

WPŁYW TEMPERATURY NA KIEŁKOWANIE W OKRESIE SPOCZYNKU ZIARNIAKÓW PSZENICY OZIMEJ

Andrzej Binek

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

Wstęp

W hodowli roślin zbożowych spoczynek ziarniaków jest ważną cechą związaną z przedźniwnym porastaniem. Jest definiowany jako niezdolność żywotnych nasion do kiełkowania w sprzyjających do tego warunkach środowiska. Poziom spoczynku jest wynikiem wpływu środowiska w okresie dojrzewania, zbioru i przechowywania oraz kompleksu czynników genetycznych współdziałających ze środowiskiem.

Na kiełkowania ziarniaków w okresie spoczynku duży wpływ ma temperatura. Ocena kiełkowania pszenicy zgodnie z polską normą [PN-R-65950] przeprowadzana jest w 20°C. Wyniki licznych prac wskazują, że dla kiełkowania i wzrostu pszenicy najkorzystniejsza jest temperatura 25°C [IBRAHIM i in. 1992; KAMAHA, MAGUIRE 1992; SASTRY, HEMLATA 2000]. W okresie spoczynku ziarniaków optymalna temperatura jest znacznie niższa i wraz z jej wzrostem od 10° do 20–25°C obserwuje się obniżenie kiełkowania nasion wielu gatunków [STRAND 1980; CORBINEAU i in. 2000; RODRIGUEZ i in. 2001].

Celem podjętych badań było określenie zróżnicowania odmian pszenicy ozimej pod względem reakcji na warunki termiczne kiełkowania w okresie spoczynku ziarniaków.

Materiał i metodyka

W latach 1999–2001 badano spoczynek ziarniaków 25 odmian pszenicy ozimej. Materiał do badań wysiano w Stacji Doświadczalnej Prusy k/Krakowa na poletkach o powierzchni 1,5 m². W fazie pełnej dojrzałości zebrano kłosa, omlócono na młocarni do pojedynków i doczyszczono. Ocenę gotowości ziarniaków do kiełkowania w zróżnicowanych warunkach termicznych 15° i 25°C, przeprowadzono w dwóch terminach po 10 i 30 dniach od zbioru. Do czasu oceny kiełkowania próby przechowywano w warunkach laboratoryjnych w temperaturze 20–23°C. W każdym terminie w szalkach Petriego oceniano kiełkowanie 50 ziarniaków w 4 powtórzeniach, zgodnie w metodyką badania nasion określoną w PN-R-65950. W okresie 10 dni kiełkowania usuwano z podłoża normalnie kiełkujące ziarniaki. Na podstawie wartości zdolności kiełkowania (Zk) określono indeks spoczynku (IS) ziarniaków [GATE 1995 cyt. RODRIGUEZ i in. 2001] wyrażony w procentach:

$$IS = \frac{Zk(15^{\circ}C) - Zk(25^{\circ}C)}{Zk(15^{\circ}C)} \cdot 100 \quad (1)$$

W porównaniu do propozycji GATE [1995] dolny zakres temperatury podwyższono do 15°C. Ze względu na kilka wartości ujemnych, uzyskanych w przypadku wyższych wyników zdolności kiełkowania w 25°C aniżeli w 15°C, do analizy statystycznej powiększono wszystkie wartości o maksymalną wartość ujemną. Do dwuczynnikowej analizy wariancji transformowano wartości procentowe na wartości kątowe wg Blissa. Grupy jednorodnie wyróżniono na podstawie wielokrotnego testu t-Duncana. Komponenty wariancji oszacowano wg modelu stałego i określono ich procentowy udział w ogólnej zmienności badanych wskaźników. Podobieństwa odmian pod względem średniego czasu kiełkowania wg PIEPERA [1952] analizowano metodą skupień, w której przy pomocy odległości euklidesowych wyznaczono średnie połączenia pomiędzy obiektami należącymi do różnych skupień.

Omówienie i dyskusja wyników

Spoczynek ziarniaków nie ujawnia się przy kiełkowaniu ziarniaków w niskiej temperaturze (10–15°C), lecz zwiększa się wraz z jej wzrostem. Potwierdzają to średnie wartości zdolności kiełkowania dla temperatury 15° i 25°C. Wynosiły one odpowiednio 94,6 i 66,8% po 10 dniach oraz 97,6 i 89,5% po 30 dniach od zbioru. Na podstawie komponentów wariancyjnych stwierdzono, że zastosowanym zakresem temperatury przypisać można 50% ogólnej zmienności zdolności kiełkowania w I terminie, oraz 18% zmienności w wyniku częściowego ustąpienia spoczynku ziarniaków w II terminie oceny.

Reakcję odmian na termiczne warunki kiełkowania określono na podstawie indeksu spoczynku [GATE 1995]. Jeżeli spoczynek jest silniej zaznaczony przy 25°C, aniżeli przy 15°C, to indeks uzyskuje wartości dodatnie wyrażone w procentach w stosunku do wyników dla 15°C. Średnie wartości indeksu spoczynku dla 3-letniego zestawienia 1999–2001 zestawiono w tabeli 1. Uzyskane wyniki potwierdzają zróżnicowaną reakcję odmian pszenicy ozimej na termiczne warunki kiełkowania ziarniaków w okresie spoczynku [CORBINEAU i in. 2000]. W I terminie stwierdzono większe zróżnicowanie odmian, wyrażające się większą liczbą grup jednorodnych wg wielokrotnego testu Duncana w porównaniu do II terminu oceny. Różny skład odmianowy grup jednorodnych w obu terminach wskazuje na istotne współdziałanie odmian z terminami oceny. Poziom spoczynku ziarniaków podlegał dużej sezonowej zmienności, jest on funkcją terminu oceny i temperatury. Wysokie wartości indeksu spoczynku potwierdziła także większa liczebność istotnych różnic pomiędzy wynikami zdolności kiełkowania uzyskanymi w temperaturze 15° i 25°C. W II terminie w porównaniu do I terminu oceny obserwowano od 2,3 do 8 razy mniej odmian istotnie reagujących na warunki termiczne w trakcie oceny kiełkowania (tab. 1). Podobnie jak we wcześniejszych badaniach [BINEK, MOŚ 1984] obserwowano duże odmianowe różnice w tempie zanikania spoczynku. Głęboki i długi spoczynek stwierdzono u odmian: 'Emika', 'Panda', 'Izolda', 'Elena', 'Mikon' oraz 'Almari'. Głęboki, lecz krótki spoczynek ziarniaków wykazała 'Zorza', natomiast średnio głęboki i długi spoczynek obserwowano u odmian 'Jawa' i 'Kobra'. Niektóre z wymienionych odmian zaliczono także do odpornych na porastanie w kłosie [GUT i in. 1997]. Największą gotowość do kiełkowania bezpośrednio po zbiorze i brak reakcji na zróżnicowanie temperatury wykazała

odmiana 'Wanda' oraz biało-ziarnista 'Alba'. Dobór odpowiedniej temperatury do oceny spoczynku ziarniaków, pozwolił na duże zróżnicowanie indeksu spoczynku badanych odmian. Uzyskane wyniki potwierdzają sugestie STRAND'A [1980] wskazujące na możliwość wykorzystania tego wskaźnika w selekcji genotypów o zwiększonej odporności na porastanie.

Tabela 1; Table 1

Indeks spoczynku ziarniaków oraz istotność zróżnicowania zdolności kielkowania dla dwóch testowanych temperatur po 10 i 30 dniach od zbioru pszenicy ozimej w latach 1999–2001

Index of grain dormancy and significance of differences between germination ability at two tested temperatures 10 and 30 days after winter wheat harvest in 1999–2001

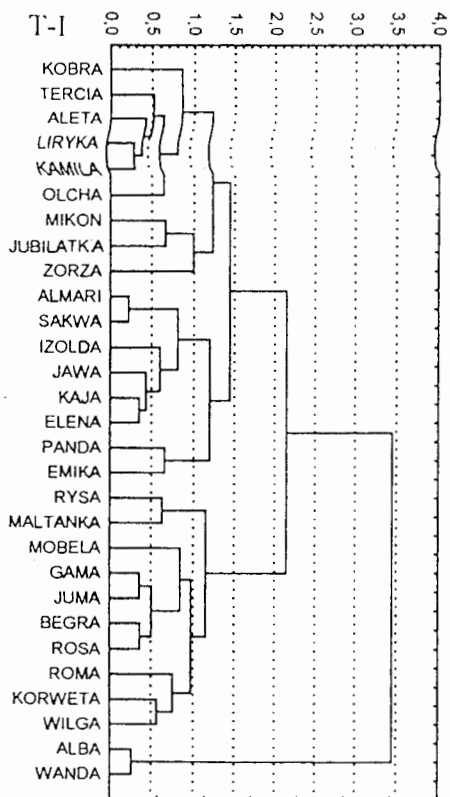
Odmiana Cultivar	Średni indeks spoczynku Mean dormancy index		Zdolność kielkowania Germination ability						Różnice istotn. Signif. differences
	po 10 dniach after 10 days	po 30 dniach after 30 days	1999		2000		2001		
			10	30	10	30	10	30	
Emika	67,2 a #	40,1 ab	**	**	**	*	**	**	6
Panda	67,1 a	41,5 a	**	**	**	r.n.	**	**	5
Izolda	64,0 abc	23,8 abcd	**	*	**	r.n.	**	r.n.	4
Elena	53,2 abcd	36,8 ab	**	**	**	*	**	**	6
Zorza	50,7 abcde	1,5 fg	**	r.n.	**	r.n.	**	r.n.	3
Mikon	49,3 abcde	24,5 abcd	**	**	**	**	**	r.n.	5
Almari	44,4 abcdef	21,3 bcde	**	**	**	r.n.	**	r.n.	4
Kaja	41,4 bcdefg	7,5 defg	**	r.n.	**	r.n.	**	r.n.	3
Sakwa	38,4 cdefgh	7,2 cdefg	**	*	**	r.n.	**	r.n.	4
Jawa	36,4 cdefghi	25,7 abc	**	**	**	r.n.	**	**	6
Tercia	34,3 defghij	16,9 cdefg	**	*	**	r.n.	*	r.n.	4
Jubilatka	29,1 defghijk	1,3 fg	*	r.n.	**	r.n.	**	r.n.	3
Kobra	28,3 defghijk	25,8 abc	**	**	r.n.	r.n.	*	**	4
Liryka	26,3 efg hijk	11,7 cdefg	**	r.n.	**	r.n.	r.n.	r.n.	2
Aleta	26,0 efg hijk	19,0 cdef	**	**	r.n.	r.n.	**	*	4
Korweta	24,9 efg hijk	0,9 fg	*	r.n.	**	r.n.	r.n.	r.n.	2
Kamila	20,2 fghijk	5,3 efg	**	r.n.	**	r.n.	r.n.	r.n.	2
Maltanka	19,7 fghijk	2,2 fg	**	r.n.	**	r.n.	r.n.	r.n.	2
Begra	16,5 ghijk	-0,2 g	**	r.n.	**	r.n.	r.n.	r.n.	2
Juma	14,0 hijk	-0,9 g	**	r.n.	**	r.n.	r.n.	r.n.	2
Mobela	12,7 hijk	-1,0 g	r.n.	r.n.	**	r.n.	r.n.	r.n.	1
Rysa	10,7 ijk	7,0 defg	*	ne	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	1
Roma	10,1 ijk	-0,4 g	*	r.n.	**	r.n.	r.n.	r.n.	2
Wilga	8,9 jk	-0,7 g	**	r.n.	**	r.n.	r.n.	r.n.	2
Alba	2,9 k	2,7 fg	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0
Wanda	2,4 k	-0,6 g	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0
	29,5	11,5	25	11	24	3	16	6	x
Średnia zdolność kielkowania Mean germination ability	15°C	25°C	96,8	96,5	96,0	98,8	86,1	93,1	x
			84,6	94,3	55,6	78,7	67,8	88,3	x
Średni czas kielkowania Mean germination time	15°C	25°C	6,0	4,7	5,1	4,8	6,5	6,2	x
			5,7	4,0	6,3	5,3	5,1	3,8	x

*, ** – istotne odpowiednio przy $p < 0,05$ i $p < 0,01$; significant at $p < 0,05$ and $p < 0,01$ respectively

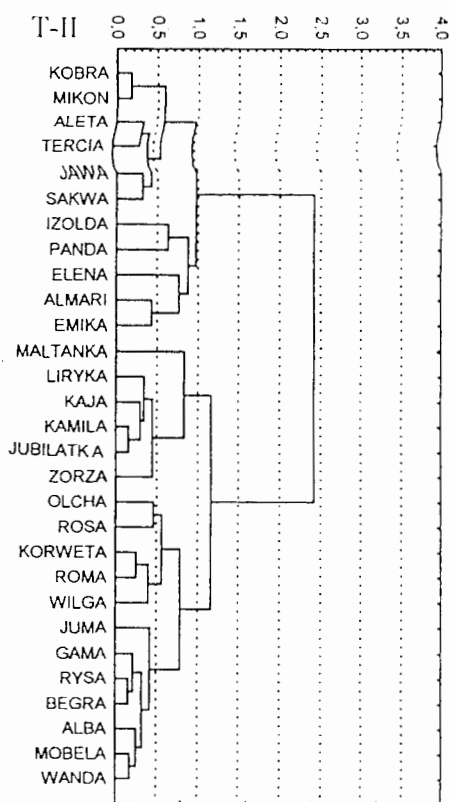
– wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p < 0,05$; values in columns followed by the same letter are not significantly different at $p < 0,05$

r.n. – różnica nieistotna; not significant

Odległości euklidesowe; Eukclidean distances



Odległości euklidesowe; Eukclidean distances



Rys. 1. Dendrogram średnich odległości euklidesowych dla grup odmian o podobnym średnim czasie kiełkowania ziarniaków po 10 (T-I) i 30 (T-II) dniach od zbioru pszenicy ozimej

Fig. 1. Dendrograms of mean Euclidean distances for cultivar groups with similar mean germination times 10 (T-I) and 30 (T-II) days after winter wheat harvest

Zróżnicowany zakres stałej temperatury w okresie spoczynku ziarniaków wpłynął także na szybkość ich kiełkowania. Średni czas kiełkowania jednego ziarniaka w temperaturze 15° i 25°C wynosił odpowiednio 5,7 i 6,4 dnia w I terminie oraz 5,2 i 4,4 w II terminie oceny. Po zbiorze ziarniaki kiełkowały w wyższej temperaturze wolniej w porównaniu do 15°C, natomiast po ustąpieniu spoczynku ich szybkość kiełkowania była większa w 25°C (tab. 1).

Do oceny podobieństwa odmian pod względem tej cechy zastosowano metodę skupień. Dendrogram przedstawia hierarchiczny układ połączeń grup jednorodnych pod względem średniego czasu kiełkowania jednego ziarniaka (rys. 1). Po zbiorze w I terminie oceny, największe odległości euklidesowe wystąpiły pomiędzy pierwszą podgrupą 6 odmian: 'Kobra', 'Tercia', 'Aleta', 'Liryka' i 'Kamila', (średni czas kiełkowania 5,7–6,2 dnia) a odmianami 'Wanda' i 'Alba' (średni czas kiełkowania 4,0–4,1 dnia). W II terminie wyróżnić można dwie duże grupy jednorodnej, z których pierwsza składa się z 2 podgrup, a druga z 3 podgrup. Odmiany pierwszej podgrupy ('Kobra' – 'Sakwa', średni czas kiełkowa-

nia 4,6–4,8 dnia) i ostatniej podgrupy ('Juma' – 'Wanda', średni czas kiełkowania 3,1–3,4 dnia) wykazały największe zróżnicowanie szybkości kiełkowania ziarniaków.

Wnioski

1. Badane odmiany pszenicy ozimej różniły się istotnie pod względem spoczynku ziarniaków określonego na podstawie zróżnicowania wyników zdolności kiełkowania w 15° i 25°C.
2. W miarę ustępowania spoczynku zanikała reakcja na termiczne warunki kiełkowania. W okresie 3-lecia, po 30 dniach od zbioru obserwowano od 2,3 do 8 razy mniej odmian istotnie reagujących na warunki termiczne w trakcie oceny kiełkowania, w porównaniu do wyników po 10 dniach od zbioru.
3. Do odmian o głębokim spoczynku ziarniaków silnie reagujących na warunki termiczne kiełkowania zaliczono odmiany 'Emika', 'Panda', 'Izolda', 'Elena', 'Mikon' oraz 'Almari'. Pełną gotowość do kiełkowania ziarniaków po zbiorze stwierdzono u odmian 'Alba' i 'Wanda'.
4. Stwierdzono zróżnicowanie szybkości kiełkowania odmian pszenicy ozimej w zależności od temperatury i spoczynku ziarniaków.

Literatura

- BINEK A., MOŚ M. 1984. *Die Sortenunterschiede und Variabilität der Keimruhe bei Winterweizen*. M-L-Univ. Halle-Wittenberg, Wissenschaftliche Beiträge. Band 2: 322–330.
- CORBINEAU F., BENAMAR A., COME D. 2000. *Changes in sensitivity to abscisic acid of the developing and maturing embryo of two cultivar with different sprouting susceptibility*. Israel J. of Pant Science 48(3): 189–197.
- GATE P. 1995. *Ecophysiology de la germination sur pied*. Perspect. Agric. 204: 22–29 (cyt. za Rodriguez i in. 2001).
- GUT M., STRUŚ M., MAZURKIEWICZ B. 1997. *Odporność na porastanie a cechy struktury plonu form pszenicy ozimej (Triticum aestivum L.) zgromadzonych w kolekcji roboczej*. Biul. IHAR 204: 67–73.
- IBRAHIM A.E., TEKRONY D.M., EGLI D.B., VAN STANFORD D.A. 1992. *Water content and germination of immature wheat kernels*. Seed Sci. & Technol. 20: 39–46.
- KAMAHA C., MAGUIRE J.D. 1992. *Effect of temperature on germination of six winter wheat cultivars*. Seed Sci. & Technol. 20: 181–185.
- MACCHIA M., BEVENUTI A., BALARDI M. 1986. *Temperature requirements of Italian Triticum durum cultivars in the germination stage*. Seed Sci. & Technol. 14: 41–48.
- PIEPER H. 1952. *Das Saatgut*. Parey Verlag, Berlin.
- PN-R-65950. 1994. *Materiał siewny. Metody badania nasion*. PKN.

- RODRIGUEZ M.V., MARGINEDA M., GONZALESZ-MARTIN J.F., INSAUSTI P., BENECH-ARNOLD R.L. 2001. *Predicting preharvest sprouting susceptibility in barley: A model based on temperature during grain filling*. *Agron. J.* 93: 1071–1079.
- SASTRY E.Y.D., HEMLATA S. 2000. *Effect of temperature and salinity on the germination and seedling growth in wheat (Triticum aestivum)*. *Indian J. of Agric. Sci.* 70(2): 117–118.
- STRAND E. 1980. *A seed dormancy index for selection of cultivars of cereals resistant to preharvest sprouting*. *Cereal Res. Comm.* 8: 219–223.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, odmiany, indeks spoczynku, kiełkowanie

Streszczenie

W latach 1999–2001 badano reakcję 25 odmian pszenicy ozimej na termiczne warunki kiełkowania w okresie spoczynku ziarniaków. Ocenę kiełkowania przeprowadzono w temperaturze 15° i 25°C po 10 i 30 dniach od zbioru ziarniaków. Średnie wartości zdolności kiełkowania w niższej i wyższej temperaturze wynosiły 95 i 67% oraz 98 i 89% odpowiednio w I i II terminie oceny. Reakcję odmian na zróżnicowane warunki termiczne określono na podstawie indeksu spoczynku wg GATE. Wysokie wartości indeksu wskazujące na głęboki i długi spoczynek ziarniaków stwierdzono u odmian 'Emika', 'Panda', 'Izolda', 'Elena', 'Mikon' oraz 'Almari'. Pełą gotowość do kiełkowania i brak reakcji na zróżnicowanie temperatury wykazały odmiany 'Alba' i 'Wanda'. Zróżnicowanie odmian pod względem szybkości kiełkowania oceniono na podstawie analizy skupień. Mała stosunkowo szybkość kiełkowania ziarniaków w 25°C w I terminie oceny zwiększała się w miarę ustępowania spoczynku ziarniaków.

EFFECT OF TEMPERATURE ON GERMINATION OF DORMANT WINTER WHEAT GRAINS

Andrzej Binek

Department of Plant Breeding and Seed Science,
Agricultural University, Kraków

Key words: winter wheat, cultivars, dormancy index, germinability

Summary

In 1999–2001, the reaction of 25 winter wheat cultivars to germination temperature of dormant grains was studied. Germination tests were conducted at 15°C and 25°C 10 and 30 days after harvest. Mean germination ability values at lower and higher temperature were 95 and 67% in the I term and 98 and 89% in the II term, respectively. Greatest differences between the cultivars were found at 25°C. Reaction of cultivars to germination temperatures was determined on the basis of sprouting index according to GATE. High index values expressed strong and long grain dormancy of the 'Emika', 'Panda', 'Izolda', 'Elena', 'Mikon'

and 'Almari' cultivars. 'Alba' and 'Wanda' cvs showed full germination ability after harvest and no response to germination temperature. The diversification of cultivars as to germination rate was analyzed by cluster analysis. Relatively low germination rate of grains at 25°C in the I evaluation term increased when the dormancy decreasing.

Prof. dr hab. Andrzej **Binek**
Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Akademia Rolnicza im. Hugona Kołłątaja
ul. Łobzowska 24
31-140 KRAKÓW