

# Wartość siewna kwalifikowanego materiału siewnego pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum*) przechowywanego w magazynie nasiennym

Seed sowing value of certified seed of winter wheat (*Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum*) stored in storehouse

Elżbieta Maluszyńska <sup>1</sup>✉ , Dariusz R. Mańkowski <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie  
Zakład Bioenergetyki, Analiz Jakości i Nasiennictwa

<sup>2</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie  
Zakład Biologii Stosowanej

✉ e.maluszynska@ihar.edu.pl

Przez pięć lat w magazynie nasiennym w latach 2013-2018 przechowywano próby kwalifikowanego materiału siewnego pszenicy ozimej odmian Tonacja i Bamberka. Corocznie badano wartość siewną nasion: zdolność kiełkowania i wigor testem wzrostowym siewki, testem suchej masy siewki oraz szybkością kiełkowania jednego ziarniaka. Wykazano, że wigor nasion obu odmian mierzony różnymi testami obniżył się istotnie po trzech-czterech latach przechowywania. Zdolność kiełkowania uległa istotnemu obniżeniu dopiero po pięciu latach przechowywania. Materiał nasienny przechowywany przez jeden do dwóch lat w magazynie nie utracił wartości siewnej, natomiast dłużej przechowywany materiał powinien być badany pod względem zdolności kiełkowania i wigoru.

**Słowa kluczowe:** kwalifikowany materiał siewny, przechowywanie, pszenica ozima, wartość siewna

During the five years in the storehouse seed samples of the certified winter wheat seed material variety Tonacja and Bamberka were stored in the years 2013-2018. Every year the seed sowing value was investigated: germination capacity and vigour using seedling growth test, dry seedling weight and germination rate of one kernel. The seed vigour of both varieties measured by various tests was found to decrease significantly after three-four years of storage. Germination ability decreased significantly only in fifth year of storage. The seed material stored one-two years in the storehouse did not lose its sowing value, but longer stored seeds should be investigated according to germination capacity and vigour.

**Key words:** certified seed material, sowing value, storage, winter wheat

## Wstęp

Podczas długiego przechowywania nasiona tracą swój biologiczny potencjał, wartość ekonomiczną, a na końcu żywotność. Długość życia nasion kształtują właściwości genetyczne gatunku i warunki zewnętrzne (Łuczyńska 1976). Pierwszy czynnik związany jest z budową nasion i metabolizmem, a drugi z układem warunków w jakich nasiona dojrzewają i są przechowywane. Kompleks wymienionych czynników będzie optymalny dla zachowania pełnej żywotności, jeśli zapewni się stan anabiozy polegający na ograniczeniu procesów dysymilacyjnych podczas przechowywania. W oparciu o fizjologię przechowywania nasiona można podzielić na trzy grupy: (1) typowe (orthodox); (2) nietypowe (recalcitrant); (3) pośrednie (intermediate) (Roberts 1972). Pszenica należy do grupy o nasionach typowych, które dobrze znoszą obniżoną zawartość wody, czyli wysychanie. Według Gąsiorowskiego i Szebiotki (1974) materiał siewny zbóż może być przechowywany o wilgotności nie wyższej niż 14%. Co

roku w Polsce odnotowuje się niski tj. około 17% udział kwalifikowanego materiału siewnego w strukturze zasiewów (Oleksiak 2019). Producentów interesuje, jak długo można przechowywać materiał siewny bez utraty wartości siewnej. Nie zawsze cały materiał siewny danej odmiany zostanie sprzedany w jednym sezonie i pozostaje na rok następny. Klienci poszukują materiału z ostatniego roku zbioru i nie zwracają uwagi na materiał wyprodukowany wcześniej. Niekiedy brakuje popytu na określoną odmianę i rodzi się pytanie, czy nadal przechowywać ziarno, czy przeznaczyć na cele niesiewne. W literaturze mało jest doniesień na temat wartości siewnej kwalifikowanego materiału siewnego przechowywanego długi czas w warunkach zmiennej wilgotności i temperatury powietrza. Ellis (2022) twierdzi, że nasiona typowe, czyli typu orthodox w stanie suchym pozostają enigmą i dopiero po wyjęciu z przechowywania i zbadaniu można wnioskować o ich wartości.

Wobec powyższego celem pracy była ocena wartości siewnej kwalifikowanego materiału siew-

nego pszenicy ozimej, który przez pięć lat był przechowywany w warunkach magazynowych i co roku badany.

### Material i metody

Materiałem badawczym było trzynaście prób żelaznych, czyli duplikatów pobranych przez próbobiorcę z materiału kwalifikowanego C1 pszenicy ozimej. Próby ziarna reprezentowały partie zakwalifikowane laboratoryjnie ze zbioru w roku 2013 w Radzikowie. Ogółem było sześć prób odmiany Tonacja i siedem prób odmiany Bamberka. Materiał badawczy został umieszczony w papierowych torbach w osiatkowanej, metalowej szafie w magazynie nasiennym Zakładu Doświadczalnego IHAR-PIB w Radzikowie. W okresie od jesieni 2013 roku do jesieni 2018 r. prowadzono monitoring temperatury i wilgotności względnej powietrza w magazynie. W latach 2014-2018 każdego roku oceniano zdolność kiełkowania oraz wigor różnymi metodami. Corocznie w sierpniu wykonywano analizę zdolności kiełkowania wysiewając  $3 \times 50$  nasion w kuwetach według wymogów aktualnych Przepisów ISTA (2014-2018). Oceniano także wigor nasion testem wzrostowym siewki oraz suchej masy siewki zgodnie z metodyką podaną w ISTA Handbook of Vigour Test Methods

(1995). Ponadto wykonano ocenę średniego czasu kiełkowania jednego ziarniaka wg metodyki i wzoru Ellisa i Robertsa (1980).

W okresie od jesieni 2013 roku do jesieni 2018 r. prowadzono monitoring temperatury i wilgotności względnej powietrza w magazynie i stwierdzono, że temperatura wahała się od  $-7^{\circ}\text{C}$  do  $+31^{\circ}\text{C}$ , a wilgotność od 22% do 91% (Tab. 1). W każdym roku przed dokonaniem oceny wartości siewnej badano wilgotność nasion metodą suszarkową (Przepisy ISTA 2014-2018). Zakres wilgotności nasion wynosił od 12,0% do 14,5%. Materiał badawczy był materiałem siewnym zakwalifikowanym w stopniu C1 i miał zdolność kiełkowania w chwili włożenia do magazynu na poziomie 92-93%.

Różnice pomiędzy kolejnymi latami badań analizowano za pomocą testu F analizy wariancji dla powtarzanych pomiarów, a do porównań średnich wykorzystano procedurę porównań wielokrotnych Tukeya przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Zdolność kiełkowania do analizy wariancji poddano transformacji Bliss (Bliss, 1983). Obliczenia wykonano w programie Statistica w wersji 13.3 (TIBCO Software Inc., 2017). Na wykresach zaznaczono 95% przedział ufności dla wartości średniej.

Tabela 1  
Table 1

Warunki środowiska w magazynie nasiennym  
Environmental conditions in storehouse

Rok Year	Temperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ] Temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ]		Wilgotność względna powietrza [%] Relative air humidity [%]	
	min.	max.	min.	max.
2013	0,0	31,0	22	71
2014	-1,0	30,0	25	74
2015	3,8	31,0	31	77
2016	-7,0	31,0	30	84
2017	-5,0	30,0	25	75
2018	4,8	28,0	45	91

### Wyniki i dyskusja

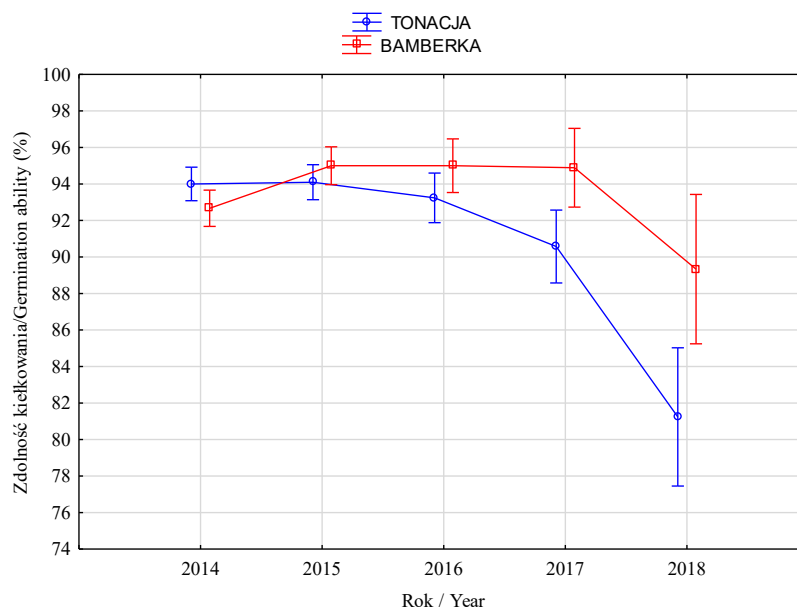
Pod względem zdolności kiełkowania analiza statystyczna wykazała istotną różnicę dla obu odmian (Tab. 2). Badany materiał nie tracił wartości siewnej aż do roku 2017, czyli po czterech latach przechowywania. Wtedy u odmiany Tonacja średnia zdolność kiełkowania wynosiła 91%, natomiast u Bamberki 95% (Rys. 1). U Tonacji obniżka zdolności kiełkowania była nieznaczna po czterech latach, natomiast po pięciu latach tj. w roku 2018 bardzo gwałtowna do wartości poniżej 82%. U Bamberki także po pięciu latach nastąpiło istotne obniżenie zdolności kiełkowania, jednak nie tak drastyczne, bo do wartości 89%. Analiza statystyczna wykazała wysoce istotny wpływ odmiany, roku badań przechowywanego materiału oraz

istotne interakcje dla wszystkich ocenianych cech (Tab. 2). Wigor nasion mierzony różnymi parametrami był zróżnicowany w zależności od odmiany oraz długości czasu przechowywania. Po pięciu latach przechowywania wigor wyrażony szybkością kiełkowania jednego ziarniaka był wyższy u odmiany Tonacja (średnio 2,74 dnia) niż u Bamberki (średnio 2,93 dnia) (Rys. 2, Tab. 2). Po roku i dwóch latach przechowywania u obu odmian wartość parametru była na podobnym poziomie. W roku 2016, czyli po trzech latach, średni czas kiełkowania jednego nasienia się wydłużył i wynosił 2-2,5 dnia. W latach następnych średni czas kiełkowania jednego nasienia wydłużył się do trzech dni, co oznacza, że starsze nasiona kiełkowały coraz wolniej. Kolasińska (2008) badała ziarno pszenicy traktowane różnymi zaprawami eko-

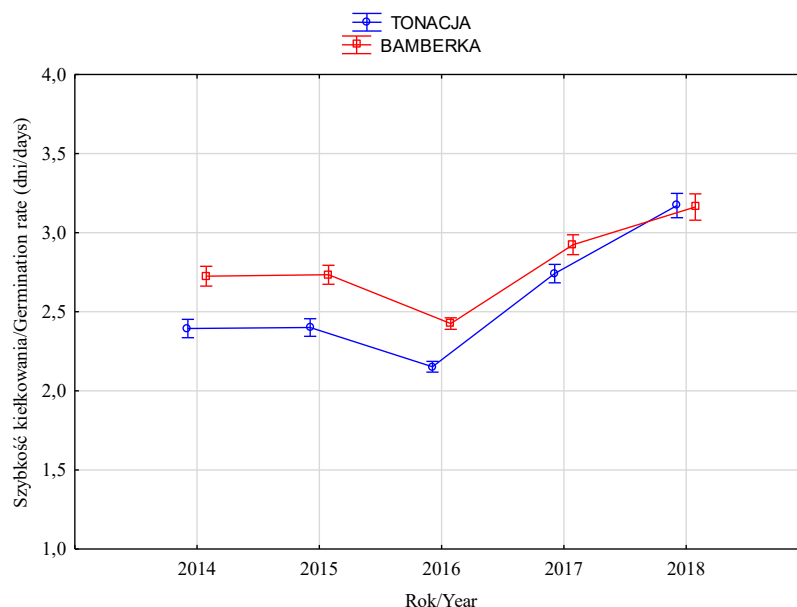
Tabela 2  
Table 2Podsumowanie analizy wariancji, wartości średnie i grupy jednorodne  
ANOVA summary, mean values and homogenous groups

Odmiana / Rok / Odmiana × Rok Cultivar / Year / Cultivar × Year	Zdolność kiełkowania [%] Germination ability [%]		Szybkość kiełkowania [dni] Germination rate [days]		Długość pędu [mm] Shoot Length [mm]		Długość korzenia [mm] Root Length [mm]		Sucha masa [g] Dry matter [g]	
	Średnia Mean	Grupy Groups	Średnia Mean	Grupy Groups	Średnia Mean	Grupy Groups	Średnia Mean	Grupy Groups	Średnia Mean	Grupy Groups
Bamberka	93,378	a	2,794	a	78,897	b	183,937	a	0,291	a
Tonacja	90,629	b	2,572	b	109,224	a	165,234	b	0,264	b
2014	93,333	a	2,547	c	102,626	ab	203,746	a	0,304	a
2015	94,548	a	2,554	c	107,197	a	202,640	a	0,298	a
2016	94,119	a	2,279	d	100,965	b	176,883	b	0,305	a
2017	92,730	a	2,826	b	81,119	c	136,683	d	0,231	b
2018	85,286	b	3,147	a	84,228	c	149,379	c	0,242	b
Bamberka 2014	92,667	ab	2,725	c	83,416	bcd	212,856	a	0,312	a
Bamberka 2015	95,000	a	2,734	c	85,022	bc	206,178	a	0,300	a
Bamberka 2016	95,000	a	2,426	d	79,758	cde	179,924	bc	0,314	a
Bamberka 2017	94,889	a	2,924	b	72,607	e	155,033	d	0,263	b
Bamberka 2018	89,333	c	3,162	a	73,684	de	165,696	cd	0,265	b
Tonacja 2014	94,000	a	2,394	d	119,091	a	195,937	ab	0,298	ab
Tonacja 2015	94,095	a	2,401	d	126,204	a	199,608	a	0,296	ab
Tonacja 2016	93,238	ab	2,152	e	119,143	a	174,276	cd	0,298	ab
Tonacja 2017	90,571	bc	2,741	c	88,415	bc	120,954	e	0,204	c
Tonacja 2018	81,238	d	3,171	a	93,265	b	135,392	e	0,204	c
Podsumowanie analizy wariancji dla powtarzanych pomiarów / ANOVA with repeated measures summary										
Statystyka F dla Odmiany F statistic for Cultivar	16,2**		155,10**		328,67**		34,84**		18,831**	
MSE dla czynnika MSE for factor	0,0007		0,015		136		487		0,00187	
Statystyka F dla Roku F statistic for Year	54,5**		240,19**		54,50**		114,19**		50,859**	
Statystyka F dla interakcji F statistic for interaction	5,7**		11,16**		14,82**		5,47**		5,127**	
MSE dla powtarzanych pomiarów MSE for repeated measures	0,0007		0,018		91		307		0,00096	

\*\* — istotne przy  $\alpha=0,01$ ; średnie z tą samą literą nie różnią się istotnie; MSE — średni kwadrat odchylenia dla błędu losowego\*\* — significant at  $\alpha=0,01$ ; means with the same letter do not differ significantly; MSE — mean square error



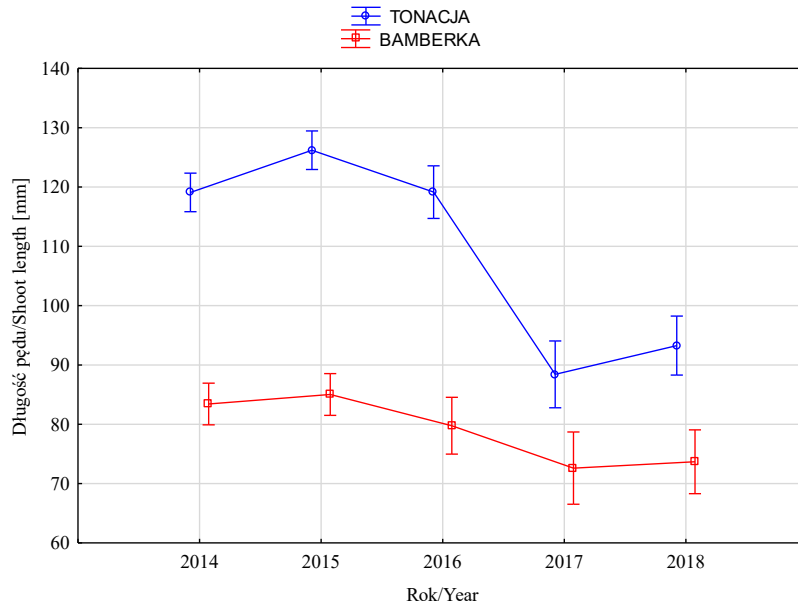
**Rys. 1. Zdolność kiełkowania odmian objętych badaniami w zależności od roku [%].**  
**Fig. 1. Germination ability of cultivars covered by the research depending on the year [%].**



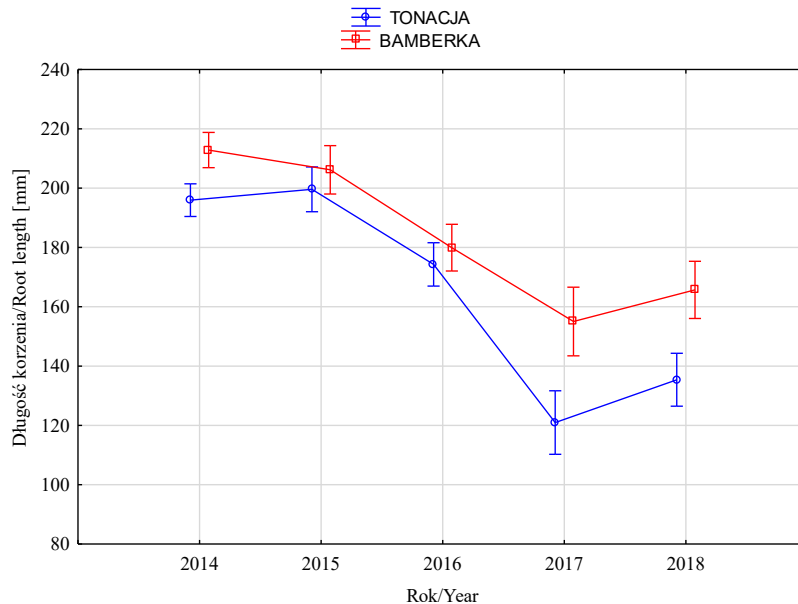
**Rys. 2. Szybkość kiełkowania jednego ziarniaka [dni].**  
**Fig. 2. Germination rate of one kernel [days].**

logicznymi i stwierdziła, że ziarniaki pszenicy po zaprawieniu sodą kiełkowały najszybciej tj. po 1,3 dnia. W prezentowanych badaniach wigor był corocznie oceniany testem wzrostowym siewki. Wyższą część pędową siewki miała pszenica Tonacja (Rys. 3, Tab. 2). Po czterech latach przechowywania tj. w roku 2017 nastąpiło gwałtowne obniżenie wartości tego parametru. U Bamberki także wigor obniżył się istotnie w stosunku do roku 2014 i 2015, ale obniżenie nie było tak drastyczne, jak u Tonacji. Inaczej kształtowała się długość części korzeniowej siewki, gdyż Bamberka miała wyższą wartość w każdym roku badań (Rys. 4, Tab. 2). Po czterech latach tj. w roku 2017 u obu odmian nastąpił spadek wigoru nasion z tym, że

u Tonacji większy niż u Bamberki. Także ziarno odmiany Bamberka miały istotnie wyższy wigor pod względem suchej masy siewek normalnych po pięciu latach przechowywania (Rys. 5, Tab. 2). U obu odmian przez pierwsze trzy lata przechowywania wartość tego parametru była na takim samym poziomie, a w czwartym i piątym roku gwałtownie się obniżyła. Inni autorzy jak Grzyś i in. (1997) w swoich badaniach wykazali, że najlepszym wskaźnikiem wigoru nasion grochu i bobiku była aktywność dehydrogenaz i sucha masa siewek. W prezentowanych badaniach, tak samo jak sucha masa siewki, średnia długość części pędowej siewki była niższa w roku 2017 w porównaniu do lat poprzednich. U obu odmian już w roku



Rys. 3. Długość części pędowej siewki [mm].  
Fig. 3. Shoot length of seedling [mm].

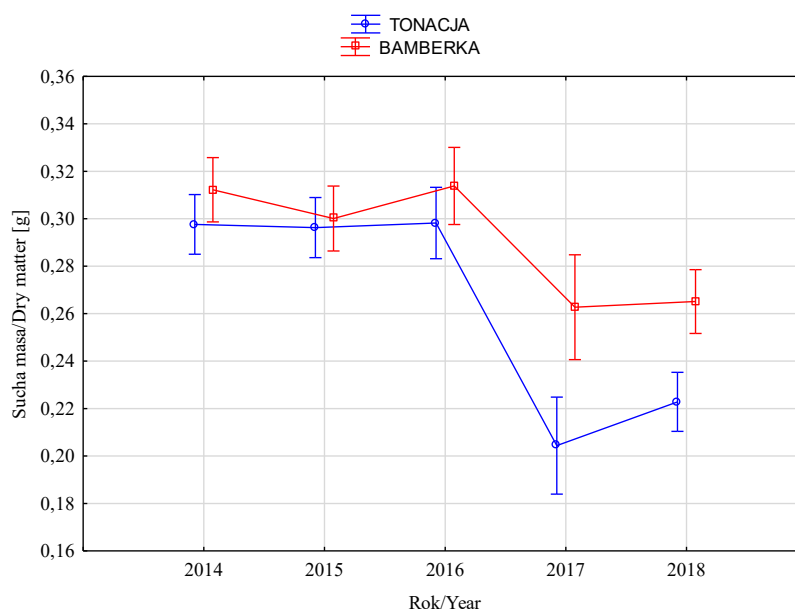


Rys. 4. Długość części korzeniowej siewki [mm].  
Fig. 4. Root length of seedling [mm].

2016, czyli po trzech latach przechowywania stwierdzono istotnie niższą długość części korzeniowej siewki, która także obniżyła się w czwartym i piątym roku badań. Według Krzymuskiego (1994) degradacja materiału nasiennego w kolejnych generacjach wiąże się z obniżaniem wartości siewnej. W prezentowanych badaniach nie oceniano kolejnych generacji, ale ten sam materiał przechowywany przez kolejne lata. Starzenie się nasion zależy, nie tylko do warunków przechowywania, ale też od składu chemicznego nasion oraz ich traktowania tj. zaprawiania lub innych zabiegów. Badania Faligowskiej i in. (2012) dotyczące zaprawianych nasion łubinu wykazały obniżkę zdolności kiełkowania i wigoru już po 240 dniach prze-

chowywania. Panasiewicz i in. (2012) badały przechowywanie zaprawionego ziarna pszenicy przez 180 dni i stwierdziły istotne zmniejszenie zdolności kiełkowania i wigoru. Po 180 dniach lepszy wigor miało ziarno przechowywane w warunkach 70% wilgotności względnej powietrza niż w niższej.

Według Majchrzyckiego i Peplińskiego (2017) analiza z lat 2010-2016 wykazała, że pozycja rynkowa polskich firm hodowli pszenicy ozimej uległa pogorszeniu. Dotyczyło to zarówno liczby odmian w rejestrze jak i reprodukcji na kwalifikowanych plantacjach nasiennych. W latach prowadzenia badań (2013-2018) liczba zarejestrowanych odmian pszenicy ozimej wzrosła z 80 do 108. Nie-



**Rys. 5. Sucha masa siewki [g].**  
**Fig. 5. Dry matter of seedling [g].**

stety wzrost dotyczył odmian zagranicznych, a nie krajowych. Odnosiło się to także do arealu upraw nasiennych. Proces hodowli nowej odmiany jest czasochłonny i kapitałochłonny i może trwać do 9-13 lat. Powierzchnia reprodukcji zbóż w analizowanym okresie wzrosła do 142,8 tys. ha (Oleksiak 2019). Było to korzystne z punktu widzenia poprawy efektywności produkcji pszenicy oraz jej wartości siewnej. Niemniej jednak dokonano się przy wykorzystaniu odmian hodowli zagranicznej.

Materiał siewny może być przechowywany w różnych magazynach. Bowszys (2006) już po kilku dniach stwierdził spadek zdolności kiełkowania podczas przechowywania ziarna w silosach metalowych. Natomiast Kusińska (2008) wykazała, że zdolność kiełkowania pszenicy zależała od wartości obciążenia statycznego, zawartości wody i czasu przechowywania. Autorka potwierdziła, że pszenica przechowywana przez 15 dni w silosach, w większości przypadków nie nadawała się jako materiał siewny z powodu zbyt niskiej zdolności kiełkowania. Prezentowane badania w niniejszej pracy dotyczyły prób ziarna o masie 1 kg, gdzie obciążenia statyczne nie miały miejsca. Lonc (1984) w swoich badaniach stwierdził, że gdy wysiewano materiał o zdolności kiełkowania wyższej niż 50% to warunki i czas przechowywania nie miały wpływu na wysokość plonu. Ponadto badał wilgotność pszenicy ozimej składowanej w magazynie płasko w workach z polipropylenu i ocenił, że jej wilgotność wzrastała od 11% na początku składowania do 17% w trzecim roku przechowywania. Zbyt wysoka wilgotność była przyczyną utraty wartości siewnej. Według Yadava i Ellisa (2018) taki sam materiał przechowywany w her-

metrycznych pojemnikach do trzech lat zachowywał wartość siewną, co potwierdza, że długość życia nasion jest zależna od środowiska w jakim są przechowywane. Natomiast Gabińska i in. (1991) wskazywały na związek pomiędzy obniżeniem zdolności kiełkowania w trakcie przechowywania, a występowaniem grzybów na nasionach. Autorki badały nasiona pszenżyta ozimego i stwierdziły, że zmienna temperatura przechowywania powodowała szybką utratę wartości siewnej, co było związane z uszkodzeniem ziarniaków w okolicy zarodka i stopniem porażenia przez grzyby z rodzaju *Aspergillus* i *Penicilium*. Ponadto podejmowano próby znalezienia różnych wskaźników jakości, poza zdolnością kiełkowania, które mogą informować o wartości biologicznej nasion (Delouche i Baskin, 1973). Potencjał przechowalniczy nasion jest związany z poziomem wigoru. Gdy podczas przechowywania wystąpi stres w postaci wzrostu temperatury lub wilgotności względnej, nasiona o wysokim wigorze znoszą stres lepiej. Początkowy wigor ma wpływ na stan nasion przechowywanych w warunkach kontrolowanych, czyli w niskiej temperaturze oraz niskiej zawartości wody w nasionach. Wiewióra (2006) stwierdziła, że wigor ziarna jęczmienia zmieniał się między innymi w zależności od roku zbioru, odmiany, warunków przechowywania i zaprawy. Ziarno przechowywane w stałej temperaturze  $-15^{\circ}\text{C}$  charakteryzowało się lepszym wigorem niż przechowywane w warunkach niekontrolowanych. Najwyższe wartości wigoru po przechowywaniu stwierdzono dla nasion zaprawionych zaprawą Vitavax, szczególnie pod względem długości części korzeniowej siewki, która była dłuższa średnio o 7,1 mm. Mazurek (1987) badał jare gatunki zbóż

i stwierdził, że wysoka wartość reprodukcyjna została zachowana dla jęczmienia jarego i owsa przez cztery lata, dla pszenżyta przez trzy lata, a dla pszenicy jarej przez dwa lata. Kolasińska (2009) wykazała, że wartość przechowalnicza badana testem sztucznego starzenia była dobra dla jęczmienia, gdyż nie obserwowano różnicy liczby siewek normalnych przed zabiegiem sztucznego starzenia i po zabiegu. Natomiast u pszenicy i owsa zdolność kiełkowania uległa istotnemu obniżeniu po zastosowaniu testu sztucznego starzenia. Autorka badała ziarno pochodzące z ekologicznych plantacji nasiennych. Ponadto wykazała wpływ roku zbioru na szybkość degradacji ziarniaków jęczmienia i pszenicy. Prezentowane w niniejszej pracy badania dotyczą prób ziarna pszenicy ozimej o masie 1 kg i nie są reprezentatywne dla całej partii o masie 30 ton, która może być przechowywana w magazynie. Jednak wskazują na różnice wartości siewnej po przechowywaniu pomiędzy odmianami pochodzącymi z tego samego miejsca uprawy.

### Podsumowanie

Dopiero po pięciu latach przechowywania stwierdzono istotne obniżenie zdolności kiełkowania materiału siewnego pszenicy ozimej. Przepro-

wadzone analizy wigoru wykazały, że pszenica Tonacja miała niższy średni czas kiełkowania jednego ziarniaka (tzn. kiełkowała szybciej) we wszystkich latach badań, poza ostatnim rokiem, gdy miała taką samą wartość jak odmiana Bamberka (ponad trzy dni). Natomiast wigor oceniany testem wzrostowym siewki wykazał istotnie różny wzrost siewek obu odmian. W każdym roku siewki Tonacji miały dłuższą część pędową, a Bamberki dłuższą część korzeniową oraz większą suchą masę siewki. Oznacza to, że pszenica Bamberka lepiej się ukorzeniała. Wykazano, że wigor ziarna obu odmian obniżył się od trzeciego-czwartego roku przechowywania, a zdolność kiełkowania uległa istotnemu obniżeniu dopiero po pięciu latach przechowywania. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że analiza wartości siewnej rezerw nasiennych lub tzw. remanentów powinna być poszerzona o ocenę wigoru. W praktyce oznacza, że rolnik nie musi obawiać się utraty wartości siewnej pszenicy przechowywanej w dobrych warunkach przez rok lub dwa lata. Natomiast materiał siewny dłużej przechowywany powinien być, poza zdolnością kiełkowania, badany także pod względem wigoru nasion.

### Literatura

- Bliss C.I. 1983. The Transformation of Percentages for Use in the Analysis of Variance. The Ohio Journal of Science, Vol. 38, No. 1: 9-12.
- Bowszys J. 2006. Doskonalenie technologii suszenia i przechowywania w cylindrycznych silosach zbożowych. Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie Z. 302
- Delouche J.C., Baskin C.C. 1973. Accelerated ageing techniques for predicting the storability of seed lots. Seed Sci. & Technol. 1: 117-128.
- Ellis R.H., Roberts E.H. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. Hebblethwaite P.D. (ed.) Seed production. London, UK: 605-635.
- Ellis R.H. 2022. Seed ageing, survival and the improved seed viability equation; forty years on. Seed Sci. & Technol. 50, 1 Suppl.: 1-20. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2022.50.1.s.01>
- Faligowska A., Bartos-Spychała M., Panasiewicz K. 2012. The effect of storage period on sowing value and vigour of narrow leaved lupin dressed seed. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 52(4): 1151-1155.
- Gabińska K., Narkiewicz-Jodko M., Schneider J. 1991. Wpływ wieloletniego przechowywania na wartość siewną pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 180: 43-56.
- Gąsiorowski H., Szebiotko K. 1974. Współczesne metody przechowywania mokrego ziarna zbóż. Post. Nauk Rol. 6: 55-68.
- Grzyś E., Bielecki K., Demczuk A. 1997. Przydatność wybranych metod w określaniu wigoru nasion grochu i bobiku. Zesz. Nauk. we Wrocławiu 308, Rolnictwo LXIX: 1-15
- Handbook of vigour test methods, 1995. ISTA Secretariat, Zurich, Switzerland
- ISTA List of Stabilized Plant Names 7th Edition. 2020. International Seed Testing Association.
- Kolasińska K. 2008. Wpływ naturalnych metod zaprawiania na zdolność kiełkowania i wigor zbóż jarych wyprodukowanych na ekologicznych plantacjach nasiennych. Biul. IHAR 247: 15-30.
- Kolasińska K. 2009. Wartość siewna i reakcja ziarniaków zbóż jarych wyprodukowanych na ekologicznych plantacjach nasiennych na stres suszy symulowanej glikolem polietylenowym. Biul. IHAR 251: 53-66.
- Krzymuski J. 1994. Optymalizacja częstości wymiany odmian i nasion zbóż. Cz. 4 Degeneracja nasion. Biul. IHAR 189: 141-149.
- Kusińska E. 2008. Wpływ warunków przechowywania ziarna pszenicy na zdolność kiełkowania. Inżynieria Rolnicza 9 (107): 165-171.
- Lonc W. 1984. Wpływ warunków przechowywania ziarna siewnego pszenicy ozimej, żyta i jęczmienia jarego na zdolność kiełkowania i plony. Biul. IHAR 153: 165-184.
- Luczyńska J. 1976. Biochemiczne aspekty procesu starzenia się nasion. Wiad. Bot. XX z. 3: 169-179
- Majchrzycki D., Pepliński B. 2017. Analiza rynku kwalifikowanego materiału siewnego pszenicy ozimej. Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. Tom. XIX z. 2: 158-164
- Mazurek J. 1987. Wpływ czasu przechowywania na wartość siewną i reprodukcyjną ziarna zbóż jarych. Pam. Puł. z. 89: 155-163.
- Oleksiak T. 2019 Rynek nasion. Analizy Rynkowe. Rynek środków produkcji dla rolnictwa – stan i perspektywy. Nr 46: 37-44

Panasiewicz K., Faligowska A., Pocijewska M. 2012. Wartość siewna oraz wigor zaprawianego ziarna dwóch odmian pszenicy ozimej w zależności od warunków przechowywania. Nauka, Przym. Technol. 6(3):1-8

Przepisy Oceny Nasion ISTA, 2014-2018, Wydanie polskie. IHAR-PIB, Radzików.

Roberts E.H. 1972. Viability of seeds. The Scientific Division of Associated Book Publishers. London: 59-63.

TIBCO Software Inc. 201. Statistica (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io>.

Wiewióra B. 2006. Wartość siewna, zdrowotność i skład chemiczny ziarna jęczmienia jarego przechowywanego w różnych warunkach. Biul. IHAR 242: 89-103.