

MARIA MOŚ**TOMASZ WÓJTOWICZ**Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Akademia Rolnicza w Krakowie

Wpływ temperatury na kiełkowanie wybranych odmian pszenżyta jarego

The effect of temperature on germinability of some cultivars of spring triticale seeds

W latach 2000–2001 podjęto próbę uchwycenia spoczynku ziarniaków 5 odmian pszenżyta jarego. W tym celu podczas oceny kiełkowania zastosowano temperatury 10, 15, 20, 25°C oraz wysiew w dwu terminach w 4 i 14 dniu od zbioru. Najwyższy wpływ temperatur stwierdzono oceniając średni czas kiełkowania (wg Piepera), którego wartości uległy skróceniu ze wzrostem temperatury z 10 do 25°C. W tych samych warunkach obserwowano spadek zdolności kiełkowania w I terminie oceny. Ocena wykonana w późniejszym terminie wykazała istotny wpływ warunków pogodowych na głębokość spoczynku ziarniaków. Najgłębszym spoczynkiem charakteryzowały się odmiany Kargo i Migo, płytki spoczynek wystąpił u odmian Gabo i Wanad. Obliczony indeks spoczynkowy przyjmował bardzo niskie wartości od 0,06 do 0,15 i wskazuje na małą przydatność w ocenie ziarniaków pszenżyta, które charakteryzuje się płytkim spoczynkiem.

Słowa kluczowe: indeks spoczynku, pszenżyto jare, szybkość kiełkowania, zdolność kiełkowania.

In the years 2000–2001 an attempt to determine the dormancy of seeds of five triticale cultivars was made. For that purpose germination was evaluated at 10, 15, 20 and 25°C, and seeds were sown at two dates, 4 and 14 days after harvest. The greatest effect of temperature was found when average germination time was determined (using Pieper's method), the values of which decreased with an increase in temperature from 10 to 25°C. Under the same conditions a decrease in germination capacity at the first evaluation date was observed. When evaluation was done at a later date, a significant effect of weather conditions on the level of seed dormancy was found. Two cultivars, Kargo and Migo, were characterized by the highest level of dormancy, while cultivars Gabo and Wanad showed a low level of dormancy. The values of the estimated dormancy index were very low — from 0.06 to 0.15, which indicates its poor usability for the evaluation of triticale seeds, considering the fact that triticale is characterized by a low dormancy level.

Key words: dormancy index, germination ability, rate of germination, spring triticale

WSTĘP

Pszenżyto charakteryzuje się płytkim spoczynkiem (Moś, 1994), a nawet jego brakiem (Hill, 1980), który sprzyja porastaniu. Głębokość spoczynku zależy od genotypu, jednak

znaczny modyfikujący wpływ na jego kształtowanie mają warunki pogodowe występujące podczas dojrzwienia i zbioru (Buraas, Skinnes, 1985; Karvonen i in., 1991; Fenner, 1991; Moś, 1994; Rodriguez i in., 2001). O szybkości ustępowania spoczynku mogą decydować warunki jego oceny, w których istotny wpływ przypisuje się temperaturze. Podczas oceny zdolności kiełkowania w niskich temperaturach (10°C) spoczynek u zbóż nie jest obserwowany, ale wzrasta ze wzrostem temperatury (Black i in., 1987; Binek, 2000; Rodriguez i in., 2001).

Badania miały na celu określenie wpływu zróżnicowanej temperatury na kiełkowanie ziarniaków pszenżyta jarego. Jednocześnie podjęto próbę uchwycenie spoczynku badanych odmian.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono dla odmian pszenżyta jarego: Gabo, Kargo, Mieszko, Migo, Wanad w latach 2001, 2002. W fazie pełnej dojrzałości zebrano kłosa z doświadczenia polowego prowadzonego w SD Prusy, bezpośrednio po zbiorze omłócono na młocarni do pojedynków i doczyszczono. Ocenę kiełkowania przeprowadzono w dwóch terminach wysiewając ziarniaki po 4 i 14 dniach od zbioru. Kiełkowanie przeprowadzono w 4 zróżnicowanych temperaturach: 10, 15, 20 i 25°C. W obydwu terminach dla każdej temperatury i odmiany wysiano po 50 ziarniaków w szalkach Petriego w 4 powtórzeniach. Codziennie przez okres 8 dni liczono i usuwano z podłoża ziarniaki, które wykształciły korzonki o długości 5 mm. Na tej podstawie obliczono średni czas kiełkowania (współczynnik Piepera), szybkość kiełkowania (współczynnik Maguire'a), zdolność kiełkowania (ZK) oraz indeks spoczynku (IS) (Gate, 1995 cyt. Rodriguez, 2001):

$$IS = (ZK \text{ w temp. } 10^{\circ}C - ZK \text{ w temp. } 25^{\circ}C) / ZK \text{ w temp. } 10^{\circ}C$$

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Procentowe wartości zdolności kiełkowania przekształcono na wartości Blissa, wartości indeksu spoczynkowego powiększono o wartość „1”, pozostałe wskaźniki analizowano bez transformacji. Dla wyodrębnionych źródeł zmienności oszacowano komponenty wariancji według modelu mieszanego, w którym temperatury i odmiany przyjęto jako czynniki stałe, a lata stanowiły czynnik losowy. Na podstawie analizy pojedynczych czynników oceniono istotność zróżnicowania zdolności kiełkowania i szybkości kiełkowania (współczynnik Maguire'a) odmian w zróżnicowanych temperaturach oceny.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ zastosowanych temperatur do oceny spoczynku ziarniaków. Na podstawie oszacowanych komponentów wariancji najwyższy wpływ temperatur stwierdzono podczas oceny średniego czasu kiełkowania obliczonej na podstawie współczynnika Piepera (tab. 1). Wartości komponentów wariancji wynosiły podczas oceny po 4 (TI) i 14 (TII) dniach od zbioru odpowiednio 94,7 i 73,8% ogólnej zmienności. Wpływ temperatury na średni czas kiełkowania przedstawiono na rysunku 1.

Tabela 1

Procentowe wartości komponentów wariancji oraz istotność zróżnicowania wyodrębnionych źródeł zmienności dla zdolności kielkowania i współczynników Piepera i Maguire'a
Percentage of variance components and significance of variability of the sources of variation for germinability and Pieper's and Maguire's coefficients

Źródła zmienności Sources of variation	Zdolność kielkowania Germinability	Współczynnik Piepera Pieper's coefficient	Współczynnik Maguire'a Maguire's coefficient
	termin oceny: — date of evaluation		
	4 dni po zbiorze — 4 days after harvest		
Lata — Years (A)	1,4 ni	3,1**	9,1**
Temperatura — Temperatures (B)	37,4**	94,7**	0,0**
Odmiany — Cultivars (C)	8,7**	0,6**	11,1**
Interakcja — Interaction:			
A × B	4,2*	0,1 ni	48,3**
A × C	15,7**	0,2 ni	5,3**
B × C	21,0**	0,0 ni	12,7**
A × B × C	0,0 ni	0,2 ni	7,5*
Błąd — Error	11,5	1,1	6,0
14 dni po zbiorze — 14 days after harvest			
Lata — Years(A)	50,9**	22,8**	32,3**
Temperatura — Temperatures (B)	0,1**	73,8**	37,5**
Odmiany — Cultivars (C)	0,0**	1,2 ni	0,0**
Interakcja — Interaction:			
A × B	12,2**	1,0**	17,7**
A × C	27,2**	0,1 ni	8,4**
B × C	0,0 ni	0,2*	0,3 ni
A × B × C	1,0 ni	0,2 ni	0,5 ni
Błąd — Error	8,5	0,6	3,3

* Istotne przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0,05$

** Istotne przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0,01$

ni — Różnica nieistotna; Not significant

Tabela 2

Istotność zróżnicowania współczynnika Maguire'a oraz zdolności kielkowania odmian pszenżyta jarego w zróżnicowanych temperaturach (10, 15, 20, 25°C) podczas oceny w dwu terminach w latach 2001 i 2002

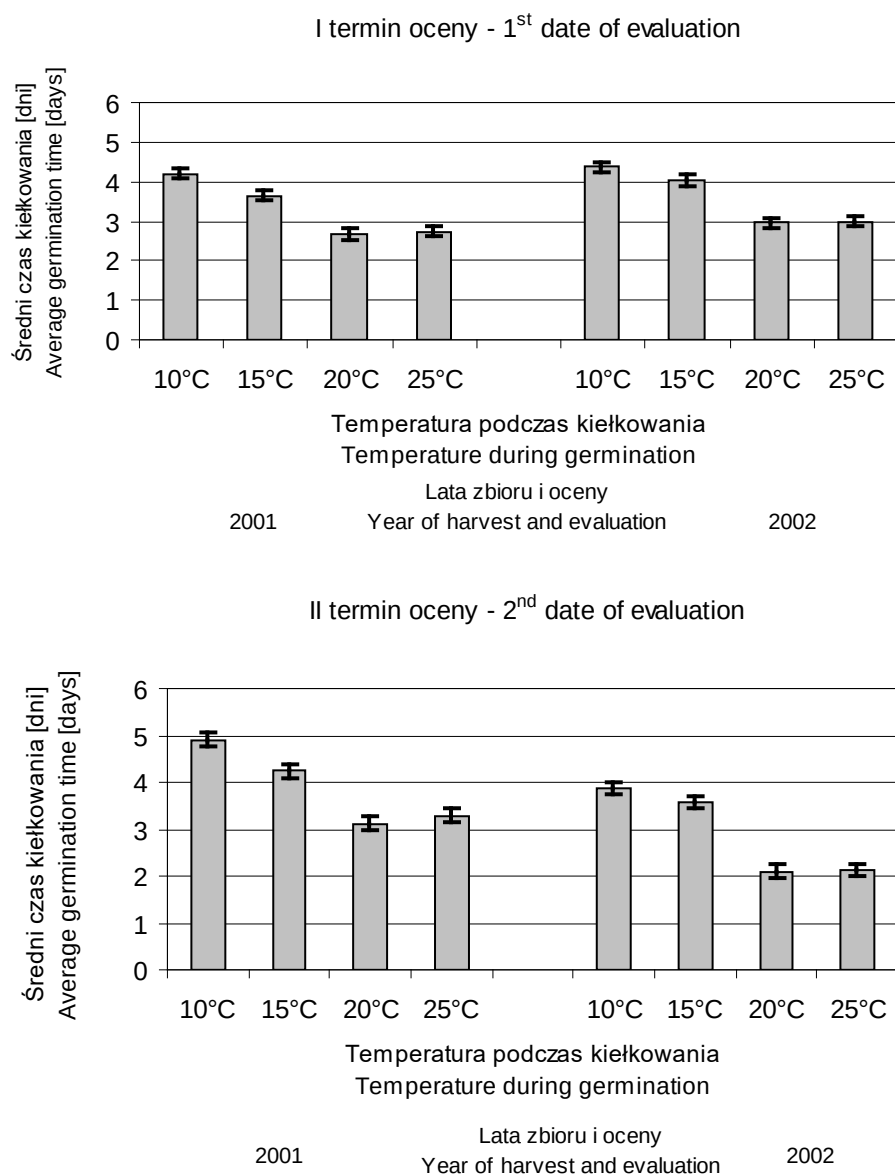
The significance of Maguire's coefficient and germination capacity variability for spring triticale cultivars evaluated at various temperatures (10, 15, 20, 25°C) at two dates in the years 2000 – 2001

Odmiany Cultivars	I termin oceny — 1 st date of evaluation				II termin oceny — 2 nd date of evaluation			
	Współczynnik Maguire'a Maguire's coefficient		ZK — Germinability		Współczynnik Maguire'a Maguire's coefficient		ZK — Germinability	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Gabo	**	**	*	ni	**	**	**	ni
Kargo	*	**	*	**	**	**	**	ni
Mieszko	**	ni	ni	*	**	**	ni	ni
Migo	**	**	**	**	**	**	*	ni
Wanad	**	**	ni	ni	**	**	*	ni

* Istotne przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0,05$

** Istotne przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0,01$

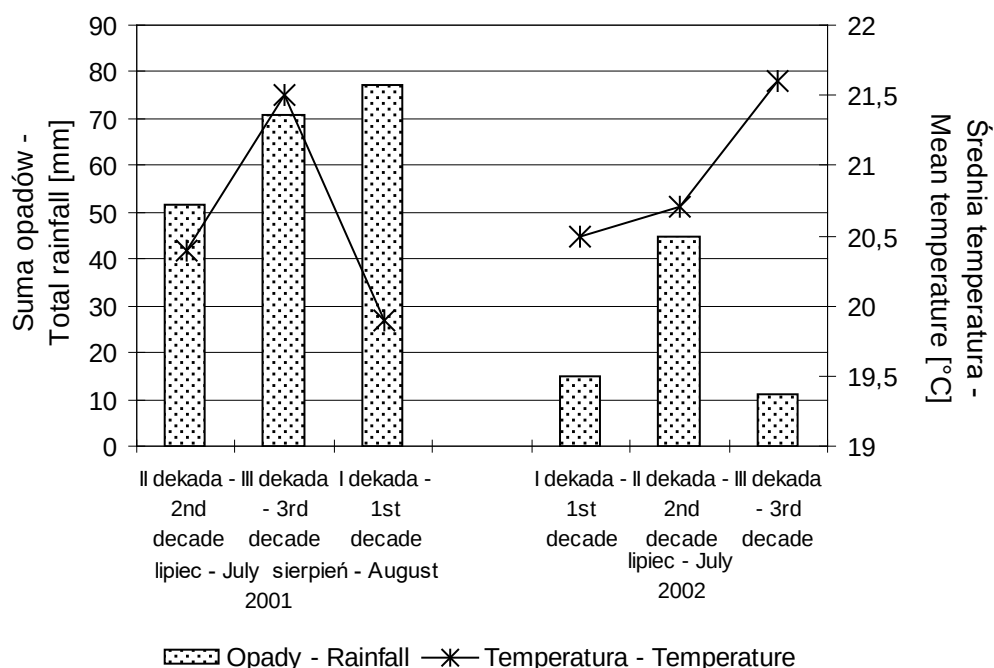
ni — Różnica nieistotna; Not significant



Rys. 1. Wpływ temperatur i lat zbioru na średni czas kiełkowania wg Piepera
Fig. 1 The effects of temperature and year of harvest on average germination time (using Pieper's method)

Wraz ze wzrostem temperatury z 10 do 25°C obserwowano skrócenie czasu kiełkowania. Wartości współczynnika Piepera obliczane dla I i II terminu wysiewu w obydwu latach

obniżały się w kolejno rosnących temperaturach odpowiednio w I terminie wysiewu z 4,2 do 2,7 dni w 2001 i z 4,4 do 3,0 dni w 2002 roku oraz w II terminie oceny z 4,9 do 3,3 dni w 2001 roku oraz z 3,9 do 2,1 dni w 2002 roku. Podczas wysiewu w II terminie ujawnił się znacznie wyższy, istotny wpływ lat, na który przypadało 22,8% ogólnej zmienności. Przebieg warunków pogodowych istotnie różnił się podczas dojrzewania ziarniaków w kolejnych latach (rys. 2). Wyższe temperatury w ostatniej dekadzie przed zbiorem w 2002 roku istotnie wpłynęły na skrócenie spoczynku, a jednocześnie średniego czasu kiełkowania, który w I terminie oceny wynosił 3,6 dni, a w II terminie uległ skróceniu do 2,8 dni. Wyniki te są zgodne z badaniami Fenner (1991), Karvonen i wsp.(1991), Moś (1994), według których płytszy spoczynek wykształca się, gdy podczas dojrzewania ziarna występują wyższe temperatury.

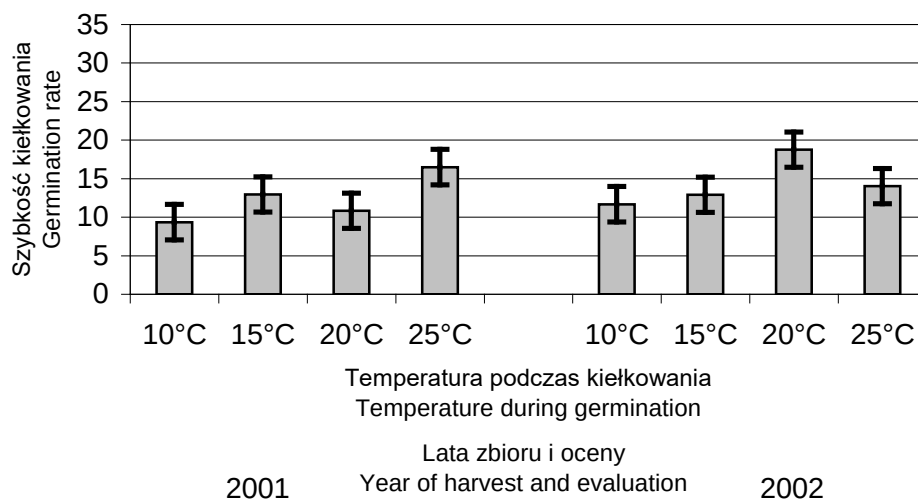


Rys. 2. Przebieg temperatur i opadów w okresie dojrzewania
Fig. 2 Temperature and rainfall during the ripening

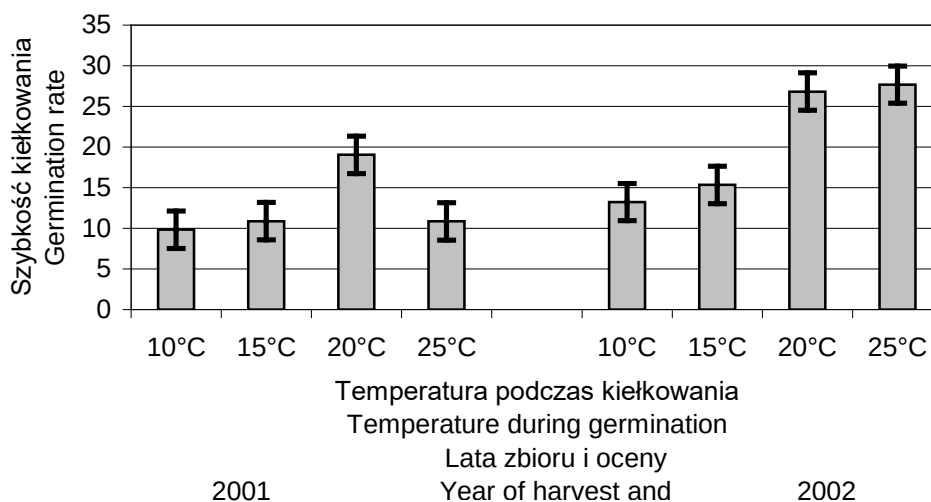
Współczynnik Maguire'a, o którego wartościach decydują ziarniaki szybciej kiełkujące podczas oceny w I terminie, wykazał istotną interakcję temperatur oceny z latami zbioru (rys. 3), na którą przypadało 48,3% ogólnej zmienności (tab. 1). W 2001 roku najwyższe wartości średnie osiągał w temperaturze 25°C (16,5), a w roku 2002 w niższej temperaturze 20°C (18,7). Podczas oceny w II terminie najwyższy udział komponentów wariancji przypadał na zmienność temperatur (37,5%) i lat (32,3%). Wartości średnie tego

wskaźnika, podobnie jak w badaniach Binka (2000) charakteryzowały się dużą zmiennością.

I termin oceny - 1st date of evaluation



II termin oceny - 2nd date of evaluation

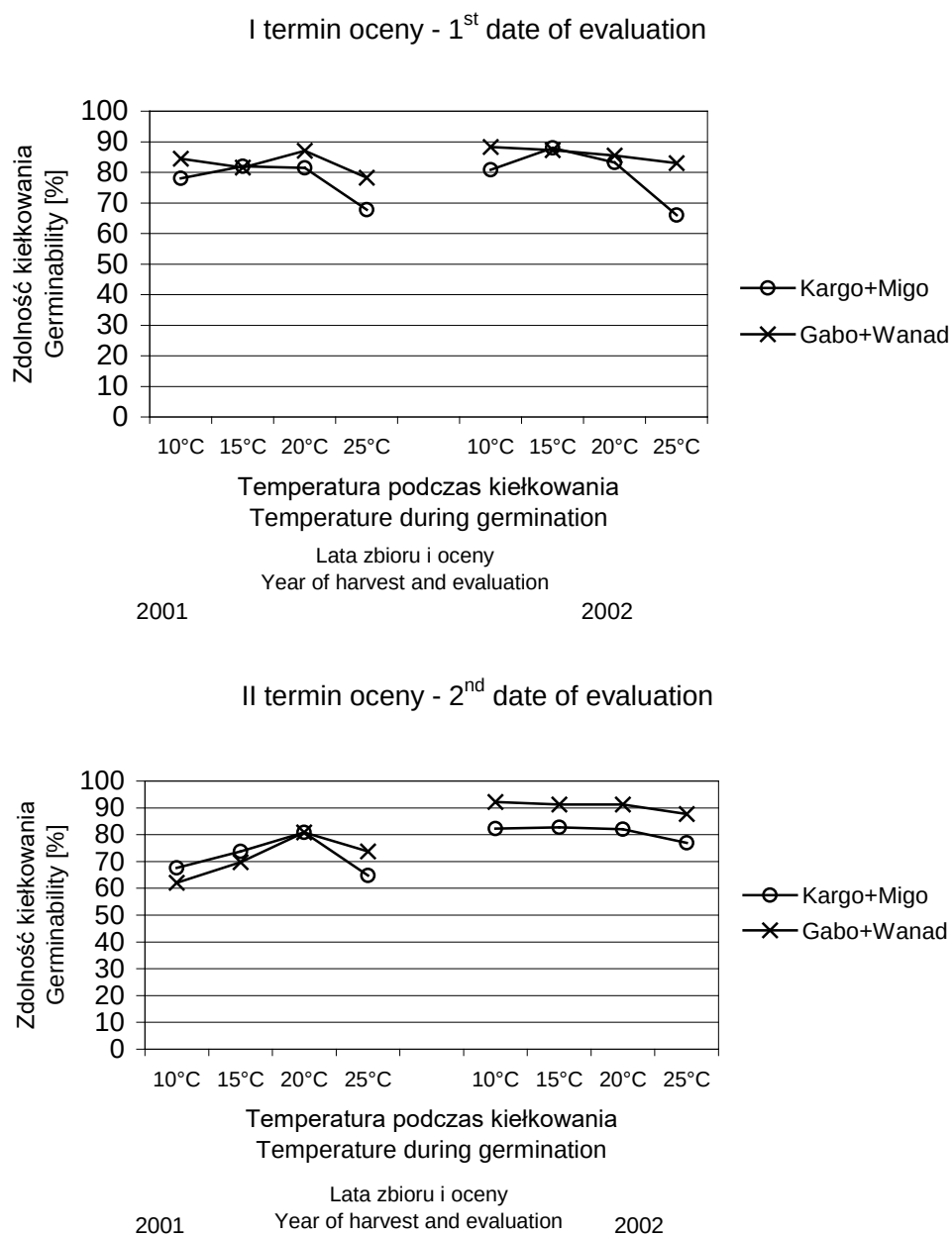


Rys. 3. Wpływ temperatur i lat zbioru na szybkość kiełkowania wg Maguire'a
Fig. 3. The effects of temperature and year of harvest on a germination rate (using Maguire's method)

Najwyższy wzrost tego współczynnika obserwowano w II terminie wysiewu 2002 roku w najwyższych temperaturach oceny 20 i 25°C, który wskazuje na ustąpienie spoczynku (rys. 3). Analiza pojedynczych efektów wykazała istotny wpływ temperatur na wartości współczynnika Maguire'a u badanych odmian w obydwu terminach wysiewu i latach badań. Najwyższy współczynnik Maguire'a uzyskiwały odmiany Gabo i Wanad w II terminie oceny w 2002 roku. Odmiany te charakteryzowały się również najwyższą zdolnością kiełkowania podczas oceny w tym terminie.

Zastosowanie zróżnicowanych temperatur podczas oceny zdolności kiełkowania istotnie wpłynęło na ujawnienie spoczynku. Na rysunku 4 przedstawiono średnie wartości zdolności kiełkowania odmian o płytkim (Gabo i Wanad) oraz głębokim (Kargo i Migo) spoczynku ziarniaków. Odmiana Mieszko charakteryzowała się najbardziej zmiennymi wynikami i nie uwzględniono jej w przedstawianych średnich. Spoczynek ziarniaków najwyraźniej obserwowany był w temperaturze 25°C u odmian Kargo i Migo w I terminie oceny. Wysiew w późniejszym terminie, kiedy można było się spodziewać ustąpienia spoczynku, wykazał istotny wpływ lat, na który przypadało 50,9% ogólnej zmienności. W 2001 roku zaobserwowano spadek zdolności kiełkowania w porównaniu do oceny wykonywanej we wcześniejszym terminie, który wskazuje na wykształcenie się głębszego i dłuższego spoczynku ziarniaków. W następnym roku badań zdolność kiełkowania oceniana w temperaturze 10°C była podobna w obydwu terminach oceny. Według Black i wsp. (1987), Binka (2002), spoczynek u zbóż w niskich temperaturach może nie być obserwowany, ale zwiększa się ze wzrostem temperatury. W temperaturze 25°C podczas oceny wykonywanej w II terminie wysiewu zdolność kiełkowania w 2002 roku była wyższa, co wskazuje na ustąpienie spoczynku. Analiza pojedynczych czynników nie wykazała istotnego wpływu temperatur na zdolność kiełkowania odmian w tym terminie (tab. 2) U pszenżyta, które charakteryzuje się krótkim spoczynkiem zastosowanie zróżnicowanych temperatur przy wysiewie w opóźnionym terminie nie zawsze pozwala na jego uchwycenie, które jest możliwe w przypadku gatunków o głębszym spoczynku. Nyachiro (2002) badając u pszenicy jarej wpływ temperatury w zakresie 10–20°C na ekspresję spoczynku ze wzrostem temperatury, wykazał pogłębianie się spoczynku. Największe różnice genotypowe stwierdził w temperaturze 15–20°C. Dla pszenżyta temperatura 25°C wydaje się być najodpowiedniejsza do oznaczania spoczynku, który u tego gatunku jest zazwyczaj krótki. W obydwu terminach oceny najwyższą zdolnością kiełkowania charakteryzowały się odmiany Gabo i Wanad.

Wartości indeksu spoczynkowego mogą mieścić się w granicach od 0 do 1. Wartość „0” wskazuje na płytki spoczynek, a uzyskuje się ją, gdy zdolność kiełkowania w temperaturze 10 i 25°C jest równa. Wartość „1” wskazuje na głęboki spoczynek, gdy nasiona kiełkują tylko w temperaturze 10°C. Indeks spoczynkowy może przyjmować ujemne wartości, gdy zdolność kiełkowania w temperaturze 25°C jest wyższa od zdolności kiełkowania w temperaturze 10°C. Podczas oceny wykonanej w I terminie nie stwierdzono wpływu lat i odmian na jego wartości, które wahały się od 0,04 do 0,16 i wskazują na bardzo płytki spoczynek. W ocenie wykonanej w II terminie średnie wartości indeksu spoczynkowego wynosiły w 2001 roku 0,06, a w 2002 roku 0,04.



Rys. 4. Zdolność kiełkowania odmian pszenżyta o płytkim spoczynku (średnia dla odmian Gabo i Wanad) oraz głębokim spoczynku ziarniaków (odmian Kargo i Migo)
Fig. 4. Germinability of seeds of triticale cultivars with a low level of dormancy (average for cvs. Gabo and Wanad) and a high level of dormancy (average for cvs. Kargo and Migo)

Wyniki te wskazują na bardzo płytki spoczynek, a w przypadku wartości ujemnych na jego brak. Podobnie Hill (1980) wykazał brak spoczynku u niektórych linii pszenżyta. Salmon i Helm (1985) badając spoczynek w kolejnych dwóch latach u kilku linii pszenżyta o podwyższonej liczbie opadania stwierdzili istotne różnice pomiędzy liniami oraz latami badań. Podobnie podczas oceny w II terminie stwierdzono istotny wpływ lat, odmian oraz interakcję obydwu czynników, która wskazuje na różną długość spoczynku. Największą zmienność odmian w latach pod względem indeksu spoczynkowego obserwowano u odmiany Wanad i Mieszko. Jednak bardzo niskie lub ujemne wartości indeksu spoczynkowego u pszenżyta wskazują na mniejszą jego przydatność w porównaniu z gatunkami o głębszym spoczynku. W przypadku innych gatunków zbóż, które charakteryzują się głębszym spoczynkiem wskaźnik ten może być bardziej przydatny (Rodriguez i in., 2001; Binek, 2002; Nyachiro i in., 2002).

WNIOSKI

1. Istotny wpływ temperatury na obniżenie zdolności kiełkowania, a jednocześnie ujawnienie się spoczynku zaobserwowano w obydwu latach podczas oceny przeprowadzonej w najwyższej temperaturze 25°C.
2. Ze wzrostem temperatury od 10 do 25°C obserwowano skrócenie średniego czasu kiełkowania podczas oceny wykonywanej w dwóch terminach. Wysiew w późniejszym terminie (TII), w miarę ustępowania spoczynku, wykazał istotny wpływ lat na średni czas kiełkowania i zdolność kiełkowania.
3. Najgłębszym spoczynkiem oznaczonym na podstawie średniego czasu kiełkowania, szybkości i zdolności kiełkowania oraz indeksu spoczynku charakteryzowały się odmiany Kargo i Migo, płytki spoczynek wystąpił u odmian Gabo i Wanad.
4. Oszacowane komponenty wariancji wykazały najwyższy wpływ temperatury (73,8–94,7% ogólnej zmienności) na średni czas kiełkowania oznaczony na podstawie współczynnika Piepera.

LITERATURA

- Binek A. 2000. Zmienność stanu spoczynkowego ziarniaków odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR. 216: 313 — 318.
- Binek A. 2002. Wpływ temperatury na kiełkowanie w okresie spoczynku ziarniaków pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 488 (w druku).
- Black M., Butler J., Hughes M. 1987. Control and development of dormancy in cereal. Proc. of 4th Symp. on Preharvest Sprouting in Cereals in D. Mares ed. 379 — 392.
- Buraas T., Skinnis H. 1985. Development of seed dormancy in barley, wheat and triticale under controlled condition. Acta Agric. Scand. 35: 233 — 244.
- Fenner M. 1991. The effect of the parent environment on seed germinability. Seed Sci. Res. 1:78 — 84.
- Gate P. 1995. Ecophysiologie de la germination sur pied. Persect. Agric. 204: 22 — 29.
- Hill R. D. 1980. Physiological studies on kernel shriveling in triticale. Hod. Rośl. Aklim. 24, 5: 661 — 667.
- Karvonen H.F., Peltonen J., Kivi E. 1991. The effect of northern climatic condition on sprouting damage of wheat grains. Acta Agric. Scand. 41: 55 — 64
- Moś M. 1994. Porastanie pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie ser. Rozprawy 195: 1 — 51.

- Nyachiro J. M., Clerke F. R., DePauw R. M., Konx R. E., Armstrong K. C. 2002. Temperature effects on seed germination on expression of seed dormancy in wheat. *Euphytica* 120: 123 — 127.
- Rodriguez M. V., Margineda M., Gonzales-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.
- Salmon D. F., Helm J. H. 1985. Preharvest and postharvest dormancy in spring triticale. *Agron. J.* 77: 649 — 652.