsledků provedl Ing. J. Hartmann, CSc. Poděkování patří též pracovníkům zkušebních stanic ÚKZÚZ za poskytnutí pokusného materiálu.

Literatura / References

1. Benech-Arnold, R. L.: Bases of pre-harvest sprouting resistance in barley: Physiology, molecular biology and environmental control of dormancy in barley grain. In: Barley science. Recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality. Food Product Press. New York 2002.
2. Bewley, J. D., Black, M.: Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Vol. 2 Viability. Dormancy and Environmental Control. Springer – Verlag, Berlin, 375 s, 1982.
3. Basařová, G. (ed.): Pivovarsko-Sladařská analytika 1. Merkanta, Praha 1992.
4. Psota, V., Šusta, J., Kosař, K.: Homogenita a modifikace sladu II. Klíčení zrna, chuť piva. Kvasny Prum. **44**, 1998, 126–129.
5. Psota, V., Šebánek, J.: Role fytohormonů v klíčení a sladování. Studijní Informace. Mimo řady, ÚZPI, Praha 1999.
6. EBC Analysis Committee: Analytica-EBC, Verlag Hans Carl Göttinger-Fachverlag, Nürnberg, 1998.
7. Kastner, J.: Zpracování sladu s vysokým obsahem bílkovin. Závěrečná zpráva 12/15. VÚPS Brno 1976.
8. Kastner, J.: Zpracování ječmenů a sladu s vysokým obsahem bílkovin. Závěrečná zpráva 12/2, VÚPS Brno 1977.
9. Kastner, J.: Vliv odrůdy na délku posklizňového dozrávání se zvláštním zřetelem na výhledové odrůdy. Urychlení posklizňového dozrávání ječmenů. Dílčí zpráva 3b/2, VÚPS Brno, 1979.
10. Cochrane, M. P.: Effects of temperature during grain development

The varieties differed in the germination index and germination rate (Fig. 2 and 3) considerably. The varieties Aktiv, Bojos and Lilly 9 weeks after achieving full maturity germinated fast and readily unlike the varieties Gladys, Marthe and Xanadu.

Variability of the values of germination energy (Tab. 3) was mainly affected by the locality, it means by the course of weather in the testing locality. Six weeks after achieving full maturity this trait was affected by the environment from 33 % and by the variety only from 19 %. In the course of post harvest maturation, the effect of the environment on germination energy fluctuated considerably, 12 weeks after achieving full maturity it was at the level of 45 %, the variety affected this parameter from 11 %.

Variability of the parameters describing the intensity of germination, i.e. germination rate and germination index (Tab. 4, 5, 6) was markedly affected (from 35 to 58 %) by the locality. The effect of variety in the course of 12-week monitoring in both the studied parameters varied. The variety affected the variability of the germination index and germination rate for the whole course of monitoring in the range of 11 to 26 %.

Acknowledgements

The present results were obtained with the support of the MYES within the solution of the research project of the RIBM, Plc. (Research of malting and brewing raw materials and technologies“ (identification code MSM6019369701). Statistical evaluation of results was made by Ing. J. Hartmann, CSc. We also thank our colleagues in the testing stations of CISTA for providing testing material.

Translated by Mgr. Vladimíra Nováková

on the germinability of barley grains. Aspects Appl. Biol. 36:103-13, 1993.

11. Woonton, B.W., Jacobsen, J.V., Sherkat, F., Stuart, I. M.: Changes in Germination and Malting Quality During Storage of Barley. J. Inst. Brew. **111**(1), 33–41, 2005.
12. Sachambula, L., Psota, V., Dvořáčková, O.: Kvalita zrna jarního ječmene ze zkušebních stanovišť České republiky, sklizeň 2010. Kvasny Prum. **57**, 2011, in print.

Recenzovaný článek / Reviewed paper

Do redakce došlo / Manuscript received: 4. 5. 2011

Přijato k publikování / Accepted for publication: 5. 8. 2011

PIVOVARSKÝ KALENDÁŘ 2012

vyjde v listopadu 2011

Cena: 170 Kč (vč. DPH)

Množstevní slevy:

25–49 ks: 150 Kč

50 a více ks: 130 Kč

Objednávky: boudova@beerresearch.cz