

Evaluation of sowing value and vigor of dressed grain of winter triticale and rye depending on the cultivar and period of storage

Ocena wartości siewnej i wigoru zaprawionego ziarna pszenżyta ozimego i żyta w zależności od odmiany i okresu jego przechowywania

Katarzyna Panasiewicz, Agnieszka Faligowska, Grażyna Szymańska

Summary

The two, two-factorial laboratory experiments were carried out at the Agronomy Department of Poznan University of Life Sciences. The first factor of first experiment considered were winter triticale cultivars: Fidelio, Woltario, and in the second experiment winter rye cultivars: Arant, Gradan, Nawid. Cereal grain was dressed with fludioxonil (winter triticale) and karboxin + thiram (winter rye). The second experimental factor was a storage period of grain. The grain was evaluated directly after dressing and 180 days after the treatment. The results of the studies revealed that the cultivar Fidelio was characterized by a higher sowing value of grain and vigor than the cultivar Woltario. Six-month storage period of dressed grain of winter triticale caused a significant reduction in grain germination capacity, a simultaneous increase in the number of dead grains as well as a deterioration of grain vigor parameters. In the experiment with rye the best of sowing value showed the cultivar Nawid and the worst one the cultivar Arant. A half year storage period decreased germination capacity of the dressed grain, but did not significantly influence its vigor.

Key words: seed dressing, cereal, germination capacity, vigor, storage

Streszczenie

W Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu założono dwa, dwu-czynnikowe doświadczenia laboratoryjne. Pierwszym czynnikiem, pierwszego doświadczenia były odmiany pszenżyta ozimego: Fidelio i Woltario, a drugiego odmiany żyta ozimego: Arant, Gradan, Nawid. Przed założeniem doświadczeń, ziarno było zaprawiane (pszenżyto ozime – fludioksonil, żyto – karboksyna + tiuram). Czynnikiem drugiego rzędu obu doświadczeń był okres przechowywania ziarna. Ziarno było oceniane po zaprawieniu i po 180 dniach od zaprawiania. Na podstawie wykonanych badań stwierdzono, iż odmiana Fidelio charakteryzowała się wyższymi parametrami jakości siewnej oraz wigoru. Półroczny okres przechowywania ziarna pszenżyta ozimego powodował istotne obniżenie zdolności kiełkowania, jednoczesny wzrost liczby ziarniaków martwych oraz pogorszenie parametrów wigoru ziarna. W doświadczeniu z żytem, najlepszą wartość siewną miała odmiana Nawid, a najgorszą Arant. Po pół roku przechowywania, zaprawione ziarno miało obniżoną zdolność kiełkowania, natomiast wigor nie był istotnie różnicowany.

Słowa kluczowe: zaprawa nasienna, zboża, zdolność kiełkowania, wigor, przechowywanie

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Agronomii
Dojazd 11, 60-632 Poznań
panas@up.poznan.pl

Wstęp / Introduction

Zdolność kiełkowania jest cechą biologiczną, mającą praktyczne znaczenie przy ocenie ziarna jako materiału siewnego (Kusińska 2008). Na kiełkowanie może wpływać wiele czynników takich, jak: porażenie grzybami, szkodniki, temperatura, wilgotność i uszkodzenia ziarna (Al-Yahya 2001). Przechowywane ziarno traci masę i jakość (Mathew 2010). Kiełkowanie jest pierwszym i najbardziej miarodajnym wskaźnikiem poziomu pogorszenia jakości przechowywanego ziarna (Sathya i wsp. 2008). Często bywa tak, że niesprzedane, zaprawione ziarno pozostaje w magazynach przez rok, a nawet dłużej (Krzyżińska i wsp. 2009). Stosowanie zapraw nasiennych ogranicza występowanie infekcji (Siddiqui i Zaman 2004), ale z drugiej strony fungicydy mogą wpływać na wzrost udziału nasion martwych i uszkadzać siewki (Moreno-Martinez i wsp. 1998).

Celem doświadczenia było określenie wpływu okresu przechowywania na wartość siewną i wigor zaprawionego ziarna dwóch odmian pszenżyta ozimego i trzech odmian żyta.

Materiały i metody / Materials and method

W Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu przeprowadzono dwa, dwuczynnikowe doświadczenia laboratoryjne, każde w trzech niezależnych seriach. Przedmiotem doświadczenia pierwszego było pszenżyto ozime. Czynnikiem I stanowiły dwie odmiany: Fidelio i Woltario. Przed założeniem doświadczenia ziarno zaprawiono jednoskładnikową zaprawą zawierającą fludioksonil, za pomocą zaprawiarki mechanicznej typu Wencel 1 w dawce 200 ml/100 kg ziarna z dodatkiem 400 ml wody zgodnie z zaleceniami Instytutu Ochrony Roślin (Zalecenia 2008/2009) i producenta. Czynnikiem II rzędu był okres przechowywania, ziarno oceniane było bezpośrednio po zaprawieniu i po przechowaniu (180 dni po zabiegu zaprawienia).

Doświadczenie drugie dotyczyło żyta ozimego. Czynnikiem I stanowiły trzy odmiany: Arant, Gradan i Nawid. Przed wykonaniem badań, ziarno zostało zaprawione, zaprawą zawierającą jako substancję aktywną: karboksynę i tiuram, w dawce 250–300 ml/100 kg ziarna z dodatkiem wody w proporcji 1:1, przy pomocy wyżej wymienionej zaprawiarki. Czynnikiem II podobnie, jak w przypadku pszenżyta ozimego był okres przechowywania, ziarno oceniano bezpośrednio po zaprawieniu i po przechowaniu (180 dni po zabiegu zaprawienia).

Pszenżyto oraz żyto przechowywane były w trójwarstwowych torebkach papierowych, w temperaturze 5–10°C i wilgotności 60–70%. W trakcie badań wykonano ocenę wartości siewnej oraz testy wigorowe zgodnie z zaleceniami Międzynarodowego Związku Oceny Nasion (International Seed Testing Association, ISTA (2006). Wyniki badań poddano ocenie statystycznej, a najmniejszą istotną różnicę oszacowano testem t-Studenta na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Ocena podstawowych parametrów wartości siewnej ziarna pszenżyta ozimego wykazała zróżnicowany wpływ omawianych czynników. W przypadku energii kiełkowania nie odnotowano istotnego zróżnicowania w zależności od odmiany, jak i okresu przechowywania. Z kolei zdolność kiełkowania istotnie modyfikowana była okresem przechowywania ziarna. Magazynowanie zaprawionego ziarna pszenżyta ozimego przez okres 180 dni powodowało znaczne pogorszenie jego jakości, co również znalazło potwierdzenie w przypadku liczby ziarniaków martwych (tab. 1).

Również wcześniejsze badania Panasiewicz i wsp. (2008) wykazały zróżnicowane reakcje w przypadku przechowywania zaprawionego materiału siewnego jęczmienia jarego, kukurydzy oraz żyta. Jak podają autorzy taka reakcja może zależeć od gatunku oraz zastosowanej substancji aktywnej.

Tabela 1. Wartość siewna ziarna pszenżyta ozimego w zależności od odmiany i okresu przechowywania ziarna [%]

Table 1. The sowing value of winter triticale grain depending on the cultivar and storage period [%]

Czynniki doświadczenia Experimental factors	Liczenie [dni] – Couning [days]:		Ziarniaki martwe Dead grains
	pierwsze – first	końcowe – total	
Odmiana – Variety			
Fidelio	96	93	6
Woltario	95	89	10
NIR (0,05) – LSD (0.05)	r.n.	r.n.	r.n.
Okres przechowywania [dni] – Period of storage [days]			
0	95	96	3
180	95	86	13
NIR (0,05) – LSD (0.05)	r.n.	4,5	4,5

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

Podobnie badania Krzyżińskiej i wsp. (2009) na ziarnie jęczmienia ozimego i pszenicy ozimej wykazały istotny wpływ czasu przechowywania ziarniaków na zdolność kiełkowania oraz parametry wigorowe ziarniaków zbóż. Według Huynha i Gaura (2005) przechowywanie zaprawionego ziarna ryżu przez okres sześciu miesięcy także przyczyniało się do spadku zdolności kiełkowania, przy czym reakcja zależała od zastosowanej zaprawy.

Zgodnie z założeniami Międzynarodowego Związku Oceny Nasion (ISTA 2006) zarówno ocena pierwszego liczenia (energii kiełkowania), jak i drugiego (zdolności kiełkowania) przeprowadzane są w optymalnych warunkach środowiska, tj. temperatury i wilgotności. Zadaniem takiej oceny jest przede wszystkim określenie potencjalnych możliwości kiełkowania i dalszego rozwoju roślin w warunkach kontrolowanych. W praktyce trudno jednak o tak idealne parametry, stąd coraz częściej ocenę danej partii materiału siewnego poszerza się o ocenę wigoru, która umożliwia udzielenie szerszej informacji o jakości danego materiału siewnego. Już w 1977 roku Międzynarodowy Związek Oceny Nasion (ISTA), przyjął, iż wigor nasion jest całkowitą sumą tych właściwości nasion,

które określają poziom aktywności i zachowania się nasienia lub próby nasion podczas kiełkowania i wschodów (Rochalska i Orzeszko-Rywka 2004). Jednak, aby dokonać właściwej oceny nasion według McDonalda (2002) wskazane jest wykonanie serii kilku testów wigorowych. W badaniach własnych przeprowadzono ocenę wigoru ziarna pszenżyta ozimego wykonując test wzrostu siewki oraz test szybkości wzrostu w zależności od omawianych czynników.

Wyższym wigorem wyrażonym za pomocą testu wzrostu siewki charakteryzowała się odmiana Fidelio (tab. 2). Średnio, półroczny okres przechowywania przyczynił się do skrócenia średniej długości siewki o około 36%, tj. 3,12 cm. W przypadku obu odmian, najwyższe parametry omawianego testu stwierdzono bezpośrednio po zaprawieniu. Po przechowywaniu największą redukcję długości siewki odnotowano u odmiany Fidelio, jednak w porównaniu do Woltario można stwierdzić, iż odmiana ta zachowuje wyższe parametry, pomimo gorszej reakcji na ten czynnik. Jak wynika z wcześniejszych badań Panasiewicz i wsp. (2009) roczne

Tabela 2. Wigor pszenżyta ozimego w zależności od odmiany i okresu przechowywania ziarna

Table 2. Vigor of winter triticale depending on the cultivar and storage period

Odmiana – Variety	Okres przechowywania [dni] – Period of storage [days]		Średnio Average
	0	180	
Test wzrostu siewki [cm] – Seedling growth test [cm]			
Fidelio	9,50	5,87	7,68
Woltario	7,70	5,10	6,40
Średnio – Average	8,60	5,48	–

NIR (0,05) dla odmiany – LSD (0.05) for variety – 0,52

NIR (0,05) dla okresu przechowywania – LSD (0.05) for period of storage – 0,45

NIR (0,05) dla interakcji – LSD (0.05) for interaction – 0,64

Test szybkości wzrostu siewki [mg/siewka] – Seedling evaluation test [mg/seedling]			
Fidelio	8,08	6,18	7,13
Woltario	6,74	5,94	6,34
Średnio – Average	7,41	6,06	–

NIR (0,05) dla odmiany – LSD (0.05) for variety – r.n.

NIR (0,05) dla okresu przechowywania – LSD (0.05) for period of storage – 0,52

NIR (0,05) dla interakcji – LSD (0.05) for interaction – 0,74

Indeks wigoru – Vigor index			
Fidelio	915	531	723
Woltario	744	420	582
Średnio – Average	830	475	–

NIR (0,05) dla odmiany – LSD (0.05) for variety – 82,0

NIR (0,05) dla okresu przechowywania – LSD (0.05) for period of storage – 37,6

NIR (0,05) dla interakcji – LSD (0.05) for interaction – r.n.

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

Tabela 3. Wartość siewna i wigor zaprawionego ziarna żyta
Table 3. Sowing value and vigor of dressed rye grain

Wyszczególnienie Specification	Odmiana – Cultivar		
	Arant	Gradan	Nawid
Energia kiełkowania [%] Germination energy [%]	90	96	98
NIR (0,05) – LSD (0.05)	3,1		
Zdolność kiełkowania [%] Germination capacity [%]	89	93	97
NIR (0,05) – LSD (0.05)	4,1		
Ziarniaki martwe [%] Dead seed [%]	11	7	3
NIR (0,05) – LSD (0.05)	4,1		
Test wzrostu siewki [cm] Seedling growth test [cm]	4,6	4,0	5,0
NIR (0,05) – LSD (0.05)	0,70		
Test szybkości wzrostu siewki [mg] Seedling growth rate test [mg]	3,7	3,9	3,9
NIR (0,05) – LSD (0.05)	r.n.		
Indeks wigoru Vigor index	406,6	374,7	479,1
NIR (0,05) – LSD (0.05)	61,03		

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Tabela 4. Wpływ okresu przechowywania na wartość siewną i wigor zaprawionego ziarna żyta [%]
Table 4. The influence of storage period on sowing value and vigor of dressed rye grain [%]

Wyszczególnienie Specification	Okres przechowywania – Storage period	
	ziarno po zaprawieniu grain after dressing	ziarno 180 dni po zaprawieniu grain 180 days after dressing
Energia kiełkowania [%] Germination energy [%]	94	96
NIR (0,05) – LSD (0.05)	r.n.	
Zdolność kiełkowania [%] Germination capacity [%]	97	89
NIR (0,05) – LSD (0.05)	3,1	
Ziarniaki martwe [%] Dead seed [%]	3	11
NIR (0,05) – LSD (0.05)	3,1	
Test wzrostu siewki [cm] Seedling growth test [cm]	4,7	4,4
NIR (0,05) – LSD (0.05)	r.n.	
Test szybkości wzrostu siewki [mg] Seedling growth rate test [mg]	3,8	3,9
NIR (0,05) – LSD (0.05)	r.n.	
Indeks wigoru Vigor index	453,8	386,4
NIR (0,05) – LSD (0.05)	r.n.	

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

magazynowanie zaprawionego ziarna pszenżyta ozimego odmiany Witon powodowało obniżenie wartości testu wzrostu siewki w przypadku zastosowania mieszaniny substancji karboksyny i tiuramu. Natomiast nie uzyskano takiego efektu w przypadku zaprawy zawierającej mieszaninę triadimenolu, imazalilu oraz fuberidazolu. Z kolei według Faligowskiej i Panasiewicz (2011) półroczny okres przechowywania zaprawionego fludioksenilem ziarna pszenicy ozimej odmiany Legenda powodował jedynie tendencję pogorszenia jego jakości siewnej.

Ocena wigoru w badaniach własnych za pomocą testu szybkości wzrostu siewki wykazała również, iż przechowywanie pogarszało suchą masę siewki, ale nie potwierdziła istotnego różnicowania pomiędzy ocenianymi odmianami. Wykazane współdziałanie wynikało z tego, że przechowywanie ziarna w przypadku obu odmian powodowało pogorszenie ich wigoru, przy czym największą różnicę stwierdzono u odmiany Fidelio.

Zarówno odmiana, jak i okres przechowywania materiału siewnego istotnie modyfikowały indeks wigoru. U odmiany Fidelio indeks wigoru wynosił 723 i był wyższy od odmiany Woltario o około 24%. Przechowywanie ziarna średnio dla obu odmian powodowało obniżenie wigoru oceniane za pomocą indeksu o około 75%, przy czym największą redukcję tego parametru odnotowano podobnie, jak w przypadku innych cech u odmiany Fidelio. Faligowska i Panasiewicz (2011) w badaniach z pszenicą ozimą również wykazały pogorszenie wigoru w wyniku magazynowania zaprawionego ziarna przez okres 180 dni.

W doświadczeniu z żytem ozimym najwyższymi parametrami wartości siewnej charakteryzował się materiał siewny odmiany Nawid. Wyniki testu wzrostu siewki oraz indeks wigoru wykazały również najwyższe wartości dla odmiany Nawid. Najniższą energię i zdolność kiełkowania oraz największy udział ziarniaków martwych stwierdzono w przypadku odmiany Arant. Odmiana Gradan zgodnie z wynikami testu wzrostu siewki i indeksem wigoru miała najmniejszy wigor (tab. 3). W doświadczeniu nie stwierdzono istotnej interakcji pomiędzy odmianą a okresem przechowywania. Według Chwedorzewskiej i Puchalskiego (2004) najszybciej starzeją się ziarniaki żyta, pszenżyta, a najwolniej ziarniaki owsa i jęczmienia. Górski (2001) badał żywotność ziarniaków odmian żyta ozimego w długoterminowym przechowywaniu. Wyniki jego doświadczeń wykazały, że wraz z czasem przechowywania następował spadek średniej zdolności kiełkowania w latach, od 87,7% w 1981 roku do 65,3% w 2000 roku. Kwiatkowski i wsp. (1999) wykazali, że zdolność kiełkowania pszenicy przechowywanej krótkoterminowo (przez 5–6 tygodni) nie ulegała zmianie, natomiast po roku przechowywania obniżyła się o 3,6%, a po dwóch latach o 5,8%. Przechowywane od kwietnia do stycznia pszenicy w badaniach Malakera i wsp. (2008) utraciło zdolność kiełkowania z 95% do 75%. Podobnie, trzyletni okres przechowywania jęczmienia oraz czteroletni okres

przechowywania pszenicy istotnie obniżyły zdolność kiełkowania ziarna (Krzyżińska i wsp. 2009).

Półroczny okres przechowywania zaprawionego karboksyną i tiuramem ziarna żyta, spowodował istotne obniżenie jego zdolności kiełkowania o 4% oraz wzrost udziału ziarniaków martwych o 8%. Natomiast wigor nie był istotnie modyfikowany pod wpływem tego czynnika (tab. 4). W wielu doświadczeniach oceniane gatunki zbóż wykazywały różnicowaną reakcję wartości siewnej oraz wigoru na okres przechowywania i zaprawy (Moreno-Martinez i wsp. 1998; Sulewska i wsp. 2005; Panasiewicz i wsp. 2007a, b, 2008, 2009; Krzyżińska i wsp. 2009). W doświadczeniu Moreno-Martineza i wsp. (1998) zaprawione ziarno pszenicy po 120 dniach przechowywania, kiełkowało o 21–43% gorzej. Wcześniejsze badania Panasiewicz i wsp. (2008) wykazały, że zaprawa karboksyną i tiuram spowodowała obniżenie zdolności kiełkowania żyta również po 180 dniach przechowywania, a ziarno nie spełniało wymogu minimalnej zdolności kiełkowania materiału siewnego. Przechowywanie zaprawionego ziarna przez okres 6 miesięcy zmniejszyło również suchą masę siewki w teście szybkości wzrostu siewki, chociaż po 60 dniach odnotowano tendencję do zwiększenia średniej długości siewki w teście wzrostu siewki. W kolejnym doświadczeniu Panasiewicz i wsp. (2009) przechowywane przez rok, zaprawione karboksyną i tiuramem żyto, nie zareagowało istotnym obniżeniem zdolności kiełkowania, ale testy wzrostu siewki i szybkości wzrostu siewki wykazały pogorszenie jego wigoru. Natomiast Krzyżińska i wsp. (2009) stwierdzili, że ta sama zaprawa pomimo 3-letniego okresu przechowywania, miała istotny wpływ na poprawę przydatności siewnej ziarniaków jęczmienia.

Wnioski / Conclusions

1. Wyższe parametry jakości siewnej oraz wigoru odnotowano w przypadku odmiany pszenżyta ozimego Fidelio.
2. Półroczny okres przechowywania ziarna pszenżyta ozimego powodował istotne obniżenie zdolności kiełkowania, jednoczesny wzrost liczby ziarniaków martwych oraz pogorszenie parametrów wigoru ziarna.
3. Najlepsze parametry wartości siewnej oraz wigor miała odmiana żyta Nawid, a najgorsze Arant.
4. Półroczny okres przechowywania spowodował pogorszenie jakości siewnej zaprawionego ziarna żyta poprzez obniżenie jego zdolności kiełkowania i wzrost udziału ziarniaków martwych.
5. Zgodnie z wynikami testu wzrostu siewki i indeksem wigoru, najlepszym wigorem charakteryzowało się ziarno odmiany Nawid. Okres przechowywania nie miał istotnego wpływu na wigor ziarna.

Literatura / References

Al-Yahya S.A. 2001. Effect of storage conditions on germination in wheat. J. Agron. Crop Sci. 186: 273–279.

- Chwedorzewska K.J., Puchalski J. 2004. Morfologiczne, cytologiczne i biochemiczne aspekty długotrwałego przechowywania nasion typu „orthodox”. *Post. Nauk Rol.* 312 (6): 3–15.
- Faligowska A., Panasiewicz K. 2011. Wartość siewna i wigor ziarna pszenicy ozimej w zależności od okresu przechowywania oraz zastosowanej zaprawy. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 51 (1): 28–32.
- Górski M. 2001. Żywotność ziarniaków odmian żyta ozimego w długoterminowym przechowywaniu. *Pam. Puł.* 128: 91–96.
- Huynh V.N., Gaur A. 2005. Efficacy of seed treatment in improving seed quality in rice (*Oryza sativa* L.). *Omonrice* 13: 53–51.
- ISTA 2006. Międzynarodowe Przepisy Oceny Nasion. Międzynarodowy Związek Oceny Nasion.
- Krzyżnińska B., Mączyńska A., Doleżych D. 2009. Wpływ zapraw nasiennych na przechowywanie nasion zbóż i ich przydatność siewną. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 49 (2): 660–664.
- Kusińska E. 2008. Wpływ warunków przechowywania ziarna pszenicy na zdolność kiełkowania. *Inż. Rol.* 9 (107): 165–171.
- Kwiatkowski J., Szczukowski S., Tworkowski J. 1999. Wartość siewna ziarna pszenicy po różnych okresach przechowywania. *Pam. Puł.* 114: 227–231.
- Malaker P.K., Mian I.H., Bhuiyan K.A., Akanda A.M., Reza M.M.A. 2008. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. *Bangladesh J. Agril. Res.* 33 (3): 469–477.
- Mathew S. 2010. An evaluation on the viability on the post-harvested stored wheat grains. *Int. J. Pharm. Bio Sci.* 1 (4) B: 192–197.
- McDonald M.B. 2002. Standardization of Seed Vigor Tests. In: *Trade, Production and Technology*: 200–208. <http://www.seedconsortium.org/PUC/pdf%20files/30Standardization%20of%20Seed%20Vigour%20Tests.pdf>, dostęp: 03.02.2012.
- Moreno-Martinez E., Rivera A., Vazquez Badillo M. 1998. Effect of fungi and fungicides on the preservation of wheat seed stored with high and low moisture content. *J. Stored Prod. Res.* 34 (4): 231–236.
- Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H. 2007a. Parametry wigorowe ziarna zbóż w zależności od biologicznych i chemicznych zapraw nasiennych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52 (4): 14–17.
- Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H. 2007b. Wpływ biologicznych i chemicznych zapraw nasiennych na parametry wigorowe ziarna zbóż. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 47 (2): 235–239.
- Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H. 2008. Wpływ zaprawiania nasion niektórych gatunków zbóż na ich wartość siewną w zależności od okresu przechowywania. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 48 (2): 495–498.
- Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H. 2009. Wpływ zaprawiania nasion zbóż na ich wigor po rocznym okresie przechowywania. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 49 (1): 256–259.
- Rochalska M., Orzeszko-Rywka A. 2004. Nietypowe metody późniejszej poprawy jakości materiału siewnego. *Post. Nauk. Rol.* 51 (1): 35–41.
- Sathya G., Jayas D.S., White N.D.G. 2008. Safe storage guidelines for rye. *Can. Biosystems Eng.* 50: 3.1–3.8.
- Siddiqui Z.S., Zaman A.U. 2004. Effects of systemic fungicide (benlate) on germination, seedling growth, biomass and phenolic contents of two different varieties of *Zea mays*. *Pak. J. Bot.* 36: 577–582.
- Sulewska H., Jazic P., Ptaszyńska G. 2005. Ocena wartości siewnej nasion kukurydzy w sześcioletnim okresie przechowywania. *Pam. Puł.* 140: 287–295.
- Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2008/2009. Cz. I, Rośliny Rolnicze. 2008. Inst. Ochr. Roślin, Poznań: 184–223.