

Acta fytotechnica et zootecnica 1  
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2009, s. 20–23

## DORMANCIA SLADOVNÍCKEHO JAČMEŇA VO VZŤAHU K FYZIOLOGICKÝM PARAMETROM ZRNA JAČMEŇA

### DORMANCY OF MALTING BARLEY IN RELATION TO FYZIOLOGICAL PARAMETERS OF BARLEY GRAIN

Helena FRANČÁKOVÁ, Miriam LIŠKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

In this paper there was investigated development of dormancy in three malting barley genotypes and in control variety Nitran during twenty-five weeks after harvest. Our aim was to predict optimal ripeness of malting barley with regard to malting process and thus contribute to the increase of the quality of processed malt. The results revealed that the most appropriate physiological parameters for determination of the barley recovery from dormancy are: germination energy, germination speed and germination index. It was found out that the first variety, which recovered from the dormancy in the fourth week after the harvest, was the variety Nitran, and the genotypes that recovered from the dormancy in the sixth week after the harvest were SK 5976, SK 5374 and SK 5734. Moreover, the dormancy of barley was influenced also by climatic conditions during the vegetation and during the harvest, as well as by locality. The barley from the locality Jakubovany, which is situated in the growing area colder than the localities Sládkovičovo and Veľké Ripňany, were more dormant.

**Key words:** malting barley, dormancy, germination parameters, growing locality

Zaistenie dodávok jačmeňa sladovníckeho s vyrovnanou kvalitou pre sladovnícke účely v priebehu celého roka do doby nastávajúceho zberu je stále problematické. Medziročné rozdiely v technologickej kvalite sladovníckeho jačmeňa sa nepriaznivo prejavujú v kvalite vyrábaného sladu, hlavne v rodoch s nepriaznivými klimatickými podmienkami v období dozrievania a zberu (Sychra, Mareček, 2000; Prokeš 2003; Woonton et al., 2005). Obdobie od zberu jačmeňa do okamihu, kedy hodnoty klíčovitej energie a klíčovosti sú zhodné, nazývame obdobím pozberového dozrievania (dormancie), uvádza Frančáková (2003). Dĺžka trvania dormancie jačmeňa závisí podľa viacerých autorov od genotypu (Li et al., 2003; Prada et al., 2004), od podmienok prostredia počas tvorby zrna (Sauer, 1992; Cochran, 1993) a od termínu zberu (Holmberg et al., 2002). Dormancia jačmeňa je pre sladovníkov problémom a otázkou na začiatku každej sladovníckej kampane. Obilky jačmeňa nemajú po zbere rovnakú dĺžku dormancie, čo sa pri sledovaní prejaví nerovnomerným nástupom a ich rozdielnou rýchlosťou klíčenia. Pre sladovníkov to znamená nehomogénnu premenu zrna jačmeňa na slad so všetkými negatívnymi dopadmi na akosť sladu. Z toho dôvodu podrobnejšie skúmanie fyziologických charakteristík obdobia dormancie môže napomôcť k predikcii optimálnej zrelosti jačmeňa sladovníckeho pre sledovanie a zvýšiť tak kvalitu vyrábaného sladu.

Cieľom práce bolo vyhodnotiť priebeh dormancie štyroch genotypov jačmeňa jarného a na základe získaných výsledkov vyjadriť podiel genotypu, pestovateľskej lokality a agroekologických faktorov na priebeh a dĺžku dormancie. Ďalším cieľom bolo určiť najvhodnejšiu dobu na spracovanie genotypov z pohľadu dĺžky ich dormancie.

#### Materiál a metódy

V práci boli hodnotené tri genotypy jačmeňa jarného SK 5374, SK 5734, SK 5976 (novošlachtenia zaradené v odrodových

skúškach) a kontrolná odroda Nitran, ktoré pochádzali zo skúšobných staníc Sládkovičovo, Veľké Ripňany a Jakubovany. Fyziologické skúšky pre zachytenie priebehu a výstupu jačmeňov z dormancie boli realizované v termostate pri teplote 20 °C v intervaloch prvý, druhý, štvrtý, šiesty a dvadsiaty piaty týždeň po zbere.

Analýzovali sa:

- klíčivosť (STN 46 1011-13),
- energia klíčenia (STN 46 1011-14),
- rýchlosť klíčenia – RK (z údajov energie klíčenia):

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

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

- index klíčenia – IK (z údajov energie klíčenia), (Riis et al., 1991):

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

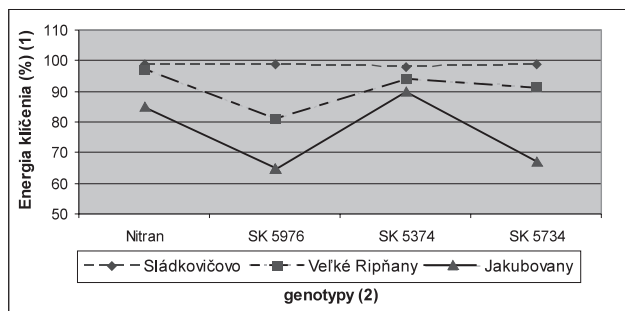
$n_{24}, n_{48}, n_{72}$  – počet vyklíčených obiliek po 24, 48 a 72 h

– IK (bezrozmerné číslo)

Výsledky stanovení boli vyhodnotené matematicko-štatistickou metódou s použitím programu SAS (Statistical Analysis System). Pri normálnom rozdelení súborov sa na porovnanie priemerov základného súboru použila viacfaktorová analýza rozptylu (ANOVA) a na testovanie štatistickej preukaznosti rozdielov: LSD, Scheffeho a Tukeyho test.

#### Výsledky a diskusia

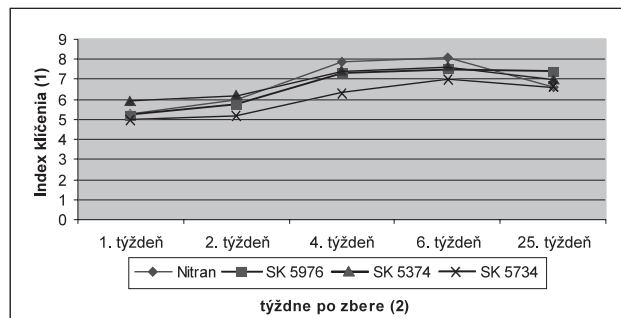
Z pohľadu lokality, vysokú klíčivosť ihneď po zbere preukázali genotypy zo stanice Sládkovičovo. Na stanici Jakubovany, ktorá leží v chladnejšej a na zrážky bohatšej výrobnnej oblasti, bola klíčivosť ihneď po zbere vysoká, ale od dvadsiateho piateho týždňa došlo k poklesu klíčivosti pri niektorých genotypoch (mik-



**Obrázok 1** Energia klíčenia prvý týždeň po zbere z pohľadu pestovateľských staníc

**Obrázok 1** Germination energy with regard to testing stations in the first week after harvest

(1) germination energy, (2) genotypes



**Obrázok 2** Index klíčenia z pohľadu genotypov pochádzajúcich zo stanice Jakubovany

**Obrázok 2** Germination index with regard to genotypes coming from the locality Jakubovany

(1) germination index, (2) weeks after harvest

robiálna kontaminácia). V porovnaní so stanicami Sládkovičovo a Veľké Ripňany sme podobný pokles klíčivosti nezaznamenali. Vplyv lokality na klíčivosť bol podľa analýzy rozptylu štatisticky vysoko preukazný (tabuľka 1, 2). Ukázalo sa, že na klíčivosť vplyva nielen pestovateľská lokalita ale aj poveternostné podmienky počas vegetácie i počas zberu jačmeňa. Z pohľadu genotypu si najvyššiu klíčivosť počas celej doby uskutočňovania analýz zachoval genotyp SK 5976 (99 %) a naopak najnižšiu klíčivosť preukázal genotyp SK 5374 (97 %). Vplyv genotypu na klíčivosť nebol štatisticky preukazný.

Pomocou energie klíčenia je možné zachytiť výrazné rozdiely medzi odrodami predovšetkým v prvých týždňoch po zbere uvádza Psota (1998). Z pohľadu lokality, prvý týždeň po zbere, bola energia klíčenia genotypov zo stanice Jakubovany (zemiakarská výrobná oblasť) výrazne najnižšia (dormantné zrná) (obr. 1). Naopak najvyššiu energiu klíčenia preukázali genotypy zo skúšobnej stanice Sládkovičovo (kukuričná výrobná oblasť) (obr. 1). Vplyv lokality na energiu klíčenia bol vysoko štatisticky preukazný (tabuľka 1, 3). Na energiu klíčenia mali

vplyv aj poveternostné podmienky. Podľa Carrecka a Christiana (1998), Kenta a Eversa (1994), Hodgessa a Farrela (2004), so stúpajúcou zrelosťou zrna, dormancia klesá, avšak nízke teploty dormanciu predlžujú Caddic, Shelton (1998). Vlhké počasie v dobe zberu môže vyvolať „sekundárnu dormanciu“ spôsobenú pravdepodobne silným nárastom populácie mikrobov na povrchu zrna (Kosař, 2000; Armitage, 2004). Aj keď existujú rozdiely medzi pestovateľskými stanicami zistili sme, že z pohľadu genotypu, prvý týždeň po zbere, mal najnižšiu energiu klíčenia (najhlbšiu dormanciu) genotyp SK 5976 (80 %) a najvyššiu energiu klíčenia (najnižšiu dormanciu) mala odroda Nitran (95 %). Vplyv genotypu na energiu klíčenia nebol štatisticky preukazný.

Rýchlosť klíčenia vyjadruje vitalitu obiliek i hĺbku pozberového dozrievania. Dobre zachytáva rozdiely medzi odrodami v deviatom až dvanástom týždni po zbere (Psota, 1998; Riis, Bang-Olsen, 1991). Genotypy zo staníc Sládkovičovo a Veľké Ripňany dosiahli najvyššiu rýchlosť klíčenia v štvrtom týždni po zbere (90 %). Genotypy zo stanice Jakubovany preukázali naj-

**Tabuľka 1** Analýza rozptylu fyziologických parametrov zrna jačmeňa z pohľadu lokality

Parametre (5)	Zdroj (6)	Stupne voľnosti (7)	Suma štvorcov (8)	Priemer štvorcov (9)	F hodnota (10)	Pr > F (11)
Energia klíčenia (1)	model	2	2 045,527778	1 022,763889	17,41	< ,0001
Index klíčenia (2)	model	2	6,63250000	3,31625000	3,91	0,0247
Rýchlosť klíčenia (3)	model	2	3 442,93750	1 721,46875	13,92	< ,0001
Klíčovosť (4)	model	2	41,0277778	20,5138889	13,44	< ,0001

**Table 1** Analysis of variance of the barley grain physiological parameters with regard to locality

(1) germination energy, (2) germination index, (3) germination speed, (4) germination capacity, (5) parameters, (6) source, (7) degrees of freedom, (8) sum of squares, (10) F value, (11) significance level

**Tabuľka 2** Štatistické testovanie preukaznosti rozdielov klíčivosti z pohľadu lokality

Hladina preukaznosti 0,05 vyjadrená *** (1)			
Porovnanie lokalít (2)	LSD test (3)	Tukeyho test (4)	Scheffeho test (5)
1-3	1,2917***	1,2917***	1,2917***
1-2	1,7917***	1,7917***	1,7917***
3-1	-1,2917***	-1,2917***	-1,2917***
3-2	0,5000	0,5000	0,5000
2-1	-1,7917***	-1,7917***	-1,7917***
2-3	-0,5000	-0,5000	-0,5000

1 – Sládkovičovo, 2 – Veľké Ripňany, 3 – Jakubovany

**Table 2** Statistical testing of difference signification of germination capacity with regard to locality

(1) significance level at the 0.05, (2) localities comparison, (3) LSD test, (4) Tukey test, (5) Scheffe test

**Tabulka 3** Štatistické testovanie preukaznosti rozdielov energie klíčenia z pohľadu lokality

Hladina preukaznosti 0,05 vyjadrená *** (1)			
Porovnanie lokalít (2)	LSD test (3)	Tukeyho test (4)	Scheffeho test (5)
1-2	2,583	2,583	2,583
1-3	12,375***	12,375***	12,375***
2-1	-2,583	-2,583	-2,583
2-3	9,792***	9,792***	9,792***
3-1	-12,375***	-12,375***	-12,375***
3-2	-9,792***	-9,792***	-9,792***

1 – Sládkovičovo, 2 – Velké Ripňany, 3 – Jakobovany

**Table 3** Statistical testing of difference signification of germination energy with regard to locality  
(1) significance level at the 0.05, (2) localities comparison, (3) LSD test, (4) Tukey test, (5) Scheffe test**Tabulka 4** Štatistické testovanie preukaznosti rozdielov rýchlosti klíčenia z pohľadu lokality

Hladina preukaznosti 0,05 vyjadrená *** (1)			
Porovnanie lokalít (2)	LSD test (3)	Tukeyho test (4)	Scheffeho test (5)
1-2	8,313***	8,313***	8,313***
1-3	16,938***	16,938***	16,938***
2-1	-8,313***	-8,313***	-8,313***
2-3	8,625***	8,625***	8,625***
3-1	-16,938***	-16,938***	-16,938***
3-2	-8,625***	-8,625***	-8,625***

1 – Sládkovičovo, 2 – Velké Ripňany, 3 – Jakobovany

**Table 4** Statistical testing of difference signification of germination speed with regard to locality  
(1) significance level at the 0.05, (2) localities comparison, (3) LSD test, (4) Tukey test, (5) Scheffe test**Tabulka 5** Štatistické testovanie preukaznosti rozdielov indexu klíčenia z pohľadu lokality

Hladina preukaznosti 0,05 vyjadrená *** (1)			
Porovnanie lokalít (2)	LSD test (3)	Tukeyho test (4)	Scheffeho test (5)
1-2	0,6375***	0,6375***	0,6375***
1-3	0,6500***	0,6500***	0,6500***
2-1	-0,6375***	-0,6375***	-0,6375***
2-3	0,0125	0,0125	0,0125
3-1	-0,6500***	-0,6500***	-0,6500***
3-2	-0,0125	-0,0125	-0,0125

1 – Sládkovičovo, 2 – Velké Ripňany, 3 – Jakobovany

**Table 5** Statistical testing of difference signification of germination index with regard to locality  
(1) significance level at the 0.05, (2) localities comparison, (3) LSD test, (4) Tukey test, (5) Scheffe test

vyššiu rýchlosť klíčenia až v šiestom týždni po zbere (84 %). Zo štatistického vyhodnotenia vyplýva, že vplyv lokality (tabuľka 1, 4) na rýchlosť klíčenia bol štatisticky vysoko preukazný. Rýchlosť klíčenia bola ovplyvnená aj poveternostnými podmienkami. Z pohľadu genotypu, prvý týždeň po zbere, najvyššiu rýchlosť klíčenia (najnižšiu dormanciu) preukázala odroda Nitran a najnižšiu rýchlosť klíčenia (najhlbšiu dormanciu) preukázal genotyp SK 5976.

Index klíčenia je v podstate priemerná rýchlosť klíčenia obiliek v teste na kľúčivú energiu. Podľa indexu klíčenia sa dajú určiť hĺbka dormancie a odrodové rozdiely. Z pohľadu lokality, genotypy zo stanice Jakobovany preukázali najvyšší index klíčenia až v šiestom týždni po zbere v porovnaní so stanicami Sládkovičovo a Velké Ripňany, kde genotypy dosiahli najvyšší index klíčenia už v štvrtom týždni po zbere (obrázok 2). Zo štatistického vyhodnotenia vyplýva, že vplyv lokality na index klíčenia (tabuľka 1, 5) bol štatisticky vysoko preukazný.

V rámci všetkých troch stanovišť z pohľadu genotypov, prvý týždeň po zbere, najvyšší index klíčenia (najnižšiu dormanciu) preukázala odroda Nitran (5,9) a genotyp SK 5374 (5,9). Najnižší index klíčenia (najhlbšiu dormanciu) dosiahol genotyp SK 5734 (5,0). Vo všetkých troch sledovaných staniaciach sa najrýchlejšie zvýšila hodnota indexu klíčenia, t. j. vystupoval z dormancie už v druhom týždni po zbere genotyp SK 5374 a naopak najpomalšie genotyp SK 5734. Najvyššiu vitalitu (podľa indexu klíčenia), vykazovali genotypy zo staníc Sládkovičovo a Velké Ripňany a to už v štvrtom týždni po zbere, podľa nasledovného poradia: SK 5976, SK 5374, Nitran a SK 5734. Na stanici Jakobovany najvyššiu vitalitu dosiahli genotypy až v šiestom týždni po zbere a to v poradí: Nitran, SK 5374, SK 5976 a SK 5734. Na základe indexu klíčenia sme zoradili genotypy podľa ich vitality nasledovne: SK 5976 (najvitálnejšia), SK 5374, Nitran, SK 5734 (najmenej vitálna).

### Záver

Prvú fázu (1. až 3. týždeň po zbere) výstupu jačmeňov z dormancie sme dobre zachytili pomocou energie klíčenia, strednú fázu (4. až 9. týždeň po zbere) a aj doznievanie dormancie sme zachytili pomocou indexu a rýchlosti klíčenia. Na základe výsledkov môžeme konštatovať, že pre sladovnícke účely je vhodné spracovať najprv jačmene pochádzajúce z teplejších výrobných oblastí, z lokalít Sládkovičovo a Veľké Ripňany a potom spracovať jačmene z chladnejších oblastí, z lokality Jakubovany. Ak by sladovnícka kampaň trvala celý jeden rok skúmané genotypy by sme mohli podľa priebehu a dĺžky ich dormancie rozdeliť do určitých sladovníckych kategórií. Do prvej kategórie by spadali genotypy živšie a to s krátkou dobou dormancie (štyri týždne). Sem by sme zaradili odrodu Nitran, ktorá by bola vhodná na spracovanie už v štvrtom týždni po zbere. Do druhej kategórie by sme zaradili genotypy so strednou dĺžkou dormancie (štyri až šesť týždňov). Sem by sme zaradili genotypy SK 5374, SK 5976 a SK 5734, vhodné na spracovanie v šiestom týždni po zbere.

### Súhrn

V práci bol podrobne skúmaný priebeh dormancie troch genotypov jačmeňa jarného sladovníckeho SK 5 374, SK 5 734, SK 5 976 a kontrolnej odrody Nitran v priebehu niekoľkých týždňov po zbere s cieľom napomôcť predikcii optimálnej zrelosti jačmeňa sladovníckeho na sladovnícke účely a prispieť tak k zvýšeniu kvality vyrábaného sladu. Z výsledkov vyplynulo, že pre posúdenie výstupu jačmeňov z dormancie sú najvhodnejšími fyziologickými parametrami energia klíčenia, index klíčenia a rýchlosť klíčenia. Ukázalo sa, že ako prvá ukončila dormanciu v štvrtom týždni po zbere odroda Nitran následne v šiestom týždni ukončili dormanciu ostatné genotypy a to v poradí: SK 5976, SK 5374 a SK 5734. Dormancia jačmeňov bola ovplyvnená klimatickými podmienkami počas vegetácie a počas zberu jačmeňa ako aj pestovateľskou lokalitou. Pri jačmeňoch zo stanice Jakubovany, ktorá je umiestnená v chladnejšej oblasti v porovnaní so Sládkovičovom a Veľkými Ripňanmi bol priebeh dormancie odlišný, prevládala hlbšia dormancia.

**Kľúčové slová:** jačmeň jarný sladovnícky, dormancia, parametre klíčivosti, pestovateľská lokalita

### Literatúra

ARMITAGE, D. M. – BAXTER, E. D. – KNIGHT, J. – WILKIN, D. R. – WOODS, J. L. 2004. Malting barley: Europe. In: *Crop Post-Harvest Science and Technology*, no. 2, 2004, p. 117–127.

CADDIC, L. P. – SHELTON, S. P. 1998. Effect of cooling on the recovery from dormancy in Australian malting barley. In: *Australian post-harvest technical conference*, 1998, Canberra.

CARRECK, N. L. – CHRISTIAN, D. G. 1998. A study of grain dormancy and viability in spring barley. In: *Journal of Cereal Science*, vol. 7, 1998, p. 123–127.

COCHRANE, M. P. 1993. Effects of temperature during grain development on the germinability of barley grains. In: *Aspects of applied Biology*, vol. 36, 1993, p. 103–113.

FRANČÁKOVÁ, H. 2003. Pozberové dozrievanie a dormancia zrn jačmeňa. In: *Jačmeň – biológia, pestovanie, využívanie*. Nitra: Agrogenofond, 2003, s. 151–152. ISBN 80-69068-2-8.

HODGES, R. – FARREL, G. 2004. Malting barley: Europe. In: *Crop Post-Harvest*, no. 2, 2004, p. 117.

HOLMBERG, J. E. – HAMALAINEN, J. J. – REINIKAINEN, P. – OLKKU, J. 2002. A model for predicting the effects of steeping program on the germination of barley with different water sensitivities. In: *Journal Inst. Brewing*, vol. 108, 2002, no. 4, p. 416–423.

KENT, N. L. – EVERS, A. D. 1994. *Kent's Technology of Cereals*, 4<sup>th</sup>, Elsevier Science Ltd., 1994, 334 p. ISBN 0 08 040833 8.

KOSAŘ, K. et al. 2000. *Techologie výroby sladu a piva*. Praha: VÚPS, 2000, 398 s. ISBN 80-902658-6-3.

LI, C. D. – TARR, A. – LANCE, R. C. M. – HARASYMOV, S. – UHLMANN, J. – WESTCOT, S. – YOUNG, K. J. 2003. A major QTL controlling seed dormancy and pre-harvest sprouting/grain alpha-amylase in two-rowed barley. In: *Australian Journal of agricultural research* vol. 54, 2003, no. 11–12, p. 1303–1313 <http://wos4.isiknowledge.com/CIW.cgi/>

PROKEŠ, J. 2003. Dormance ječmene v letech 2001 a 2002. In: *Kvasný průmysl*, 2003, roč. 49, č. 10, s. 293.

PRADA, D. – ULLRICH, S. E. – MOLINA-CANO, J. L. – CISTUÉ, L. – CLANCY, J. A. – ROMAGOSA, I. 2004. Genetic control of dormancy in Triumph/Morex cross in barley. In: *Theoretical and applied genetic*, vol. 109, 2004, no. 1, p. 62–70. <http://wos4.isiknowledge.com/CIW.cgi>

PSOTA, V. 1998. *Dormance odrůd sladovníckého ječmene: výzkumná správa*. Brno: ÚKZÚZ, 1998, 23 s.

RISS, P. – BANG-OLSEN, K. 1991. Germination profile – A new term in malting barley analysis. In: *Proceedings of the 23<sup>rd</sup> European Brewery Convention*, Lisabon, 1991, p. 100–108.

SAUER, D. B. 1992. *Storage of grains and their products*, AACC, Inc., USA, 4th, 615 p. ISBN 0 913250 74 0

STN 46 1011-13. 2005. Stanovenie klíčivosti sladovníckeho jačmeňa.

STN 46 1011-14. 2005. Stanovenie energie klíčenia a citlivosti na vodu sladovníckeho jačmeňa.

SYCHRA, L. – MAREČEK, J. 2000. Dlouhodobé skladování sladovníckeho ječmene a jeho vliv na kvalitu sladu a zrna jačmene. In: *II. Mezinárodní vědecká konference mladých*. Nitra: SPU, 2000, s. 284–287.

WOONTON, B. – SHERKAT, F. – MAHARJAN, P. 2005. The influence of barley storage on respiration and glucose-6-phosphate dehydrogenase during malting. In: *Journal of the Institute of Brewing*, vol. 111, 2005, no. 4, p. 388–395.

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Helena Frančáková, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FBP, KSSRP, Trieda Andreja Hlinku 2, tel.: 037/641 43 11, e-mail: [helena.francakova@uniag.sk](mailto:helena.francakova@uniag.sk)