

MARIA MOŚ
TOMASZ WÓJTOWICZ
ANDRZEJ ZIELIŃSKI
MAGDALENA SIMLAT
ANDRZEJ BINEK

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Kraków

Czynniki modyfikujące kiełkowanie i wigor siewek nagoziarnistych i oplewionych odmian owsa

Factors modifying germination of seeds and vigour of seedlings in naked and hulled oat cultivars

W trzech seriach doświadczeń przeprowadzonych w latach 2004–2006 badano kiełkowanie 3 odmian nagoziarnistych (Akt, Cacko, Polar) oraz 2 oplewionych odmian owsa (Bajka i Skrzat) w temperaturach: 10, 15, 20 i 25°C. Na podstawie obserwacji kiełkowania ziarniaków prowadzonych w odstępach 24 h oznaczono zdolność kiełkowania, średni czas kiełkowania oraz dynamikę kiełkowania. Zdolność kiełkowania przyjmowała najczęściej wartości ponad 95%, a sporadycznie występujące większe wahania były rezultatem zmienności sezonowej, terminu oceny i warunków inkubacji. Wpływ zróżnicowanej temperatury inkubacji na przebieg kiełkowania obserwowano przez dłuższy okres u ziarniaków oplewionych aniżeli nagoziarnistych. Końcowe liczenie zdolności kiełkowania oraz średniego czasu kiełkowania i dynamika kiełkowania dla nagoziarnistych odmian przeprowadzone po 8 oraz po 10 dniach inkubacji ziarniaków nie wpłynęło na zróżnicowanie badanych wskaźników. Wyniki te wskazują na możliwość oceny zdolności kiełkowania ziarniaków odmian nagoziarnistych po 8 dniach. Przebieg kiełkowania ziarniaków oplewionych i nagoziarnistych inkubowanych bezpośrednio po zbiorze w temperaturze 25°C wskazywał na głębszy stan spoczynkowy ziarniaków oplewionych w porównaniu do nagoziarnistych.

Słowa kluczowe: owies nagoziarnisty, owies oplewiony, spoczynek, szybkość kiełkowania, temperatura, zdolność kiełkowania

In three series of experiments conducted in the years 2004–2006 germination of seeds of three naked oat cultivars (Akt, Cacko and Polar) and two hulled oat cultivars (Bajka and Skrzat) was investigated at the following temperatures: 10, 15, 20 and 25°C. On the basis of observations collected at intervals of 24 hours germinability of the seeds, mean germination time and dynamics of germination were estimated. In most cases the germinability of seeds exceeded 95%, sporadic fluctuations in value of this index were caused by seasonal variability, evaluation date and conditions during seeds incubation. The effect of various temperatures during seeds incubation on germination process was

more long-lasting in the hulled oat cultivars as compared to the naked ones. The results of final evaluation of germinability of seeds, mean germination time and dynamics of germination carried out on the 8th day as well as on the 10th day of seeds incubation were similar. This fact points to a possibility of evaluation of germinability in naked oat cultivars in 8-days period. The process of germination of naked and hulled oat cultivars' seeds, which were incubated at 25°C directly after harvest showed deeper dormancy of the hulled cultivars' seeds as compared to the naked ones.

Key words: dormancy, germinability, germination rate, hulled oat, naked oat, temperature

WSTĘP

Odmiany zbóż o ziarniakach oplewionych i nieoplewionych różnią się znacznie przebiegiem kiełkowania spowodowanym różnym tempem pęcznienia. U ziarniaków oplewionych faza pęcznienia trwa dłużej i kiełkowanie w porównaniu do ziarniaków nieoplewionych jest opóźnione. Bezpośrednio po zbiorze nasiona owsa siewnego pęczniące w temperaturze powyżej 25°C nie kiełkują przez kilka tygodni (Gallais i in., 2000; Poljakoff-Mayber i in., 2002). Spoczynek ziarniaków jest efektem interakcji fitohormonów — inhibitorów (ABA) i stymulatorów kiełkowania (GA₃), które zmieniają się w czasie pęcznienia nasion w różnym stopniu u nasion nie będących w spoczynku i spoczynkowych (Poljakoff-Mayber i in., 2002).

Ziarniaki odmian nagoziarnistych charakteryzują się znaczną podatnością na mechaniczne uszkodzenia w czasie omłotu i uszlachetniania materiału siewnego. Częstotliwość i stopień uszkodzeń zależy od budowy i kształtu nasion, ich wilgotności i warunków omłotu (Peltonen-Sainio i in., 2001; Kirkkari i in., 2001; Kirkkari i in., 2004; Zieliński 2006). Obserwowano także odmianowe różnice w podatności na mechaniczne uszkodzenia (Peltonen-Sainio i in., 2001). Rezultatem uszkodzenia nasion jest obniżona zdolność kiełkowania i szybciej postępujące ich starzenie. Dla nagoziarnistych odmian owsa zgodnie z dyrektywą UE obniżono dla nasion czystych minimalne normy zdolności kiełkowania do 75% (Dyrektywa Komisji 93/2/EWG). Natomiast końcowe liczenie zdolności kiełkowania nagoziarnistych odmian przeprowadza się po 10 dniach inkubacji (ISTA, 1999).

Podjęte badania miały na celu określenie modyfikującego wpływu temperatury i terminu oceny odmian owsa, na ujawnienie się stanu spoczynkowego ziarniaków oraz na przebieg kiełkowania decydujący o długości inkubacji zwłaszcza ziarniaków nagoziarnistych oraz liczby dni do końcowego określenia zdolności kiełkowania.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pochodził z doświadczeń obserwacyjnych zakładanych w SD Prusy w latach 2004–2006. W badaniach uwzględniono odmiany nagoziarniste Akt, Cacko i Polar oraz odmiany oplewione Bajka i Skrzat. W fazie pełnej dojrzałości ziarniaków pobrano z poletek około 50 wiech z każdej odmiany. Wilgotność ziarniaków w dniu zbioru odmian nagoziarnistych w kolejnych latach wynosiła 14,7; 17,1 i 8,6%, natomiast ziarniaków oplewionych 14,5; 19,2 i 9,7%. W celu uniknięcia mechanicznego uszkodzenia ziarniaki omłócono ręcznie. Dla utrzymania spoczynku omłócone ziarniaki

przechowywano w zamrażarce w temperaturze -19°C do momentu wysiewu. Zdolność kiełkowania oceniano na szalkach Petriego w 4 powtórzeniach po 50 ziarniaków. Ocenę kiełkowania przeprowadzono w 2004 roku w temperaturze 15 i 25°C, w 2005 roku w 10 i 25°C, a w 2006 roku zastosowano 4 temperatury 10, 15, 20 i 25°C. W doświadczeniu uwzględniono dwa terminy oceny — termin pierwszy przeprowadzono po zbiorze, natomiast drugi termin po 10 dniach od wyjęcia ziarniaków z zamrażarki. Od drugiego do dziesiątego dnia po wysiewie, w odstępach 24 h z szalek usuwano ziarniaki, których kiełki były dłuższe od długości ziarniaka i wykształciły dwa korzonki. Na podstawie obserwacji przebiegu kiełkowania ziarniaków zgodnie z metodyką ISTA (1999) oznaczono zdolność kiełkowania po upływie 10 dni inkubacji ziarniaków, oraz obliczono średni czas kiełkowania t wg wzoru:

$$t = \sum n_i t_i / \sum n_i$$

oraz dynamikę kiełkowania W_M według Maguire'a (1962):

$$W_M = \sum n_i / t_i$$

gdzie: n_i — liczba nasion skielkowanych w czasie i -tej obserwacji, t_i — liczba dni od startu doświadczenia.

Wyniki poddano dwu oraz trzyczynnikowej analizie wariancji według modelu stałego. Dane procentowe do analizy wariancji transformowano na wartości kątowe wg Bliss'a. Istotność efektów pojedynczych czynników oraz ich współdziałania oceniono na podstawie wartości krytycznej F , a grupy jednorodne średnich wartości utworzono na podstawie testu Newmana-Keulsa.

WYNIKI I DYSKUSJA

Nagoziarniste i oplewione odmiany owsa charakteryzowały się istotnym zróżnicowaniem wszystkich wskaźników kiełkowania (tab. 1). Znaczne różnice średnich wartości pomiędzy obu grupami odmian wpłynęły na zróżnicowaną interakcję badanych wskaźników i z tych względów oceniono je na podstawie odrębnych analiz wariancji.

Tabela 1

Średnie wskaźniki kiełkowania nagoziarnistych i oplewionych odmian owsa ocenianych w temperaturze 25°C w latach 2004–2006

Mean germination indices for naked and hulled oat cultivars evaluated in temperature of 25°C in the years 2004–2006

Odmiany Cultivars	Zdolność kiełkowania (%) Germinability (%)	Średni czas kiełkowania Mean germination time	Dynamika kiełkowania Dynamics of germination
Nagoziarniste — Naked			
Akt	95,8 c	4,0 a	27,3 c
Cacko	93,5 c	4,3 a	25,9 b
Polar	95,3 c	4,1 a	26,6 bc
Oplewione — Hulled			
Bajka	80,9 b	6,4 b	13,2 a
Skrzat	65,2 a	6,4 b	13,5 a

Wartości średnie w obrębie grup odmian oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Newmana-Keulsa przy $p < 0,05$

Values marked with the same letter within the group of cultivars do not differ significantly according to Newman - Keuls test at $p < 0,05$

Analiza wariancji wskaźników wartości siewnej nagoziarnistych i oplewionych odmian owsa wykazała, że spośród badanych czynników największą zmienność wszystkich wskaźników kiełkowania spowodowały lata zbioru (tab. 2). Równie znaczący modyfikujący wpływ miały terminy oceny różnicujące szybkość i dynamikę kiełkowania.

Tabela 2

Analiza wariancji wskaźników kiełkowania nagoziarnistych i oplewionych odmian owsa w temperaturze 25°C w latach 2004–2006
Analysis of germination indices variance for naked and hulled oat cultivars evaluated in temperature of 25°C in the years 2004–2006

Źródła zmienności Sources of variability	Stopnie swobody Degrees of freedom	Zdolność kiełkowania Germinability		Średni czas kiełkowania Mean germination time		Dynamika kiełkowania Dynamics of germination	
		N	O	N	O	N	O
Lata Years (A)	2	926,27**	3232,59**	23,89**	33,91**	647,08**	434,11**
Termin oceny Date of evaluation (B)	1	70,60	667,28**	22,91**	2,37*	514,78**	79,34**
Odmiany Cultivars (C)	2	57,23	1252,65**	0,53	0,01	2,32	1,94
A × B	2	214,23**	91,00**	7,34**	0,36	144,34**	3,25
A × C	4	86,35*	358,99**	0,18	3,47**	4,62	93,20**
B × C	2	281,07**	1,73	0,02	0,08	7,35	0,75
A × B × C	4	52,47	61,73*	0,28	0,03	16,62*	2,32
Błąd Error	54	28,24	13,36	0,17	0,58	4,76	1,32

* Istotne przy p<0,05; ** Istotne przy p< 0,01

* Significant at p<0.05; ** Significant at p<0.01

O — Oplewione; Hulled oat cultivars; N — Nagoziarniste; Naked oat cultivars

Zdolność kiełkowania odmian nagoziarnistych wahała się w okresie 3-lecia w zakresie od 66,3 do 99,7%. Wyjątkowo niskie wartości zdolności kiełkowania istotnie różne od pozostałych danych wystąpiły w 2004 roku u oplewionej odmiany Skrzat (tab. 1) oraz nagoziarnistych odmian w pierwszym terminie oceny w temperaturze 25°C (tab. 3).

Tabela 3

Zdolność kiełkowania (%) nagoziarnistych odmian owsa oznaczona po 8 i 10 dniach inkubacji
Germinability of seeds (%) of naked oat cultivars estimated after 8 and 10 days of incubation

Termin oceny Date of evaluation	Temperatura Temperature (°C)	Rok zbioru — Year of harvest					
		2004		2005		2006	
		czas inkubacji (dni) — incubation time (days)					
		8	10	8	10	8	10
1	10	—	—	95,0 a	95,8 a	99,2 b	99,2 b
	15	97,3 c	97,3 c	—	—	99,7 b	99,7 b
	20	—	—	—	—	99,4 b	99,4 b
	25	66,3 a	81,8 b	95,2 a	96,3 a	96,1 a	98,4 ab
2	10	—	—	94,7 a	94,8 a	98,0 a	98,1 a
	15	98,7 b	98,7 b	—	—	98,3 a	98,8 a
	20	—	—	—	—	99,0 a	99,0 a
	25	90,7 a	92,3 a	95,0 a	95,0 a	95,4 a	97,1 a

Wartości średnie w obrębie lat oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Newmana — Keuls'a dla p<0,05

Values marked with the same letter within the years do not differ significantly according to Newman – Keuls test at p<0.05

Uzyskane dane były rezultatem sezonowej zmienności warunków środowiskowych, terminu oceny i temperatury inkubacji ziarniaków. Niższe wartości zdolności kiełkowania w podwyższonej temperaturze obserwowane także w 2006 roku były zapewne spowodowane stanem spoczynkowym ziarniaków. W pozostałych przypadkach średnie wartości zdolności kiełkowania ręcznie omłóconych ziarniaków niezależnie od temperatury kiełkowania wynosiły najczęściej ponad 95% (tab. 3).

Weześniejsze określenie zdolności kiełkowania przeprowadzone po 8 dniach zamiast po 10 dniach inkubacji nie miało istotnego wpływu na wyniki oceny. Uzyskane dane wskazują na możliwość skrócenia czasu inkubacji ziarniaków i określenia zdolności kiełkowania nagoziarnistych odmian owsa po 8 dniach, a więc podobnie jak to ma miejsce w przypadku pszenicy oraz nagoziarnistych i oplewionych ziarniaków jęczmienia (ISTA, 1999).

Wyniki zdolności kiełkowania obu grup odmian wykazały istotną interakcję terminów oceny z latami (tab. 2). Interakcja ta spowodowana była przede wszystkim istotnym różnicowaniem zdolności kiełkowania pomiędzy terminami oceny w 2004 roku (tab. 4).

Tabela 4

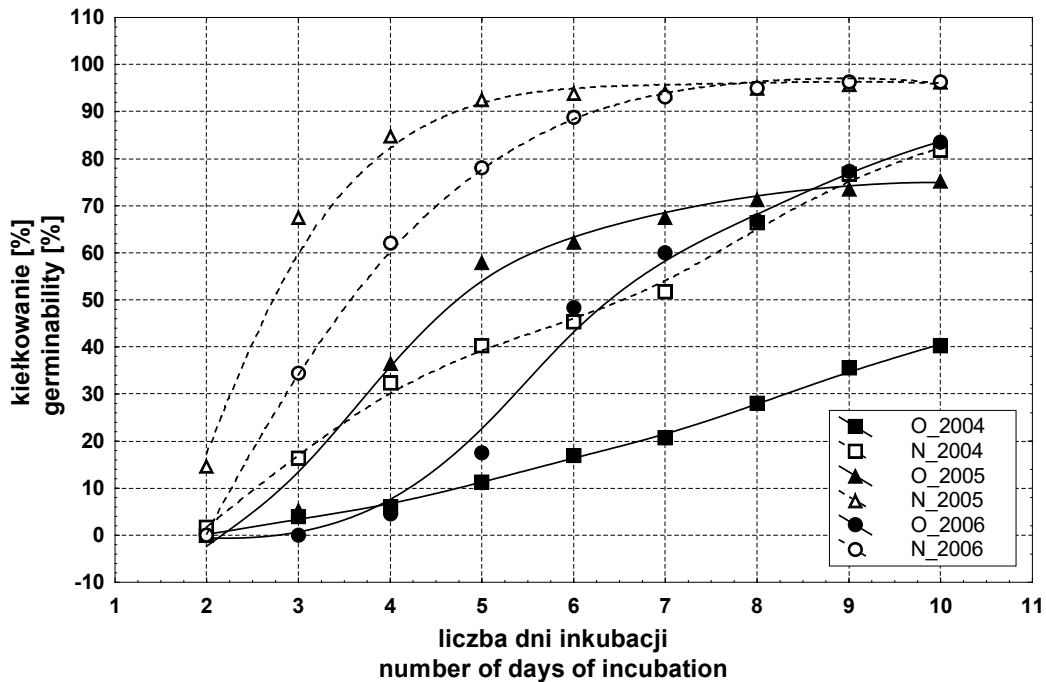
Wpływ terminu oceny na zdolność kiełkowania nagich i oplewionych ziarniaków inkubowanych w temperaturze 25°C
The effect of date of evaluation on germinability of naked and hulled oat cultivars seeds incubated in temperature of 25°C

Termin oceny — Date of evaluation	Rok zbioru — Year of harvest		
	2004	2005	2006
Nagie — Naked			
1	82,8 a	96,8 c	98,4 c
2	92,6 b	96,6 c	97,1 c
Oplewione — Hulled			
1	41,2 a	76,6 c	81,8 c
2	50,4 b	92,4 e	87,1 d

Wartości średnie w obrębie grup odmian oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Newmana — Keulsa przy $p < 0,05$

Values marked with the same letter within the group of cultivars do not differ significantly according to Newman — Keuls test at $p < 0,05$

Równocześnie w tym roku w pierwszym terminie oceny przeprowadzonym bezpośrednio po zbiorze w temperaturze 25°C wystąpiły istotne różnice pomiędzy wynikami zdolności kiełkowania odnotowanymi po 8 i 10 dniach. Wpływ roku zbioru ziarna na przebieg kiełkowania owsa w temperaturze 25°C potwierdzają dane z pierwszego terminu oceny (rys. 1). Uzyskane wyniki wskazują, że obniżona zdolność kiełkowania w 2004 roku obserwowana zarówno u odmian nagoziarnistych, jak i oplewionych może wskazywać na spoczynek ziarniaków sygnalizowany w wielu publikacjach (Gallais i in., 2000; Poljakoff-Mayber i in., 2002). Niższe średnie wartości zdolności kiełkowania oplewionych ziarniaków w porównaniu do nagoziarnistych ocenianych w latach 2004-2006 mogą wynikać z ich głębszego stanu spoczynkowego (tab. 4). Można przypuszczać, że w przypadku ziarniaków oplewionych sumował się wpływ inhibitorów kiełkowania zlokalizowanych w plewach i zarodku ziarniaka.



Rys. 1. Przebieg kiełkowania nagoziarnistych i oplewionych odmian owsa w temperaturze 25°C w pierwszym terminie oceny w latach 2004–2006 (O — odmiany oplewione, N — odmiany nagoziarniste)
 Fig. 1. Process of naked and hulled oat cultivars seeds germination in temperature of 25°C during the 1st date of evaluation in the years 2004–2006 (O — hulled oat cultivars, N — naked oat cultivars)

Wpływ temperatury na wyniki zdolności kiełkowania w obrębie odmian nagoziarnistych i oplewionych był zróżnicowany. Powszechnie owies uważany jest za chłodolubną trawę wymagającą niskich temperatur od momentu kiełkowania poprzez wypełnianie ziarniaków aż do osiągnięcia wysokiej jakości nasion (Gąsiorowski, 1999). Wyniki uzyskane w niniejszej pracy wskazują, że wpływ oddziaływania zróżnicowanej temperatury ma istotne znaczenie również na procesy metaboliczne pozwalające na ustąpienie stanu spoczynkowego. Efekt ten ujawnił się szczególnie u odmian oplewionych i niezależnie od terminu wysiewu trwał najczęściej do 8–10 dnia oceny (tab. 5). Niemniej w 2006 roku wpływ działania zróżnicowanej temperatury u odmian tradycyjnych trwał przez cały okres kiełkowania. Podobny efekt zaobserwowano przez prawie cały okres kiełkowania u odmian nagoziarnistych tylko w 2004 roku, natomiast w pozostałych latach trwał krócej do 5–7 dnia inkubacji. Odmienna reakcja na zróżnicowaną temperaturę (15:25°C), jaka wystąpiła w 2004 roku w próbach ziarniaków oplewionych ocenianych po zbiorze w pierwszym terminie wynikała z głębszego stanu spoczynkowego tych odmian, co wpłynęło na znaczne opóźnienie kiełkowania i brak reakcji na zróżnicowaną temperaturę do piątego dnia oceny.

Tabela 5

Wpływ temperatury na zróżnicowanie przebiegu kiełkowania oplewionych i nagoziarnistych odmian owsa ocenianych w dwóch terminach w latach 2004–2006
The effect of temperature on process of germination of naked and hulled oat cultivars seeds evaluated in two dates in the years 2004–2006

Rok zbioru Year of harvest	Termin oceny Date of evaluation	Temperatura Temperature (°C)	Grupa Group	Czas inkubacji (dni) Incubation time (days)						
				4	5	6	7	8	9	10
2004	I	15:25	O			**	**	**	**	**
			N	**	**	**	**	**	**	**
	II	15:25	O	*	**		**	**	**	**
			N	**	**	**	**	*	*	
2005	I	10:25	O	**	**	**	**	**		
			N	**	**					
	II	10:25	O	**	**	**	**	**		*
			N	**	**					
2006	I	10:15:20:25	O	**	**	**	**	**	**	**
			N	**	**	**	*			
	II	10:15:20:25	O	**	**	**	**	**	**	**
			N	**	**					

* Istotne przy $p < 0,05$; ** Istotne przy $p < 0,01$

* Significant at $p < 0.05$; ** Significant at $p < 0.01$

O — Oplewione; Hulled oat cultivars; N — Nagoziarniste; Naked oat cultivars

Analiza wariancji danych z 2006 roku przeprowadzona dla obu terminów oceny potwierdziła znaczący wpływ czterech kombinacji temperatur na wyniki badanych wskaźników kiełkowania. Wpływ temperatury na wyniki oceny zdolności kiełkowania ujawnił się w większym stopniu w pierwszym terminie oceny (tab. 6). Różnice odmianowe zdolności kiełkowania wystąpiły w obu terminach oceny, natomiast pozostałe wskaźniki były istotnie zróżnicowane tylko w drugim terminie.

Tabela 6

Istotność wariancji parametrów kiełkowania nagoziarnistych odmian owsa w 2006 roku inkubowanych w temperaturze 25°C
The significance of germination indices variation for naked oat cultivars seeds incubated in temperature of 25°C in the year 2006

Źródła zmienności Sources of variability	Stopnie swobody Degrees of freedom	Zdolność kiełkowania Germinability		Średni czas kiełkowania Mean germination time		Dynamika kiełkowania Dynamics of germination	
		T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2
Czas inkubacji Incubation time (A)	1	25,05	24,86	0,02	0,02	0,07	0,12
Temperatura Temperature (B)	3	179,92**	126,74*	16,33*	17,29**	452,49**	647,37**
Odmiany Cultivars (C)	2	115,77*	149,50*	0,12	0,47*	0,51	3,68*
A × B	3	25,05	8,24	0,01	0,14	0,07	0,01
A × C	2	8,07	6,56	0,01	0,09	0,52	0,03
B × C	6	26,18	51,33	1,09	0,27	18,26	8,30
A × B × C	6	8,07	5,39	0,01	0,11	0,03	0,01
Błąd — Error	72	30,83	40,80	0,04	0,14	1,58	4,95

* Istotne przy $p < 0,05$; ** Istotne przy $p < 0,01$

* Significant at $p < 0.05$; ** Significant at $p < 0.01$

Wpływ temperatury i czasu inkubacji (8 i 10 dni) na średni czas kiełkowania nagoziarnistych odmian owsa przedstawia tabela 7. Podobnie jak w przypadku zdolności kiełkowania w 2004 roku stwierdzono odmienną reakcję ziarniaków na temperaturę i termin oceny. W pierwszym terminie wartości średnie wahały się w zakresie 4,9 do 6,4 dnia. Spośród czterech temperatur zastosowanych w 2006 roku najkrótszy średni czas kiełkowania w zakresie 3,5–3,7 dnia wystąpił w temperaturze 20°C, natomiast czas inkubacji nie miał istotnego wpływu na uzyskane wyniki (tab. 6 i 7). Niskie wartości średniego czasu kiełkowania (3,1–3,4 dnia) obserwowano także po zastosowaniu wyższej temperatury w 2005 roku. Skrócenie końcowego liczenia zdolności kiełkowania z 10 do 8 dni nie wpłynęło na średni czas kiełkowania, który niezależnie od temperatury wynosił odpowiednio 4,5 i 4,4 dnia. Odmienną reakcję przy wydłużeniu o dwa dni okresu inkubacji zaobserwowano tylko w 2004 roku po zastosowaniu temperatury 25°C. W temperaturze 20° C zalecanej przez ISTA (1999) do oceny zdolności kiełkowania owsa i innych gatunków zbóż, maksymalną szybkość kiełkowania uzyskano po 3,5 do 3,7 dnia. Uzyskane dane wskazują, że wstępne oznaczenie kiełkowania może przypadać po 4 dobach oceny u ziarniaków nagoziarnistych.

Tabela 7

Średni czas kiełkowania (w dniach) nagoziarnistych odmian owsa
Mean germination time (in days) evaluated for naked oat cultivars seeds

Termin oceny Date of evaluation	Temperatura Temperature (°C)	Rok zbioru — Year of harvest					
		2004		2005		2006	
		czas inkubacji (dni) — incubation time (days)					
		8	10	8	10	8	10
1	10	—	—	5,1 b	5,2 b	5,6 d	5,6 d
	15	5,0 a	4,9 a	—	—	4,9 c	4,9 c
	20	—	—	—	—	3,7 a	3,7 a
	25	5,2a	6,4 b	3,3 a	3,4 a	4,3 b	4,4 b
2	10	—	—	4,9 b	4,9 b	5,4 c	5,2 c
	15	5,3 c	5,3 c	—	—	4,6 b	4,6 b
	20	—	—	—	—	3,5 a	3,5 a
	25	3,7 a	4,0 b	3,1 a	3,1 a	3,6 a	3,7 a

Wartości średnie w obrębie lat oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Newmana — Keulsa przy $p < 0,05$
 Values marked with the same letter within the years do not differ significantly according to Newman — Keuls test at $p < 0,05$

Dynamika kiełkowania określona na podstawie współczynnika Maguire'a (1962) była w większym stopniu zależna od temperatury kiełkowania w porównaniu do poprzednich wskaźników (tab. 6 i 8). Podobnie jak w przypadku średniego czasu kiełkowania największą dynamikę kiełkowania w 2006 roku obserwowano u ziarniaków inkubowanych w temperaturze 20°C. W 2004 roku w pierwszym terminie oceny bezpośrednio po zbiorze wystąpiło znaczące obniżenie dynamiki kiełkowania spowodowane podwyższeniem temperatury inkubacji do 25°C, a wartości średnie oznaczone po 8 i 10 dniach były istotnie zróżnicowane. W drugim terminie oceny w 2004 roku oraz w następnych latach nie obserwowano takiego hamującego wpływu podwyższonej temperatury.

Tabela 8

Dynamika kiełkowania (wg Maguire'a) nagoziarnistych odmian owsa
Dynamics of germination of naked oat cultivars seeds (according to Maguire)

Termin oceny Date of evaluation	Temperatura (°C) Temperature	Rok zbioru — Year of harvest					
		2004		2005		2006	
		czas inkubacji (dni) — incubation time (days)					
		8	10	8	10	8	10
1	10	—	—	19,2 a	19,3 a	17,7 b	17,7 b
	15	20,0 c	20,0 c	—	—	20,3 c	20,2 c
	20	—	—	—	—	27,5 d	27,5 d
	25	14,9 a	16,6 b	31,2 b	31,3 b	24,4 c	18,3 c
2	10	—	—	18,0 a	19,5 a	18,0 a	18,0 a
	15	19,1 a	19,1 a	—	—	21,0 b	21,1 b
	20	—	—	—	—	29,1 c	29,1 c
	25	26,9 b	27,3 b	32,6 b	32,6 b	27,1 c	27,3 c

Wartości średnie w obrębie lat oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Newmana — Keulsa przy $p < 0,05$
 Values marked with the same letter within the years do not differ significantly according to Newman — Keuls test at $p < 0,05$

Uzyskane dane potwierdzają wyniki wcześniejszych badań (Gallais i in., 2000; Poljakoff-Mayber i in., 2002) wskazujące, że u owsa podobnie jak u innych gatunków zbóż występuje po zbiorze spoczynek ujawniający się w wyższej temperaturze inkubacji ziarniaków.

WNIOSKI

1. Nagoziarniste i oplewione odmiany owsa charakteryzowały się istotnym zróżnicowaniem badanych wskaźników kiełkowania.
2. Zdolność kiełkowania odmian nagoziarnistych omłóconych ręcznie wahała się w okresie 3-lecia w zakresie od 66,3 do 99,7% i była rezultatem sezonowej zmienności warunków środowiskowych, terminu oceny i temperatury inkubacji ziarniaków.
3. Wpływ zróżnicowanej temperatury (10, 15, 20, 25°C) na przebieg kiełkowania zaznaczył się przez dłuższy okres inkubacji u ziarniaków oplewionych aniżeli u nagoziarnistych.
4. Określenie zdolności kiełkowania oraz obliczenie średniego czasu kiełkowania i dynamika kiełkowania dla danych po 8 oraz po 10 dniach inkubacji ziarniaków nagoziarnistych nie wpłynęło istotnie na wyniki oceny tych wskaźników. Dane te wskazują na możliwość oceny zdolności kiełkowania odmian nagoziarnistych po 8 dniach inkubacji ziarniaków.
5. Przebieg kiełkowania ziarniaków oplewionych i nagoziarnistych inkubowanych bezpośrednio po zbiorze w temperaturze 25°C wskazuje na głębszy stan spoczynkowy ziarniaków oplewionych w porównaniu do nagoziarnistych.

LITERATURA

Dyrektywa Komisji 93/2/EWG. 1993. Dyrektywa Komisji 93/2/EWG z dnia 28 stycznia 1993 r. zmieniająca załącznik II do Dyrektywy Rady 66/402/EWG w sprawie obrotu materiałem siewnym zbóż. W: Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej Nr L 54/20, 1993/03/05.

- Gallais S., Pou de Crescenzo M. A., Laval-Martin D. L. 2000. Evidence of active NADP⁺ phosphatase in dormant seeds of *Avena sativa* L., J. Exp. Bot. 51 (349): 1389 — 1394.
- Gąsiorowski H. 1999. Przyrodniczo rolnicze podstawy uprawy owsa. W: Gąsiorowski H. (red.) Owies - chemia i technologia. PWRiL, Warszawa: 181.
- ISTA, 1999. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 27, Supplement.
- Kirkkari A-M., Peltonen-Sainio P., Lehtinen P. 2004. Dehulling capacity and storability of naked oat. Agric. Food Sci. 13: 198 — 211.
- Kirkkari A-M., Peltonen-Sainio P., Rita H. 2001. Reducing grain damage in naked oat through gentle harvesting. Agric. Food Sci. 10: 223 — 229.
- Maguire J. D. 1962. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Sci. 2: 176 — 177.
- Peltonen-Sainio P. Muurinen S., Vilppu M., Rajala A., Gates F. and Kirkkari A. M. 2001. Germination and grain vigour of naked oat in response to grain moisture at harvest. J. Agric. Sci. 137: 147 — 156.
- Poljakoff-Mayber A.; Popilevski I.; Belausov E.; Ben-Tal Y. 2002. Involvement of phytohormones in germination of dormant and non-dormant oat (*Avena sativa* L.) seeds. Plant Growth Regulation, 37: 7 — 16.
- Zieliński A. 2006. Wpływ oplewienia na wigor i długowieczność ziarniaków owsa. Rozprawa doktorska, Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza Kraków, PL.