

HANNA SULEWSKA, PRZEMYSŁAW JAZIC, GRAŻYNA PTASZYŃSKA

Katedra Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Poznaniu

OCENA WARTOŚCI SIEWNEJ NASION KUKURYDZY W SZEŚCIOLETNIM OKRESIE PRZECHOWYWANIA

Evaluation of the sowing value of maize seeds during six years storage period

ABSTRAKT: Doświadczenie przeprowadzono w latach 1995–2001 w KURiR AR w Poznaniu. Oceniano zdolność kiełkowania przechowywanych nasion kukurydzy w trzech testach: ciepłym, zimnym oraz polowym. W badaniach uwzględniono 8 odmian: Milpa, Kosmo, Aladin, LG 2190, LG 2242, LG 2250, Alarik i Anjou 207. Materiał siewny przechowywano przez sześć lat w ogrzewanej hali w temperaturze 18–20°C.

Nasiona testowanych odmian wyraźnie różniły się tempem utraty zdolności kiełkowania w sześcioletnim okresie przechowywania. Najlepiej przechowywało się ziarno siewne odmiany Argos, które po upływie czterech lat kiełkowało w polu na poziomie 98%, a po pięciu – 56%. Czteroletni okres magazynowania nasion sześciu spośród ośmiu badanych odmian nie powodował istotnej obniżki zdolności kiełkowania, która w teście polowym wahała się od 84,5% do 97%, odpowiednio dla odmian Alarik i Argos. Nasiona odmian Kosmo i Milpa znacznie szybciej niż pozostałe traciły zdolność kiełkowania.

Zdolność kiełkowania oceniana w teście ciepłym była silnie skorelowana z połową zdolnością kiełkowania. Uzyskane wyniki wskazują, że test zimny jest testem ostrzejszym niż połowa zdolność kiełkowania i test ciepły.

słowa kluczowe: key words:

kukurydza – maize, przechowywanie nasion – seed storage, zdolność kiełkowania – germination ability

WSTĘP

Zmiany na rynku nasiennym kukurydzy są trudne do przewidzenia, zwłaszcza w obliczu ogromnego postępu biologicznego, jaki ma miejsce w ostatnich latach. Corocznie firmy hodowlane zgłaszają do badań rejestrowych COBORU kilkanaście do kilkudziesięciu nowych mieszańców w każdej grupie wczesności, skutkiem czego okres życia odmiany jest coraz krótszy. Często bywa tak, że odmiany bardzo dobrze sprzedające się jednego roku, w następnym cieszą się już mniejszym zainteresowaniem. Zmienna koniunktura i zawirowania na rynku sprawiają, że firmy nie są

w stanie do końca przewidzieć sytuacji i bywa, że nie sprzedane ziarno pozostaje w magazynach i konieczne staje się przechowywanie zaprawionego, podzielonego na porcje materiału siewnego przez rok czy nawet dłużej. Zdarza się, że sami rolnicy w wyniku błędnego obliczenia ilości potrzebnego materiału siewnego zmuszeni są do przechowywania i wysiewania ziarna w następnym roku, nie mając pewności, czy w polu uzyskają właściwą obsadę roślin.

Problem długoterminowego przechowywania nasion interesuje badaczy już od ponad stu lat. Przechowywanie materiału siewnego jest jednym z ważniejszych czynników wpływających na wartość siewną nasion (10, 12). Obserwacje wskazują, że poszczególne gatunki roślin różnie reagują na długotrwałe przechowywanie (3, 4, 6, 7, 14). Badań nad zdolnością kiełkowania przechowywanego ziarna kukurydzy było dotychczas niewiele.

Celem pracy była ocena zmian przydatności siewnej nasion 8 mieszańców kukurydzy w okresie sześciu lat przechowywania w warunkach ogrzewanego magazynu.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1995–2001 w Katedrze Uprawy Roli i Roślin Akademii Rolniczej w Poznaniu, oceniając zdolność kiełkowania trzema metodami: testy zimny i ciepły wykonano w komorze klimatyzacyjnej Mytron z regulowanym zakresem wilgotności i temperatury, natomiast test polowej zdolności kiełkowania przeprowadzono na poletkach doświadczalnych (2).

Test I – kiełkowanie ziarniaków metodą „cold test” – zimny test w komorze klimatyzacyjnej. Nasiona wysiewano w rulonach bibuły z glebą pochodzącą z pola, na którym uprawiano kukurydzę. Przez pierwszych 7 dni ziarniaki kiełkowano w temperaturze $+10^{\circ}\text{C}$, a następnie przez 6 dni w temperaturze $+25^{\circ}\text{C}$.

Test II – kiełkowanie ziarniaków metodą „warm test” – ciepły test w komorze klimatyzacyjnej. Nasiona wysiewano w rulonach bibuły z glebą, w których kiełkowały przez 7 dni, w temperaturze $+25^{\circ}\text{C}$.

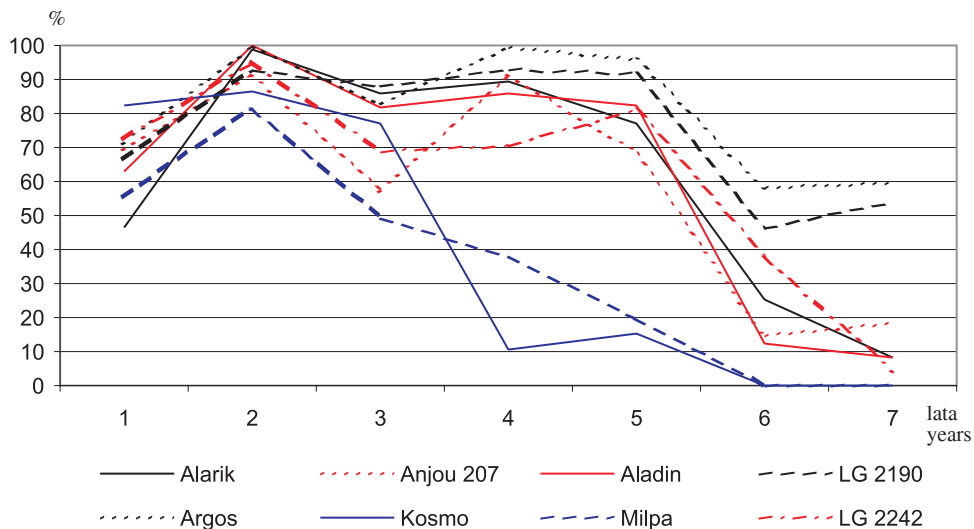
Test III – ocena polowej zdolności kiełkowania ziarniaków – doświadczenie polowe każdego roku zakładano w III dekadzie kwietnia bądź w I dekadzie maja w 4 powtórzeniach na poletkach doświadczalnych przy Katedrze Uprawy Roli i Roślin, na glebie antropogenicznej, aluwialnej, wytworzonej z piasków drobnoziarnistych.

Przebadano 8 odmian kukurydzy firm polskich i zagranicznych: Milpa, Kosmo, Aladin, LG 2190, LG 2242, Argos, Alarik i Anjou 207. Nasiona wszystkich odmian zostały zakupione do badań w oryginalnych opakowaniach opatrzonych etykietami. Materiał siewny był zaprawiony przez firmy nasienne standardową zaprawą tiuramową. Doświadczenia przeprowadzono w 4 powtórzeniach po 50 ziarniaków. Nasiona przechowywano przez sześć lat w ogrzewanej hali w temperaturze $18\text{--}20^{\circ}\text{C}$. Wyniki testów wyrażono w % kiełkujących nasion kukurydzy.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane odmiany w sześcioletnim okresie magazynowania w różnym tempie traciły zdolność kiełkowania ocenianą w zimnym teście (rys. 1). U wszystkich mieszańców wyraźny spadek wartości siewnej wystąpił dopiero po piątym roku przechowywania, natomiast po upływie sześciu lat nasiona odmian LG 2190 i Argos nadal wykazywały stosunkowo wysoką zdolność kiełkowania, odpowiednio 54% i 59%. U wszystkich odmian obserwowano w teście zimnym wzrost zdolności kiełkowania po pierwszym roku przechowywania, który wynosił od 4% u Kosmo, aż do 52,5% u odmiany Alarik (rys. 1). Stwierdzona reakcja nie jest odosobniona. Wzrost zdolności kiełkowania przechowywanych nasion, nie ocenianej jednak testem zimnym, uzyskali dla pszenicy ozimej Kwiatkowski i in. (7) oraz Górski (5), dla żyta ozimego Górski (6), dla jęczmienia ozimego Mazurek i Libort (8). Natomiast przeciwną reakcję w badaniach nad kukurydzą uzyskała Sulewska (11), która przechowując nasiona dodatkowo zaprawiane Gaucho FS 350 stwierdziła, że zdolność kiełkowania oceniana w zimnym teście była istotnie niższa już po pierwszym roku magazynowania u wszystkich badanych odmian.

Ziarno pięciu odmian: Anjou 207, Aladin, Kosmo, Milpa i LG 2242 w czasie przechowywania traciło zdolność kiełkowania ocenianą w teście zimnym w sposób, który najlepiej opisuje równanie regresji prostej, natomiast do reakcji odmian Alarik, LG 2190 i Argos dopasowano funkcję regresji drugiego stopnia (tab. 1). Wykazano



Rys. 1. Przebieg zmian zdolności kiełkowania nasion kukurydzy w latach, ocenianej w zimnym teście

Germination of seeds of five maize hybrids over the years evaluated by cold test

Tabela 1

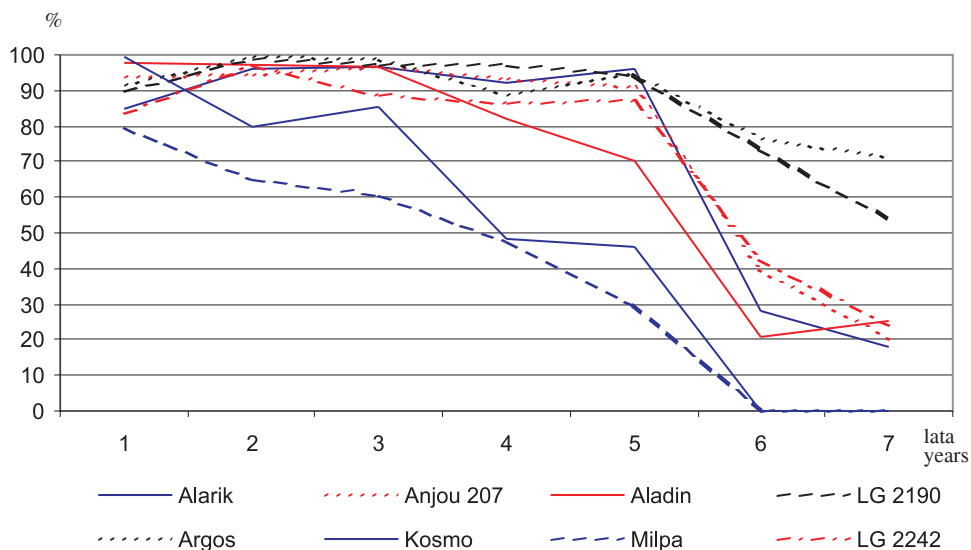
Równania regresji opisujące zależności pomiędzy zdolnością kiełkowania nasion ocenianą w zimnym teście i okresem przechowywania
 Regression equations describing relation between seed germination evaluated by cold test and storage period

Odmiana Variety	Równanie regresji Regression equation	Współczynnik determinacji R ² Determination coefficient R ²
Kosmo	$y = -17,214x + 107,71$	0,82
Milpa	$y = -12,857x + 86,429$	0,84
Aladin	$y = -12,125x + 110,50$	0,50
LG 2242	$y = -11,018x + 105,57$	0,60
Anjou 207	$y = -10,589x + 101,07$	0,53
Alarik	$y = -6,8095x^2 + 44,833x + 18,571$	0,88
LG 2190	$y = -3,7024x^2 + 25,083x + 49,929$	0,71
Argos	$y = -3,3631x^2 + 23,137x + 55,714$	0,67

x – okres przechowywania (lata); storage period (years)

również, że mieszańce Argos i LG 2190 charakteryzowały się najmniejszym rocznym spadkiem wartości siewnej ocenianej w zimnym teście, odpowiednio o 3,36% i 3,70%. Natomiast największy spadek tej wartości wykazało ziarno odmiany Kosmo – 17,21%.

Utrata zdolności kiełkowania przez nasiona badanych odmian ocenianej w ciepłym teście również przebiegała różnie (rys. 2). Nasiona odmian Kosmo i Milpa, podobnie jak we wcześniejszych badaniach Sulewskiej (11) dotyczących przechowy-



Rys. 2. Przebieg zmian zdolności kiełkowania nasion kukurydzy w latach, ocenianej w teście ciepłym

Germination of maize seeds over the years evaluated by warm test

wania ziarna kukurydzy dodatkowo zaprawianego Gaucho 350 FS, już po roku magazynowania wykazywały spadek wartości siewnej odpowiednio o 19,5% i 14,5%. Inaczej reagowały odmiany Alarik, Argos, Anjou 207, LG 2190, LG 2242, których zdolność kiełkowania również w tym teście po roku przechowywania była większa (średnio o 8,4%).

Spadek zdolności kiełkowania nasion wszystkich badanych odmian ocenianej w teście ciepłym najlepiej opisuje równanie regresji pierwszego stopnia (tab. 2), dla którego współczynniki determinacji wynoszą od 0,56 dla LG 2190 do 0,95 dla Milpa. Spośród badanych obiektów najszybciej wartość siewną traciły nasiona odmian: Kosmo – średniorocznie 17,8%, Milpa – 14,3%, i Aladin – 14,1%. Natomiast Argos średniorocznie tracił tylko 3,9% i po 6 latach przechowywania nasiona tej odmiany nadal zachowywały zdolność kiełkowania w ciepłym teście na wysokim poziomie – 72%.

Tabela 2

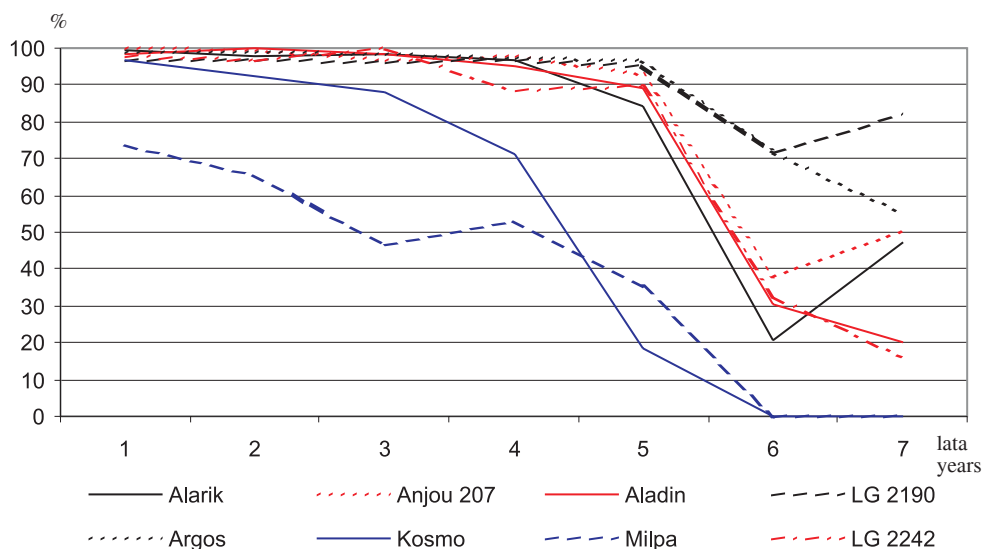
Równania regresji opisujące zdolność kiełkowania nasion kukurydzy ocenianą w teście ciepłym
Regression equations describing germination of maize seeds evaluated by warm test

Odmiana Variety	Równanie regresji Regression equation	Współczynnik determinacji R ² Determination coefficient R ²
Kosmo	$y = -17,786x + 122,50$	0,92
Milpa	$y = -14,268x + 97,429$	0,95
Aladin	$y = -14,143x + 126,57$	0,83
Alarik	$y = -12,054x + 121,29$	0,57
Anjou 207	$y = -11,964x + 123,57$	0,67
LG 2242	$y = -10,321x + 114,00$	0,64
LG 2190	$y = -5,7679x + 109,50$	0,56
Argos	$y = -3,9286x + 104,57$	0,61

x – okres przechowywania (lata); storage period (years)

Spadek zdolności kiełkowania nasion wszystkich odmian uczestniczących w doświadczeniu w latach, oceniany w teście połowym, najlepiej opisują równania regresji prostej, dla których współczynniki determinacji wyniosły od 0,55 dla LG 2190 do 0,91 dla Milpy (tab. 3). Połowa zdolność kiełkowania badanych odmian, z pominięciem Kosmo i Milpy, po 4 latach przechowywania wahała się od 85% u odmiany Alarik do 97% u Argos (rys. 3). Badania prowadzone przez Meintsa i Smitha (9) wykazały, że magazynowanie nasion kenafu przez 4 lata nie pogarsza ich wartości siewnej i przydatności rolniczej. Z kolei w badaniach nad pszenżytem ozimym (7) stwierdzono istotne obniżenie zdolności kiełkowania jego nasion już po dwuletnim okresie przechowywania. Warunki przechowywania (temperatura i wilgotność) mają duży wpływ na wartość siewną nasion (13).

Podobnie jak w testach ciepłym i zimnym również w polu dopiero po pięciu latach przechowywania nastąpił wyraźny spadek wartości siewnej mieszańców. Najdłu-



Rys. 3. Przebieg zmian zdolności kiełkowania nasion kukurydzy w latach, ocenianej w polu
Germination of maize seeds over the years evaluated in field conditions

Tabela 3

Równania regresji opisujące zależność pomiędzy zdolnością kiełkowania nasion kukurydzy ocenianą w polu
Regression equations describing relation between germination of maize seeds evaluated in field conditions

Odmiana Variety	Równanie regresji Regression equation	Współczynnik determinacji R ² Determination coefficient R ²
Kosmo	$y = -19,429x + 130,07$	0,90
Aladin	$y = -13,714x + 130,79$	0,72
LG 2242	$y = -13,679x + 129,21$	0,72
Milpa	$y = -13,018x + 91,357$	0,91
Alarik	$y = -11,607x + 124,29$	0,64
Anjou 207	$y = -9,8214x + 121,50$	0,65
Argos	$y = -6,6786x + 115,00$	0,68
LG 2190	$y = -3,4286x + 104,36$	0,55

x – okres przechowywania (lata); storage period (years)

żej stabilną, bardzo wysoką wartość biologiczną wykazywały nasiona odmiany LG 2190. Mimo załamania ich zdolności kiełkowania po pięciu latach przechowywania, w szóstym roku posiadały najwyższą spośród badanych, bo 82% połowę zdolność kiełkowania. Materiał siewny odmiany Milpa wykazywał najniższą połowę zdolność kiełkowania już w roku zakupu, która wynosiła 73% i z upływem czasu wyraźnie spadała, aż do 0% po pięciu latach. Równie szybko straciły wartość nasiona mieszańca Ko-

smo, jednak ich zdolność kiełkowania w momencie zakupu była zdecydowanie wyższa i wynosiła 97%. Na tempo starzenia się nasion wpływa zarówno genotyp, jak i początkowa wartość siewna. Nasiona o niskim początkowym wigorze z reguły również szybciej się starzeją (13).

Utrata zdolności kiełkowania według wielu autorów jest przejawem zmniejszenia się wartości biologicznej ziarna na skutek procesu starzenia się (4, 6, 14). Szybkość tych zmian jest zależna między innymi od wigoru, żywotności nasion, składu chemicznego, stanu okrywy nasiennej, struktury kwasów nukleinowych i białek, a także od czynników środowiskowych w czasie dojrzewania i przechowywania. Jedną z zasadniczych przyczyn starzenia się komórek roślinnych są zaburzenia procesów energetycznych, a zwłaszcza zahamowanie syntezy mitochondrialnego ATP. Zauważono, że pęcznienie i kiełkowanie starych nasion, które utraciły żywotność nie prowadzi do odżywiania przez mitochondria struktury, jaką wykazują normalnie kiełkujące nasiona, o wysokiej żywotności i wigorze (1).

Do czynników kształtujących długość życia nasion po zbiorze zaliczyć można: zawartość wody w nasionach, wilgotność powietrza, temperaturę, skład chemiczny atmosfery, a także mikro orę zasiedlającą ziarniaki. Gabińska i in. (3) oraz Kwiatkowski i in. (7) podają, że oprócz wcześniej wymienionych czynników niebagatelny wpływ na obniżanie wartości siewnej w czasie przechowywania mają uszkodzenia związane z mechanizacją zbioru, transportem i uszlachetnianiem, a także z zainfekowaniem nasion przez drobnoustroje.

Wyniki laboratoryjnych testów oceny zdolności kiełkowania, zarówno ciepłego, jak i zimnego, wykazywały bardzo wysoką korelację z oceną polową (tab. 4). Test zimny wydaje się być jednak ostrzejszy niż ciepły, o czym świadczą nieco niższe współczynniki korelacji z polową zdolnością kiełkowania. W teście ciepłym tylko dla odmiany LG 2190 nie udowodniono korelacji z prawdopodobieństwem 99% z

Tabela 4

Współczynniki korelacji pomiędzy polową zdolnością kiełkowania nasion kukurydzy a ocenianą testami zimnym i ciepłym

Correlation coefficients between field and laboratory tested germination of maize seeds

Odmiana Variety	Test zimny Cold test	Test ciepły Warm test
Alarik	0,79*	0,92**
LG 2190	0,85*	0,78*
Argos	0,78*	0,94**
Anjou 207	0,92**	0,95**
Aladin	0,95**	0,97**
Kosmo	0,88**	0,94**
Milpa	0,91**	0,98**
LG 2242	0,93**	0,98**

* korelacja istotna na poziomie $\alpha = 0,05$; correlation significant at $\alpha = 0,05$

** korelacja istotna na poziomie $\alpha = 0,01$; correlation significant at $\alpha = 0,01$

polową zdolnością kiełkowania, natomiast przy zimnym teście sytuacja taka wystąpiła w przypadku 3 odmian: Alarik, LG 2190 oraz Argos. Procent kiełkujących ziarniaków, jaki uzyskano w zimnym teście, był często mniejszy niż uzyskany w teście ciepłym i polowym.

WNIOSKI

1. Nasiona testowanych odmian wyraźnie różniły się utratą zdolności kiełkowania w sześcioletnim okresie przechowywania. Najlepiej przechowywało się ziarno siewne odmiany Argos, które po upływie czterech lat kiełkowało w polu na poziomie 98%, a po pięciu – 56%.

2. Ziarno siewne kukurydzy odmiany Kosmo i Milpa traciło zdolność kiełkowania znacznie szybciej niż pozostałych odmian, co potwierdzono we wszystkich testach.

3. Zdolność kiełkowania oceniana w teście ciepłym była silnie skorelowana z polową zdolnością kiełkowania. Okazało się, że test zimny jest testem ostrzejszym niż połowa ocena zdolności kiełkowania i test ciepły.

4. Czteroletni okres magazynowania nasion sześciu spośród ośmiu badanych odmian nie powodował istotnej obniżki zdolności kiełkowania, która w teście polowym wahała się od 84,5% do 97%.

LITERATURA

1. Ching T.M.: Adenosine triphosphate content and seed vigour. *Plant Physiol.*, 1973, 57: 400-402.
2. Dąbrowska B., Pokojńska H., Suchorska-Tropiło K.: *Metody laboratoryjnej oceny materiału siewnego*. Wyd. SGGW Warszawa, 2000.
3. Gabińska K., Narkiewicz-Jodko M., Schneider J.: Wpływ wieloletniego przechowywania na wartość siewną pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR*, 1991, 180: 43-52.
4. Górecki R., Kulka K., Puchalski J.: Mechanizm starzenia się nasion w aspekcie ich długiego przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 1998, 463: 191-209.
5. Górski M.: Żywotność ziarniaków pszenicy ozimej w długoterminowym przechowywaniu. *Biul. IHAR*, 1995, 193: 95-101.
6. Górski M.: Zdolność kiełkowania ziarniaków żyta ozimego w długoterminowym przechowywaniu. *Biul. IHAR*, 1999, 212: 109-114.
7. Kwiatkowski J., Szczukowski S., Tworowski J.: Wartość siewna pszenicy po różnych okresach przechowywania. *Pam. Puł.*, 1999, 114: 227-232.
8. Mazurek J., Libort M.: Zmienność wartości siewnej zbóż w zależności od wieku nasion. *Biul. IHAR*, 1990, 173-174: 219-223.
9. Meints P.D., Smith C.A.: Kenaf seed storage duration on germination, emergence, and yield. *Industr. Crops Prod.*, 2003, 17(1): 6-9.
10. Moś M.: Reakcja ziarniaków pszenżyta ozimego na warunki przyspieszonego starzenia. *Biul. IHAR*, 2000, 216: 145-150.
11. Sulewska H.: Wpływ zaprawy Gaucho 350 FS na kiełkowanie przechowywanych ziarniaków kukurydzy. *Post. Ochr. Rośl.*, 2001, 41: 924-927.

12. Szyrmer S., Grzelak K., Kolasińska K., Małuszyńska E., Pokojowska H., Drzewiecka J., Czuba M., Trzciniński T.: Niektóre czynniki wpływające na wartość siewną nasion. *Biul. IHAR*, 1993, 188: 149-164.
13. Tang S., TeKrony D.M., Egli D.B., Cornelius P.L.: Seed Physiology, Production & Technology. Survival Characteristics of Corn Seed during Storage. *Crop Sci.*, 1999, 39: 1400-1406.
14. Zalewski K., Górecki R. J., Górski M., Wikowski J.: Metabolizm starych nasion. Zmiany fizjologiczne w nasionach strączkowych podczas przechowywania. *Biul. IHAR*, 1997, 201: 191-210.

EVALUATION OF THE SOWING VALUE OF MAIZE SEEDS DURING SIX YEARS STORAGE PERIOD

Summary

The trial was carried out in 1995–2001 at the Agricultural University in Poznań. Germination value of stored maize seeds was evaluated in three tests: warm, cold and in field conditions. Eight commercial hybrids were tested: Milpa, Kosmo, Aladin, LG 2190, LG 2242, LG 2250, Alarik and Anjou 207. Seeds were stored over six years in warm storage, at temperature 18–20°C.

There were significant differences in decrease of germination between tested seeds over six years. Hybrid Agros showed the best germination after four years at 98% level and after five years at 56% level. Four years of storing period did not cause significant decrease of seed germination for six out of eight tested hybrids. In field conditions these hybrids showed 84,5–97% of seed germination. Seed germination of hybrids Kosmo and Milpa decreased germination value significantly faster compared with other hybrids in all tests.

Warm test values were much more correlated with those observed in field germination. Cold test is much stricter compared with field conditions and warm test.

Praca wpłynęła do Redakcji 15 XII 2004 r.