

MARIAN GÓRSKIKrajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Reakcja odmian pszenicy ozimej na długoterminowe przechowywanie w banku genów

Reaction of winter wheat cultivars to long-term storage in gene bank

W 1981 roku do długoterminowego przechowywania wprowadzono 1251 odmian pszenicy ozimej. Obecnie w długoterminowym przechowywaniu w Krajowym Centrum Roślinnych Zasobów Genowych jest 5262 obiektów. W latach 1996 i 1998 wykonano kontrolne badania zdolności kiełkowania. Na podstawie uzyskanych wyników określono reakcję 68 odmian pszenicy zwyczajnej na warunki długoterminowego przechowywania. Po 17 latach przechowywania dla 68 odmian nastąpił średni spadek zdolności kiełkowania o 5,7 procent. Najwyższą zdolność kiełkowania 93% stwierdzono u odmiany Weibulls Banco. Wzrost zdolności kiełkowania stwierdzono u 26 odmian. Stabilne w przechowywaniu były 42 odmiany. Odmiana Welke Giersleben ST 4 przez 17 lat zachowała zdolność kiełkowania 90%.

Słowa kluczowe: indeks wartości przechowalniczej, odmiany, długoterminowe przechowywanie, pszenica ozima, żywotność

The number of 1251 winter wheat varieties were introduced into a long-term storage in 1981. At present, 5262 varieties of winter wheat are preserved in this storage at the National Centre for Plant Genetic Resources in IHAR-Radzików. Seed viability was determined in germination tests in 1981, 1996 and 1998. Basing on the results, the reaction to long-term storage conditions was determined for 68 varieties. After 17 years of storage seed germination capacity decreased, on an average, by 5.7 percentage points. The highest germination capacity of 93% was recorded for the variety Weibulls Banco. In the long term storage 42 varieties preserved their seed viability on the same level. An increase of the seed germination ability was noticed in 26 varieties. The Welke Giersleben ST4 variety maintained the 90% seed germination capacity for 17 years.

Key words: cultivars, long-term storage, seed viability, winter wheat

WSTĘP

Podstawą osiągnięć hodowlanych jest istnienie zmienności genetycznej. Prowadzone kolekcje form roślin uprawnych stanowią cenne źródło materiałów wyjściowych do hodowli; ze względu na znajdujące się w nich właściwości genetyczne i noszą nazwę

„banku genów” (Ruebenbauer i Muller, 1985). Jedną z metod zachowania zasobów genowych roślin uprawnych i ich dzikich krewniaków jest długoterminowe przechowywanie w bankach genów (Góral, 1988). Problem długoterminowego przechowywania interesuje badaczy już od ponad 100 lat, ale właściwy międzynarodowy rozwój przechowywania długookresowego rozpoczął się dopiero w latach 60. dwudziestego wieku (Kulpa, 1994). Ochrona roślinnych zasobów genowych oraz badania prowadzące do zachowania jak najdłużej wysokiej żywotności materiałów biologicznych, to podstawowe zadanie banku genów (Hawkes, 1978; Góral, 1988).

Zjawisko żywotności określane jest terminem długowieczności (Dorywalski i in., 1956), lub jako długość życia nasion (Grzesiuk, 1967). Długość życia nasion zależy, zarówno od właściwości genetycznych, jak i od wpływu czynników środowiskowych (Desai i in., 1997). Do podstawowych czynników kształtujących żywotność nasion należą: zawartość wody w nasionach oraz czynniki środowiska, takie jak: wilgotność powietrza, temperatura i ciśnienie parcjale tlenu (Górecki i in., 1998), a poza tym istotne są skład chemiczny atmosfery, stopień zakażenia nasion mikroflorą i fauną oraz uszkodzenia mechaniczne nasion (Zalewski i in., 1997). Wpływ warunków przechowywania na zdolność kiełkowania ziarna roślin zbożowych dla potrzeb praktyki rolniczej badali między innymi: Lityński (1978), Lonc (1984), Narkiewicz-Jodko (1990), Gabińska (1991). Korzystny wpływ zmniejszonej zawartości wody w ziarniakach pszenicy ozimej i jarej, żyta ozimego, jęczmienia ozimego, pszenżyta ozimego w nasionach lnu oraz w orzeszkach gryki, jak również wpływ obniżonej temperatury przechowywania na długotrwałość przechowywanych nasion stwierdził Górski (1993, 1995, 1998, 1999, 1999 a, 1999 b, 2000, 2000 a). Długość życia przechowywanych nasion zależy także w dużym stopniu od wyjściowych wskaźników zdolności kiełkowania (Wiłkojć, 1978).

W nasieniu jako żywym organie rośliny, a nie martwej strukturze w okresie przechowywania, zachodzą zmiany fizjologiczne, których makroskopowym objawem jest stan żywotności nasion określany poprzez zdolność i energię kiełkowania oraz wigor nasion. Na podstawie wyników zdolności kiełkowania różnych odmian w długoterminowym przechowywaniu możemy obserwować ich zróżnicowanie oraz kierunek zmian zdolności kiełkowania.

Celem poniższej pracy jest porównanie reakcji 68 odmian pszenicy ozimej na warunki długoterminowego przechowywania poprzez określenie zachowania zdolności kiełkowania oraz kierunków zmian zdolności kiełkowania po 15 i 17 latach.

MATERIAŁ I METODY

Obecnie w przechowalni Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR w Radzikowie są 5262 obiekty pszenicy ozimej, pochodzące z krajowych i zagranicznych ośrodków hodowli roślin. Pierwsze obiekty (1251) przekazano do przechowalni w 1981 roku. Ziarniaki do długoterminowego przechowywania wsypywano do woreczków z rzadkiego płótna i dosuszano do około 7% zawartości wody w strumieniu odwodnionego powietrza, o temperaturze 30°C. Po zbadaniu zdolności kiełkowania ziarniaki wsypywano do pojemników szklanych typu „twist”, które zamknięto przy pomocy pompy próżniowej.

Tak przygotowane pojemniki z ziarnem pszenicy ozimej umieszczono w komorze, w temperaturze około 3°C, służącej do wieloletniego przechowywania. Zdolność kiełkowania oznaczono, zgodnie z przepisami ISTA (1985) i PN-79/R-65950 (1979), w Laboratorium Technologicznym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Sandomierzu.

Zmiany zachodzące w ziarniakach dotyczące zdolności kiełkowania po 15 i 17 latach przechowywania u wybranych losowo 68 odmian pszenicy zwyczajnej określono za pomocą indeksu wartości przechowalniczej. Indeks wartości przechowalniczej dla każdej odmiany wyznaczono z ilorazu wartości zdolności kiełkowania po 15 i 17 latach przechowywania i wyjściowej zdolności kiełkowania, a następnie pomnożono go przez 100. Indeks wartości przechowalniczej o wartości 100 wskazuje na zachowanie zdolności kiełkowania na tym samym poziomie podczas przechowywania. Indeks wartości przechowalniczej poniżej 100 świadczy o obniżonej zdolności kiełkowania, a powyżej 100 o wzroście zdolności kiełkowania po latach przechowywania. Na podstawie współczynnika zmienności V (Brewbaker, 1970) badane odmiany podzielono na trzy grupy: stabilne, (V od 1 do 10%), labilne (V od 10,1 do 20%) i bardzo labilne gdzie V jest powyżej 20%.

U badanych odmian według Indeksu wartości przechowalniczej określono kierunek zmian w zdolności kiełkowania. Kiełkowanie zachowane na poziomie wyjściowym przy indeksie wartości przechowalniczej 100 oznaczono jako 0.

Wartość indeksu poniżej 100 oznaczono znakiem minus, a powyżej 100 znakiem plus.

WYNIKI

Zmiany zdolności kiełkowania przechowywanych próbek nasion są zjawiskiem biologicznie bardzo złożonym i dlatego występują ogromne trudności ujęcia tego zjawiska w odpowiednie wzory matematyczne.

Wyjściowa zdolność kiełkowania w 1981 roku dla 68 analizowanych odmian wahała się od 46% u odmiany Sturmweizen do 98% u odmian Schindlers N. Z., Spaldings Prolific, Svaloefts Sonnet II, przy średniej 81,8% i współczynnika zmienności $V = 13\%$ (tab. 1). Po 15 latach przechowywania dla tej samej grupy odmian zdolność kiełkowania wahała się od 36% u odmiany Red Velvet Chaff do 97% u odmiany Szekacs przy średniej 81,3% i współczynnika zmienności $V = 13\%$.

W roku 1998, czyli po 17 latach przechowywania dla tej samej grupy odmian zdolność kiełkowania wynosiła od 12% u odmiany Red Velvet Chaff do 93% u odmiany Verbesserter St. Johanner przy średniej 76,1% i $V = 20\%$. Średnia zdolność kiełkowania po 17 latach przechowywania wynosiła od 40,7% u odmiany Red Velvet Chaff do 93,7% u odmiany Svaloefts Sonnet II. Wyliczone dla poszczególnych odmian współczynniki zmienności wahały się od 0% u odmian Siegfried i Zara do 76% u odmiany Red Velvet Chaff. Odmiana Siegfried przez okres przechowywania miała stałą zdolność kiełkowania 87%, a odmiana Zara 76%. Natomiast odmiana Red Velvet Chaff miała zdolność kiełkowania w roku 1981 — 74%, w 1996 — 36%, a w 1998 — 12%.

Tabela 1

Zdolność kielkowania odmian pszenicy ozimej i ich podział na grupy według współczynnika zmienności w latach 1981–1998

Seed germination capacity of winter wheat varieties and their grouping according to variability coefficient (V) in the years 1981–1998

PL	Odmiana Variety	Lata Years			X	V %	Stopień stabilności Stability degree
		1981	1996	1998			
00635	Red Velvet Chaff	74	36	12	40,7	76	BL
00644	Reininghaus WZ.DK.5	89	71	51	70,3	27	BL
00645	Rene Leblond	78	73	43	64,7	29	BL
00656	Rimpau Bastard II	84	79	36	66,3	39	BL
00663	Rode Ris	98	90	92	93,3	4	S
00677	Rubis	70	83	68	73,7	11	L
00678	Ruda	78	84	67	76,3	11	L
00680	Rudest	94	78	65	79,0	18	L
00681	Rudy	80	75	28	61,0	47	BL
00696	Russischer Korsch 278	92	71	49	70,6	30	BL
00704	Sadorka	90	45	69	68,0	33	BL
00722	Saumur d Automne	90	84	73	82,3	10	S
00726	Schindlers N.Z.	98	87	79	88,0	10	S
00727	Schlanstedter Dickkopf	76	94	80	83,3	11	L
00737	Seh-Ming	88	84	64	78,7	16	L
00741	Selecty Bastard	92	85	61	79,3	20	L
00742	Selm M 65-3157	88	80	66	78,0	14	L
00743	Selection 101	66	80	68	71,3	10	S
00754	Siegfried	86	87	87	86,6	0	S
00779	Słoneczna ze Svaloef	78	95	88	87,0	9	S
00787	Sophiehof x	84	89	74	82,3	9	S
00788	Spaldings Prolific	98	90	81	89,7	9	S
00792	Sperlings Sinslebener N.Z.	92	91	85	98,3	4	S
00794	Splendeur-Vilmorin	90	82	84	85,3	4	S
00814	Steadfast	72	85	85	80,7	9	S
00825	Stieglers Protos	92	82	88	87,3	5	S
00827	Stojkiste	92	79	85	85,3	7	S
00834	Strubes Kreuzung	32	81	82	65,0	43	BL
00835	Strubes Kreuzung 210 Begrannt	76	87	82	81,7	6	S
00836	Stumpenweizen	84	86	83	84,3	1	S
00838	Sturmweizen	46	91	91	76,0	34	BL
00855	Svaloefs Bore II	70	69	89	76,0	14	L
00856	Svaloefs Brigitta	78	87	85	83,3	5	S
00868	Svaloefs Skandia III	92	96	92	93,3	2	S
00870	Svaloefs Skandlavete	86	81	91	86,0	5	S
00872	Svaloefs Sonnet II	98	91	92	93,7	4	S
00885	Szekacs 1510	72	97	86	85,0	14	L
00898	Tartanowska	80	90	91	87,0	6	S
00899	Tascosa	94	72	55	73,7	26	BL
00907	Tenor	70	82	66	72,7	11	L
00935	Trigo Primavera	80	77	64	73,7	11	L
00938	Tritus	86	78	79	81,0	5	S
00943	Tschermaks Non Plus Ultra	86	80	79	81,7	4	S
00964	Ulyanovka	72	66	32	56,7	38	BL
00971	Utracan MA	88	90	76	84,7	8	S
00988	Victor II	74	70	74	72,7	3	S
00993	Vilmorin	76	81	90	82,3	8	S

c.d Tabela 1

PL	Odmiana Variety	Lata Years			X	V	Stopień stabilności Stability degree
		1981	1996	1998			
00995	Vilmorin Ble de Are Sor	76	87	90	84,3	8	S
01000	Vilmorin-Sud	78	88	83	83,0	6	S
01009	Vogels Agaer Braunweizen	88	86	87	87,0	1	S
01025	Weibulls Ankar II	92	91	82	88,3	6	S
01026	Weibuls Banco	90	75	97	87,3	12	L
01029	Weibuls Eroika	84	80	92	85,3	7	S
01032	Weibuls Jarl I	94	89	93	92,0	2	S
01034	Weibuls Saxo	76	81	92	83,0	9	S
01040	Weiselburger Standard	78	72	79	76,3	4	S
01043	Welke Giersleben St 4	90	90	90	90,0	0	S
01044	Welkes B 422	76	81	90	82,3	8	S
01048	Wetterauer Fuchs	78	90	82	83,3	7	S
01049	White Odessa	78	62	70	70,0	11	L
01056	Willem I	84	89	84	85,7	3	S
01065	Wysokolitewka Antonińska	72	81	81	78,0	6	S
01080	Zara	76	76	75	75,7	0	S
01105	02411	80	94	92	88,7	8	S
01106	02453	74	89	75	79,3	10	S
01115	184-1822	92	66	83	80,3	16	L
01227	Red	76	63	58	65,7	14	L
01250	Vebesserter St.Johanner	83	86	93	87,3	5	L
Średnia Mean		81,8	81,3	76,1			
Współczynnik zmienności V % Variability coefficient		13	13	20			
S — Stabilne		L — Labilne		BL — Bardzo labilne			
S — Stable		L — Labile		BL — Much labile			

Wyliczone indeksy wartości przechowalniczej pozwalają na porównanie tej cechy u nasion o różnej zdolności kiełkowania na początku i w trakcie przechowywania (tab. 2). Po 15 latach przechowywania najwyższy indeks wartości przechowalniczej 253 stwierdzono u odmiany Strubes Kreuzung, u której nastąpił wzrost zdolności kiełkowania z 32% w 1981 do 81% w 1996 roku. Wartość indeksu powyżej 100 stwierdzono u 28 odmian, a poniżej 100 u 38 odmian. U odmian Welke Giersleben ST 4 i Zara wartość indeksu była 0, czyli zachowana była wyjściowa zdolność kiełkowania.

Po 17 latach przechowywania najwyższy indeks wartości przechowalniczej 256 stwierdzono u odmiany Strubes Kreuzung 210 Begrannt. Wyjściowa zdolność kiełkowania w roku 1981 dla tej odmiany wynosiła 32%, a po 17 latach przechowywania, to jest w roku 1998, wynosiła 82%. Wartość indeksu powyżej 100 stwierdzono u 26 odmian, co świadczy, że nastąpiła u nich poprawa zdolności kiełkowania po 17 latach przechowywania. Zdolność kiełkowania na poziomie wyjściowym zachowały cztery odmiany, a mianowicie odmiana Svaloefts Skandia, pochodząca ze Szwecji, odmiana Victor II z Wielkiej Brytanii, Welke Giersleben ST 4 i odmiana Willem I z Holandii.

Tabela 2

Indeksy wartości przechowalniczej i kierunki zmian zdolności kielkowania odmian pszenicy ozimej w długoterminowym przechowywaniu

The preservation value index and the direction of changes in germination capacity of winter wheat varieties in long-term storage

PL	Odmiana Variety	Pochodzenie Origin	Lata przechowywania Years of preservation			
			15		17	
			Indeks Index	Kierunek Trend	Indeks Index	Kierunek Trend
00635	Red Velvet Chaff		48	-	16	-
00644	Reininghaus WZ.DK.5		79	-	57	-
00645	Rene Leblond	FRA	93	-	55	-
00656	Rimpau Bastard II	DDR	94	-	42	-
00663	Rode Ris	NLD	91	-	93	-
00677	Rubis	SWE	118	+	97	-
00678	Ruda		107	+	85	-
00680	Rudest	FRA	82	-	69	-
00681	Rudy	USA	93	-	35	-
00696	Russischer Korschow 278		77	-	53	-
00704	Sadorka		50	-	76	-
00722	Aumur d Automne	FRA	93	-	81	-
00726	Schindlers N.Z.	DEU	88	-	80	-
00727	Schlansdter Dickkopf	DEU	123	+	105	+
00737	Sah-Ming		95	-	72	-
00741	Selecty Bastard	CSK	92	-	66	-
00742	Selm M 65-3157		90	-	75	-
00743	Selection 101		121	+	103	+
00754	Siegfried	DEU	101	+	101	+
00779	Słoneczna ze Svaloef		121	+	112	+
00787	Sophiehof X		105	+	88	-
00788	Spaldings Prolifc	GBR	91	-	82	-
00792	Sperlings Sinslebener N.Z.		98	-	92	-
00794	Splendeur-Vilmorin		91	-	93	-
00814	Steadfast	GBR	118	+	118	+
00825	Stieglers Protos		89	-	95	-
00827	Stojkiste		85	-	92	-
00834	Strubes Kreuzung	DEU	253	+	256	+
00835	Strubes Kreuzung 210 Begr.	DEU	114	+	101	+
00836	Stumpenweizen		102	+	98	-
00838	Sturmweizen		197	+	197	+
00855	Svaloefs Bore II	SWE	98	-	127	+
00856	Svaloefs Brigitta	SWE	111	+	108	+
00868	Svaloefs Skandia III	SWE	104	+	100	0
00870	Svaloefs Skandiavete II	SWE	94	-	105	+
00872	Svaloefs Sonnet II	SWE	92	-	93	-
00885	Szekacs 1510	HUN	134	+	119	+
00898	Tartanowska		112	+	113	+
00899	Tascona	USA	76	-	58	-
00907	Tenor	DEU	117	+	94	-
00935	Trigo Primavera	ESP	96	-	80	-
00938	Tritus	DEU	90	-	91	-
00943	Tschemaks Non Plus Ultra	AUT	93	-	91	-
00964	Ulyanovka	SUN	91	-	44	-
00971	Utracan MA	ARG	102	+	86	-

c.d. Tabela 2

PL	Odmiana Variety	Pochodzenie Origin	Lata przechowywania Years of preservation			
			15		17	
			Indeks Index	Kierunek Trend	Indeks Index	Kierunek Trend
00988	Victor II	GBR	94	-	100	0
00993	Vilmorin	FRA	106	+	118	+
00995	Vilmorin Ble de Are Sor	FRA	114	+	118	+
01000	Vilmorin-Sud	FRA	112	+	106	+
01009	Vogels Agaer Braunweizen	DEU	97	-	98	-
01025	Weibulls Ankar II	SWE	98	-	89	-
01026	Weibulls Banco	SWE	83	-	107	+
01029	Weibulls Eroika	SWE	95	-	109	+
01032	Weibulls Jarl I	SWE	94	-	98	-
01034	Weibulls Saxo	SWE	106	+	121	+
01040	Weiselburger Standard		92	-	101	+
01043	Welke Giersleben ST 4		100	0	100	0
01044	Welkes B 422		106	+	118	+
01048	Wetterauer Fuchs	DEU	115	+	105	+
01049	White Odessa	USA	79	-	89	-
01056	Willem I	NLD	105	+	100	0
01065	Wysokolitewka Antonińska	POL	112	0	112	0
01080	Zara		100	0	98	-
01105	02411		117	+	115	+
01106	02453		120	+	101	+
01115	184-1822		71	-	90	-
01227	Red	USA	82	-	76	-
01250	Verbesserter St. Johanner	AUT	103	+	112	+

Kierunek zmian — trend of changes

- Malejący
- Decreasing
- 0 Stały
- 0 Stable
- + Wzrastający
- + Increasing

Indeks wartości przechowalniczej poniżej 100 po 17 latach przechowywania stwierdzono u 38 odmian.

Poziom zdolności kiełkowania w ciągu 17 lat przechowywania zachowały 42 odmiany, które odznaczały się stabilnym charakterem przechowywania przy współczynniku zmienności V (poniżej 10%). Labilny charakter przechowywania przy V od 10,1% do 20% wykazało 15 odmian. Natomiast bardzo labilny charakter przechowywania od V 20,1% do 76% stwierdzono u 11 odmian.

Różna reakcja odmian na warunki przechowywania wyrażała się również tendencją w kierunku spadku lub wzrostu zdolności kiełkowania. Po 15 latach przechowywania stwierdzono spadek zdolności kiełkowania u 37 odmian, zachowanie zdolności kiełkowania na tym samym poziomie u dwóch i wzrost u 29 odmian. Natomiast po 17 latach przechowywania stwierdzono spadek zdolności kiełkowania u 38 odmian, zachowanie na tym samym poziomie u 4 odmian i wzrost u 26 odmian. Autor stwierdził podobne zjawisko zachowania zdolności kiełkowania u odmian pszenżyta ozimego po 12

latach przechowywania (Górski 2000) i jęczmienia ozimego po 8 i 15 latach przechowywania (2000 a).

WNIOSKI

1. Średnia zdolność przechowywania po 15 latach była na poziomie wyjściowej zdolności kiełkowania, natomiast po 17 latach stwierdzono spadek zdolności kiełkowania w stosunku do wyjściowej o 5,7 punktu procentowego.
2. Po 17 latach przechowywania najwyższą zdolność kiełkowania 93% stwierdzono u odmiany Weibuls Banco
3. Najniższą zdolność kiełkowania 12% po 17 latach przechowywania stwierdzono u odmiany Red Velvet Chaff.
4. Po 17 latach u 30% przechowywanych odmian stwierdzono wzrost zdolności kiełkowania. Dla tej grupy odmian indeks wartości przechowalniczej jest wyższy od 100.
5. Stabilne w przechowywaniu były 42 odmiany, dla których współczynnik zmienności V był mniejszy od 10%.
6. Zdolność kiełkowania na poziomie wyjściowym po 15 latach przechowywania zachowały odmiany Welke Giesleben ST 4 i Zara, a po 17 latach odmiany Svaloefts Skandia III, Victor II, Welke Giersleben ST4, Willem I
7. Odmiana Welke Giersleben ST 4 przez 17 lat przechowywania zachowała zdolność kiełkowania na poziomie 90%.
8. Zastosowany indeks wartości przechowalniczej, bez względu na różnice w wyjściowej i końcowej zdolności kiełkowania, wskazuje porównywalny kierunek zmian w zachowaniu żywotności ziarniaków.

LITERATURA

- Brewbaker J.L. 1970. Genetyka rolnicza. P W R i L Warszawa: 20 — 23.
- Dorywalski J., Gorzyński A., Rożnowska L., Tucholska H., Wojciechowicz M. 1956. Nasionoznawstwo roślin uprawnych. PWR i L, Warszawa
- Desai B.B., Kotecha P.M., Salunkhe D.K. 1997. Seeds. Handbook. Marcel Dekker, Inc., New York
- Gabińska K., Narkiewicz-Jodko M., Schneider K. 1991. Wpływ wieloletniego przechowywania na wartość siewną pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 180: 43 — 52
- Grzebiuk St. 1967. Fizjologia nasion. P W R i L, Warszawa
- Górecki R., Kulka K., Puchalski J. 1998. Mechanizm starzenia się nasion w aspekcie długiego przechowywania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 463: 191 — 209
- Góral St. 1988. Gromadzenie i opracowywanie zasobów genowych dla hodowli roślin w Polsce. Zesz. Probl. IHAR: 7 — 15.
- Górski M. 1993. Zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy jarej w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 188: 255 — 260.
- Górski M. 1995. Żywotność ziarniaków pszenicy ozimej w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 193: 95 — 101.
- Górski M. 1998. Zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy ozimej w długoterminowym przechowywaniu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 463: 245 — 254.
- Górski M. 1999. Żywotność nasion lnu w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 210: 189 — 192.

- Górski M. 1999 a. Zdolność kiełkowania ziarniaków żyta ozimego w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 212: 109 — 114.
- Górski M. 1999 b. Żywotność orzeszków gryki w długoterminowym przechowywaniu. Biul. Nauk. ART. Olsztyn 4:101 —106.
- Górski M. 2000. Zdolność kiełkowania różnych odmian i rodów pszenżyta ozimego po długoterminowym przechowywaniu. Zesz. Nauk. AR Szczecin 206: 79 — 82.
- Górski M. 2000 a. Żywotność ziarniaków jęczmienia ozimego w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 215: 195 — 199.
- Hawkes J.G. 1978. Zachowanie i wykorzystanie roślinnych zasobów genowych. Biul. IHAR 133: 139 – 145.
- International Seed Testing Association 1985. International Rules for Seed Testing. Seed Sci. Technol. 132 : 299 — 355
- Kulpa D. 1994. Ocena zdolności kiełkowania i wigoru przechowywanego ziarna pszenżyta. Biul. IHAR 190: 53 — 59
- Lityński M. 1978. Badania nad przechowywaniem nasion w latach 1951-1975. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 202: 7 — 50.
- Lonc W. 1984. Wpływ warunków przechowywania ziarna siewnego pszenicy ozimej, żyta i jęczmienia jarego na zdolność kiełkowania i plony. Biul. IHAR. 153: 165 — 184.
- Narkiewicz-Jodko M., Schneider J., 1990. Wpływ warunków przechowywania na wartość siewną i zdrowotną ziarna pszenżyta ozimego. Hod. Rośl. Aklim. 32, 5/6: 1 — 23.
- Polska Norma-79/R-65950. 1979. Metody Badania Nasion. Wyd. Norm., Warszawa
- Ruebenbauer T., Muller H. 1985. Ogólna hodowla roślin PWN, Warszawa: 21.
- Zalewski K., Górecki R., Górski M., Witkowski J. 1997. Metabolizm starych nasion. Zmiany fizjologiczne w nasionach roślin strączkowych podczas przechowywania. Biul. IHAR 201. 199 — 210.
- Wiłkojć A. 1978. Uwagi na temat opracowywania prognozy okresu przechowywania nasion. Biul. IHAR 133: 229 — 236.