

## KRÁTKÉ SDĚLENÍ / SHORT COMMUNICATION

## Posklizňové dozrávání vybraných odrůd jarního ječmene v roce 2009

*Post Harvest Maturation of the Selected Spring Barley varieties in 2009*

LENKA SACHAMBULA, VRATISLAV PSOTA

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Sladařský ústav, Mostecká 7, 614 00 Brno

Research Institute of Brewing and Malting 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 2009.** Kvasny Prum. 56, 2010, č. 11–12, s. 439–444.

Sklizňový rok 2009 byl charakteristický nižšími hodnotami energie klíčení 3 týdny po dosažení plné zralosti. Pouze u odrůd Aktiv a Jersey byly 3 týdny po dosažení plné zralosti zjištěny hodnoty energie klíčení nad 95 %. Mezi odrůdami existují značné rozdíly v intenzitě klíčení charakterizované rychlostí a indexem klíčení. Odrůdy Henley, Publican, Radegast, Signora, Vista a Xanadu 9 týdnů po dosažení plné zralosti klíčili rychle a pohotově. Opakem byly odrůdy Advent, Aksamit, Aktiv, Marthe, Streif a Tolar. Proměnlivost energie klíčení byla ovlivněna lokalitou, proměnlivost znaků popisujících intenzitu klíčení byla ovlivněna výrazným způsobem odrůdou.

**Sachambula, L. – Psota, V.: Post harvest maturation of the selected spring barley varieties in 2009.** Kvasny Prum. 56, 2010, No. 11–12, p. 439–444.

In harvest year 2009 lower values of germinating energy three weeks after achieving full ripeness were recorded. Values of germinating energy after achieving full ripeness exceeding 95 % were recorded only in the varieties Aktiv and Jersey. Varieties exhibited considerable differences in intensity of germination, i.e. rate and index of germination. Nine weeks after achieving full ripeness the varieties Henley, Publican, Radegast, Signora, Vista, and Xanadu germinated quickly and readily unlike the varieties Advent, Aksamit, Aktiv, Marthe, Streif, and Tolar. Variability of germinating energy was affected by the location, variability of characters describing intensity of germination was significantly affected by the variety.

**Sachambula, L. – Psota, V.: Die Erntenachreife im Jahre 2009 der ausgewählten Sommergerstensorten.** Kvasny Prum. 56, 2010, Nr. 11–12, S. 439–444.

Der Erntejahr 2009 wurde durch die niedrigeren Werte an Keimungsenergie 3 Wochen nach der Erreichung der vollen Reife charakteristisch. Drei Wochen nach der Erreichung einer vollen Keimfähigkeit wurden die Energiewerte über 95% nur bei den Sorten Aktiv und Jersey festgestellt. Wesentliche Unterschiede in der durch Geschwindigkeit und Keimungsindex charakterisierten Keimungsintensität unter Sorten schon existieren. Neun Wochen nach der Erreichung einer vollen Keimfähigkeit keimten Sorten Henley, Publican, Radegast, Signora, Vista und Xanadu schnell und bereitstehend. Im Gegenteil wurden die Sorten Advent, Aksamit, Aktiv, Marthe, Streif und Tolar. Durch die Lokalität wurde die Veränderlichkeit der Keimungsenergie beeinflusst, die Veränderlichkeit der die Keimungsintensität beschreibenden Parameter wurde wesentlich durch die Gerstensorte 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 nejednotně 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] skladování v závislosti na odrůdě, klimatických podmínkách v průběhu vegetace a sklizně. 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 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 the identification of changes proceeding in a caryopsis after recovery from dormancy. Barley caryopses after harvest germinate unequally and slowly. Post harvest maturation is a period between harvest and time when germinating energy and germinating capacity reach the same values. Post harvest maturation occurs if the caryopses are exposed to certain conditions (drought, warm, etc.). It is completed after several weeks or even months [1] of storage depending on the variety, climatic conditions during growing and harvest. Length of post harvest maturation is of particular importance in malting barley varieties as the varieties with a long time of post harvest maturation need to be malted later which is economically unfavorable. Breeding has substantially shortened the time of post harvest maturation in barley varieties, which however can also have a negative impact. If the weather before harvest is rainy, the varieties with a short period of post harvest maturation sprout easily.

Under the climatic conditions of the Czech Republic the length of post harvest maturation and susceptibility of the caryopses to sprouting can cause problems to malting industry. Sprouting is a serious problem mainly in years with a rainy harvest season. Risk of sprouting rises when the weather during ripening of caryopses is warm and dry. This course of weather causes less deep dormancy and consequently short post harvest maturation. If a sunny and dry season changes shortly before harvest or during harvest and it gets cold and starts raining, the risk of sprouting is very high as the previous course of weather led to low level of dormancy.

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.

Dormancy also causes problems with testing, especially at determination of germinating capacity. Germination energy can markedly affect results of tests shortly after harvest [2].

Low dormancy level is desirable in malting barley varieties so that grains could be malted shortly after harvest. Breeding enabled to obtain varieties where dormancy is often completed 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 2009 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).

### 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].

## 2 MATERIAL AND METHODS

### Varieties and testing locations

In 2009 level of post harvest maturation in spring-sown barley (*Hordeum vulgare* L.) was monitored in the varieties listed in table (Tab. 1). Sieving fractions over 2.5 mm were used to assess germinating energy. Samples were obtained from the testing stations of the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (CISTA), their description is given in table (Tab. 2).

### Germination parameters

Post harvest maturation was followed 3, 6, 9 and 12 weeks after reaching the growth stage fully ripe (BBCH89). In the course of post harvest maturity the following parameters were studied: germinating energy (GE), germination rate (GR) and germination index (GI) [3, 4, 5].

Tab. 1 Seznam odrůd jarního ječmene zkoušených v roce 2009 / List of the spring barley varieties tested in 2009

Kód Code	Název odrůdy Variety denomination	Udržovatel / Maintainer	Zástupce v ČR / Agent in the CR	Od roku Since year
5077680	<b>Advent</b>	SELGEN, a.s.		2009
5076678	<b>Aksamit</b>	SELGEN, a.s.		2007
5077172	<b>Aktiv</b>	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.		2008
5076665	<b>Blaník</b>	Limagrain Nederland B.V.	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.	2007
5075648	<b>Bojos</b>	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.		2005
1020197	<b>Diplom</b>	NORDSAAT Saat-zucht GmbH	SAATEN – UNION CZ s.r.o.	2002
5077767	<b>Henley</b>	Nickerson International Research GEIE	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.	2009
5077796	<b>Henrike</b>	NORDSAAT Saat-zucht GmbH	SAATEN – UNION CZ s.r.o.	2009
1020130	<b>Jersey</b>	Limagrain Nederland B.V.	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.	2000
5077135	<b>Kangoo</b>	Limagrain Nederland B.V.	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.	2008
5077231	<b>Marthe</b>	NORDSAAT Saat-zucht GmbH	SAATEN – UNION CZ s.r.o.	2008
1020183	<b>Prestige</b>	Société RAGT 2n	RAGT Czech s.r.o.	2002
5077197	<b>Publican</b>	Syngenta Seeds Ltd.	SOUFFLET AGRO a.s.	2008
5075649	<b>Radegast</b>	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.		2005
5075710	<b>Sebastian</b>	Sejet Plantbreeding I/S	SELGEN, a.s.	2005
5077691	<b>Signora</b>	SERASEM	RAGT Czech s.r.o.	2009
5077725	<b>Streif</b>	Saat-zucht Streng GmbH & Co.KG	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.	2009
1020062	<b>Tolar</b>	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.		1997
5077674	<b>Vista</b>	Limagrain Nederland B.V.	Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.	2009
5076389	<b>Xanadu</b>	NORDSAAT Saat-zucht GmbH	SAATEN – UNION CZ s.r.o.	2006

### 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 obílek, 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 obílek 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].

### Germination energy (GE)

Germination energy is the percentage of germinated grains in the given time [3, 6]. 100 caryopses were placed on 2 filtration papers into a Petri's dish with an outer diameter of 85 mm and 4 ml of water were added with a pipette. Germinated caryopses were removed always after 24, 48 and 72 hours. The result is an 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 the results obtained from the determination of germination energy (4 ml) according to the following equation. This characteristic of barley viability has been used in the RIBM since the 1970s [7, 8, 9].

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
Locality	Code of locality	Production region	Altitude (m)	Long-term average temperature t30 (°C)	Long-term average sum of precipitations p30 (mm)	Code of soil
Věrovany	VER	2	207	8.7	502	ČMh - h
Čáslav – Filipov	CAS	2	260	8.9	555	ČMh - h
Libějovice	LIB	3	460	7.9	563	KMm - ph
Chrastava	CHT	3	345	8.0	738	HMI - ph
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]				
3		obilnářská výrobní oblast [Cereal production region]				
		Půdní druh / Sort of soil				
ph		písčitohlinitá půda (střední) [Sandy-loam (medium)]				
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]				
KMm		Kambizem typická [Eutric Cambisol]				

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

$n_{24}$ ,  $n_{48}$ ,  $n_{72}$  – 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 dvojného třídění, korelační a regresní analýzou. Statistické zpracování provedl Národní odrůdový úřad ÚKZÚZ v Brně.

### 3 V SLEDKY 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 2009 byl ječmen ve sledovaných zkušebních lokalitách vyset v období 4. dubna až 10. dubna. Měsíce duben a květen byly teplotně nadnormální, měsíc duben byl srážkově výrazně podnormální. Srážky přišly až v průběhu května a června a byly výrazně nadnor-

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

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

#### Germination index (GI)

Germination index is calculated from the results acquired from the determination of germinating energy (4 ml) according to the following equation. Index of germination is a dimensionless 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 the results

Results were evaluated with the two-way ANOVA, correlation and regression analysis. Statistical evaluation was carried out by the National Plant Variety Office of CISTA in Brno.

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

Although the length of post harvest maturation belongs to the varietal traits, it is also markedly affected by external conditions under which the parent plant was growing [10]. External conditions will not significantly affect susceptibility to sprouting in the varieties with a rapid recovery from dormancy or in the varieties with long dormancy. The varieties with a rapid recovery from dormancy are always susceptible to sprouting, while the varieties with deep dormancy are resistant to sprouting even under conditions favorable for sprouting. The varieties most sensitive to a change of the external factors are those from a transitory group. The effect of the environment in the phase when grain is formed can cause that these varieties behave as resistant to sprouting in some years and as susceptible to sprouting in others [1].

A significant relationship has been established between the germination index and activity of some hydrolytic enzymes and the value of Kolbach index. [11]. Therefore, germination index can be used for prediction of capacity of grains to produce these enzymes in the malting process and to predict thus malt quality.

mální. V červnu byly teploty normální. Porosty ječmene dobře vymetaly a jejich stav byl velmi dobrý. Červenec byl teplotně i srážkově normální a sklizeň proběhla ve sledovaných zkušebních lokalitách v období 29. 7.–8. 8. 2009 [13].

Sklizňový rok 2009 byl charakteristický nižšími hodnotami energie klíčení tři týdny po dosažení plné zralosti. Více než polovina sledovaných odrůd měla hodnoty energie klíčení menší než 90 % (78 až 89 %), třetina odrůd dosáhla hodnot energie klíčení nad 90 %. Pouze u odrůd Aktiv a Jersey byly tři týdny po dosažení plné zralosti zjištěny hodnoty energie klíčení nad 95 %.

Nevyzrálост na začátku kampaně (3 a 6 týdnů po dosažení plné zralosti) se u řady odrůd projevovала nižšími hodnotami rychlosti klíčení, indexu klíčení (obr. 2 a 3).

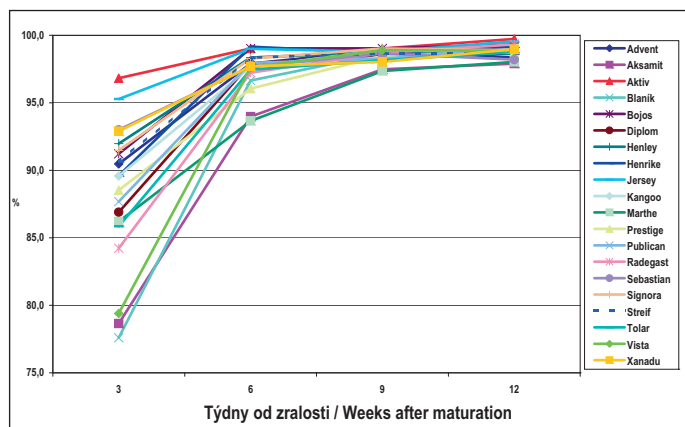
Ve sklizňovém roce 2009 byla rychlost klíčení, 3 týdny po dosažení plné zralosti, větší než 65 % pouze u odrůd Jersey, Signora, Henley a Xanadu, z nichž pouze odrůda Xanadu měla rychlost klíčení větší než 70 %. Všechny ostatní odrůdy vykazovaly hodnoty rychlosti klíčení 3 týdny po dosažení plné zralosti na velmi nízké úrovni (40–64 %).

Sklizený ječmen se začíná ve sladovnách zpracovávat přibližně 9 týdnů po dosažení plné zralosti. V této době měly všechny odrůdy energii klíčení 97 % a více (obr. 1).

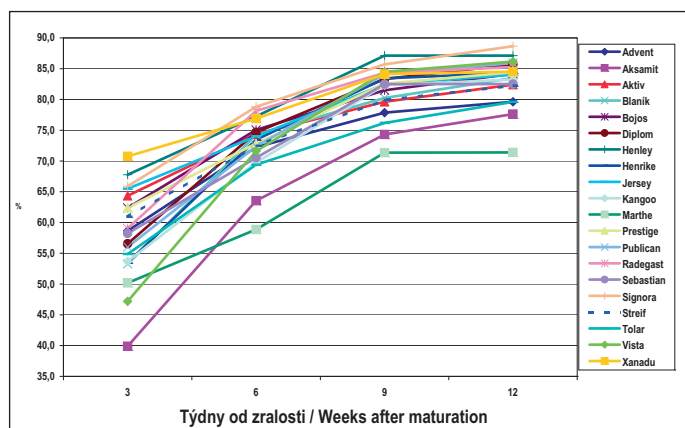
V rychlosti klíčení a v indexu klíčení (obr. 2 a 3) byly mezi odrůdami ještě značné rozdíly. Odrůdy Henley, Publican, Radegast, Signora, Vista a Xanadu 9 týdnů po dosažení plné zralosti klíčily rychle a pohotově. Opakem byly odrůdy Advent, Aksamit, Aktiv, Marthe, Streif a Tolar.

Proměnlivost energie klíčení (tab. 3) byla ovlivněna lokalitou, tedy průběhem počasí ve zkušební lokalitě. Tři týdny po dosažení plné zralosti byl tento znak ovlivněn prostředím z 36 % a odrůdou jen z 23 %. V průběhu posklizňového dozrávání vliv prostředí na energii klíčení značně kolísá, 12 týdnů po dosažení plné zralosti byl na úrovni 39 %, vliv odrůdy byl zanedbatelný.

Proměnlivost znaků popisujících intenzitu klíčení, tj. rychlost klíčení a index klíčení (tab. 4, 5), byla ovlivněna výrazným způsobem (ze 40 až 52 %) odrůdou. Vliv odrůdy se v průběhu 12týdenního sledování nesnižoval. Lokalita ovlivňovala proměnlivost rychlosti klíčení a indexu klíčení po celou dobu sledování v rozpětí 3 až 30 %.



Obr. 1 Energie klíčení / Germinating energy 2009



Obr. 2 Rychlost klíčení / Germination rate 2009

In 2009 barley was sown in the studied experimental locations in the period from April 4 to April 10. Months of April and May were above average in terms of temperatures, April was markedly below average in precipitations. Precipitations occurred only in May and June and were significantly above average. Temperatures in June were normal. Barley stands headed well and their state was very good. Temperatures and rainfalls in July were average and harvests in the followed testing locations proceeded in the period from July 29 to August 8 2009 [13].

In the harvest year 2009 lower values of germinating energy three weeks after achieving full ripeness were recorded. More than a half of the studied varieties had values of germinating energy lower than 90 % (78 to 89 %), one-third of the varieties achieved the values of germinating energy higher than 90 %. The values of germinating energy three weeks after achieving full ripeness exceeding 95 % were recorded only in the varieties Aktiv and Jersey

Immaturity at the beginning of the campaign (3 and 6 weeks after achieving full ripeness) was reflected by lower values of germination rate and germination index in many of the varieties (Fig. 2 and 3).

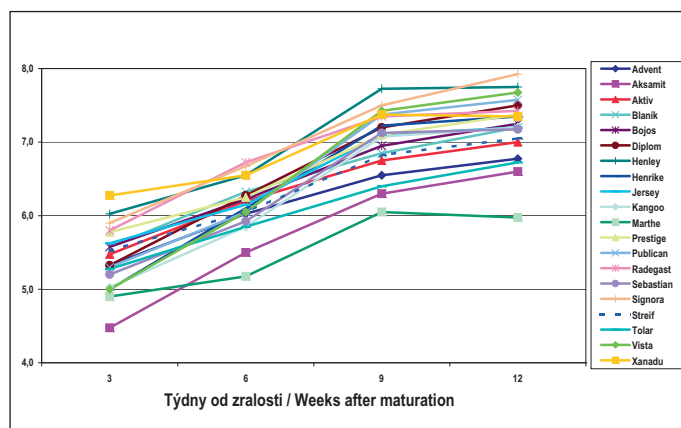
In the harvest year 2009 germination rate three weeks after achieving full maturity was higher than 65 % only in the varieties Jersey, Signora, Henley, and Xanadu, of which only the variety Xanadu germination rate higher than 70 %. All the other varieties exhibited low values of germination rate three weeks after achieving full maturity (40–64 %).

Processing of harvested barley in malt houses starts approximately 9 weeks after achieving full maturity. At that time all varieties had germination energy 97 % and more (Fig. 1).

The varieties still exhibited considerable differences in values of germination rate and germination index (Fig. 2 and 3) The varieties Henley, Publican, Radegast, Signora, Vista, and Xanadu nine weeks after achieving full maturity germinated quickly and readily, unlike the varieties Advent, Aksamit, Aktiv, Marthe, Streif, and Tolar.

Variability of germination energy (Tab. 3) affected by the location, it means weather course in the testing location. Three weeks after achieving full maturity this parameter was affected by the environment from 36 % and variety only from 23 %. In the course of post harvest maturation, the effect of the environment on the germination varied considerably, 12 weeks after achieving full maturity it was on the level of 39 % and the effect of the variety was negligible.

Variability of the parameters describing intensity of germination (germination rate and germination index) (Tab. 4, 5) was significantly affected (from 40 to 52 %) by the variety. The effect of the variety did not decline during the twelve-week monitoring. The locality affected the variability of germination rate and germination index for the whole monitoring in the range of 3 to 30 %.



Obr. 3 Index klíčení / Germination index 2009



Tab. 3 Analýza variance a odhady komponent rozptylu energie klíčení  
*Analysis of variance and estimated components of the germination energy variance*

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>			LSD <sub>0.05</sub>
					abs.	rel. (%)	s.e.	
<b>Energie klíčení 3 týdny po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination energy 3 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	635.8090	***	18.35	30.0582	35.89	25.9588	3.72806
Odrůda / <i>Variety</i>	19	110.8060	***	3.20	19.0403	22.74	9.1328	8.33620
Reziduál / <i>Residual</i>	57	34.6449			34.6449	41.37	6.4896	
<b>Energie klíčení 6 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination energy 6 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	39.6712	***	13.35	1.8350	29.14	1.6198	1.09178
Odrůda / <i>Variety</i>	19	8.9329	***	3.01	1.4904	23.67	0.7378	2.44129
Reziduál / <i>Residual</i>	57	2.9713			2.9713	47.19	0.5566	
<b>Energie klíčení 9 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination energy 9 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	17.4110	***	21.80	0.8306	50.10	0.7108	0.56609
Odrůda / <i>Variety</i>	19	0.9124	NS	1.14	0.0284	1.71	0.0829	1.26581
Reziduál / <i>Residual</i>	57	0.7988			0.7988	48.18	0.1496	
<b>Energie klíčení 12 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination energy 12 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	8.1535	***	16.27	0.3826	39.06	0.3329	0.44832
Odrůda / <i>Variety</i>	19	0.8841	NS	1.77	0.0958	9.78	0.0754	1.00246
Reziduál / <i>Residual</i>	57	0.5010			0.5010	51.15	0.0938	

Tab. 4 Analýza variance a odhady komponent rozptylu pro index klíčení  
*Analysis of variance and estimated components of variance of the germination index*

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>			LSD <sub>0.05</sub>
					abs.	rel. (%)	s.e.	
<b>Index klíčení 3 týdny po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination index 3 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	1.5791	***	17.24	0.0744	22.82	0.0645	0.19168
Odrůda / <i>Variety</i>	19	0.7318	***	7.99	0.1601	49.10	0.0595	0.42860
Reziduál / <i>Residual</i>	57	0.0916			0.0916	28.09	0.0172	
<b>Index klíčení 6 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination index 6 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	0.8340	***	10.98	0.0379	16.25	0.0341	0.17453
Odrůda / <i>Variety</i>	19	0.5537	***	7.29	0.1194	51.20	0.0451	0.39026
Reziduál / <i>Residual</i>	57	0.0759			0.0759	32.55	0.0142	
<b>Index klíčení 9 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination index 9 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	0.4258	*	3.06	0.0143	4.67	0.0174	0.23643
Odrůda / <i>Variety</i>	19	0.7499	***	5.38	0.1526	49.84	0.0612	0.52868
Reziduál / <i>Residual</i>	57	0.1393			0.1393	45.49	0.0261	
<b>Index klíčení 12 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination index 12 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	0.3378	NS	2.22	0.0093	2.90	0.0139	0.24722
Odrůda / <i>Variety</i>	19	0.7880	***	5.17	0.1589	49.56	0.0643	0.55281
Reziduál / <i>Residual</i>	57	0.1524			0.1524	47.54	0.0285	

## Poznámky / Notes

*	P=0.05	d.f.	stupně volnosti / <i>degrees of freedom</i>
**	P=0.01	rel.	relativní hodnota / <i>relative value</i>
***	P=0.001	abs.	původní hodnota / <i>original value</i>
NS	non significant	s.e.	sřední chyba / <i>standard error</i>

Tab. 5. Analýza variance a odhady komponent rozptylu pro rychlost klíčení  
*Analysis of variance and estimated components of variance of the germination rate*

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>			LSD <sub>0.05</sub>
					abs.	rel. (%)	s.e.	
<b>Rychlost klíčení 3 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination rate 3 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	718.0438	***	21.44	34.2276	29.88	29.3157	3.66554
Odrůda / <i>Variety</i>	19	220.7522	***	6.59	46.8149	40.87	17.9739	8.19640
Reziduál / <i>Residual</i>	57	33.4926			33.4926	29.24	6.2737	
<b>Rychlost klíčení 6 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination rate 6 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	156.1478	***	13.91	7.2462	19.13	6.3756	2.12203
Odrůda / <i>Variety</i>	19	88.8528	***	7.92	19.4070	51.24	7.2261	4.74500
Reziduál / <i>Residual</i>	57	11.2247			11.2247	29.63	2.1026	
<b>Rychlost klíčení 9 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination rate 9 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	62.6691	***	6.65	2.6623	10.55	2.5600	1.94439
Odrůda / <i>Variety</i>	19	62.0022	***	6.58	13.1445	52.10	5.0484	4.34780
Reziduál / <i>Residual</i>	57	9.4241			9.4241	37.35	1.7653	
<b>Rychlost klíčení 12 týdnů po dosažení plné zralosti (BBCH 89)</b> <b><i>Germination rate 12 weeks after achieving full ripeness (BBCH 89)</i></b>								
Stanoviště / <i>Site</i>	3	36.5555	*	3.57	1.3154	5.59	1.4955	2.02757
Odrůda / <i>Variety</i>	19	58.1038	***	5.67	11.9640	50.85	4.7372	4.53379
Reziduál / <i>Residual</i>	57	10.2477			10.2477	43.56	1.9196	

## Poznámky / Notes

*	P=0.05	d.f.	stupně volnosti / degrees of freedom
**	P=0.01	rel.	relativní hodnota / relative value
***	P=0.001	abs.	původní hodnota / original value
NS	non significant	s.e.	střední chyba / standard error

## 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.

## Acknowledgement

The presented results were achieved with the support of Ministry of Education, Youth and Physical Training of the Czech Republic 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 was performed by Ing. J. Hartmann, CSc.

Recenzovaný článek / Reviewed paper

Do redakce došlo / Manuscript received: 10. 4. 2010

Přijato k publikování / Accepted for publication: 5. 7. 2010

Translated by Vladimíra Nováková

## LITERATURA / REFERENCES

- 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.
- 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 pp, 1982.
- Basařová, G. (ed.): Pivovarsko-Sladařská analytika 1. Merkanta, Praha 1992.
- Psota, V., Šusta, J., Kosař, K.: Homogenita a modifikace sladu II. Klíčení zrna, chuť piva. Kvasny Prum. **44**, 1998, 126–129, 1998.
- Psota, V., Šebánek, J.: Role fytohormonů v klíčení a sladování. Studijní Informace. Mimo řady, ÚZPI, Praha 1999.
- EBC Analysis Committee: Analytica-EBC, Verlag Hans Carl Getränke-Fachverlag, Nürnberg, 1998.
- Kastner, J.: Zpracování sladů s vysokým obsahem bílkovin. Závěrečná zpráva 12/15. VÚPS Brno 1976.
- Kastner, J.: Zpracování ječmenů a sladů s vysokým obsahem bílkovin. Závěrečná zpráva 12/2, VÚPS Brno 1977.
- 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.
- Cochrane, M. P.: Effects of temperature during grain development on the germinability of barley grains. Aspects Appl. Biol. **36**, 1993, 103–113.
- 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**, 2005, 33–41.
- Fišerová, H., Prokeš, J., Helánová, A., Hartmann, J.: Malt quality during the post-harvest maturation of barley. Kvasny Prum. **56**, 2010, 93–99.
- Hartman, I., Prokeš, J., Helánová, A.: Quality of malting barley crop 2009 in the Czech Republic. Kvasny Prum. **56**, 2010, 10–17.