

SEED SEPARATION AS ECOLOGICAL METHOD OF SEED QUALITY IMPROVEMENT OF FESTULOLIUM (*Festulolium braunii*)

Summary

Festulolium is an interspecies hybrid of meadow fescue and Italian ryegrass and its economic importance still grows. But quality of sowing material is often not acceptable. Germination ability often doesn't even reach 75%. This paper presents the results of experiment aiming *Festulolium* seed quality improvement. There were found high correlations respectively between seed mass and germination ability (determination index $R^2=0.93$) and seed mass and germination speed (determination index $R^2=0.82$). Obtained results indicated that important seed quality improvement can be achieved after removal of 15-20% of smallest seeds from the seed lot.

Key words: *Festulolium*, seed technology, seed separation

SORTOWANIE NASION JAKO EKOLOGICZNA METODA POPRAWY WIGORU MATERIAŁU SIEWNEGO KOSTRZYCY BRAUNA (*Festulolium braunii*)

Streszczenie

Kostrzyca Brauna jest mieszańcem międzygatunkowym kostrzewy łąkowej i życicy wielokwiatowej o rosnącym znaczeniu gospodarczym. Jednak dostępny materiał siewny często nie spełnia wymagań jakościowych. Zdolność kielkowania często nie osiąga nawet 75%. Celem przeprowadzonych badań było opracowanie metodyki poprawy jakości nasion tego gatunku. Główną metodą uszlachetniania nasion było ich sortowanie. Stwierdzono wysokie korelacje między masą nasion a ich zdolnością kielkowania (współczynnik determinacji $R^2=0,93$) oraz między masą nasion a szybkością kielkowania (współczynnik determinacji $R^2=0,82$). Wyniki wskazują, że istotną poprawę jakości nasion można uzyskać usuwając 15-20% najmniejszych nasion z partii.

Słowa kluczowe: *Festulolium*, nasiennictwo, sortowanie nasion

1. Wstęp

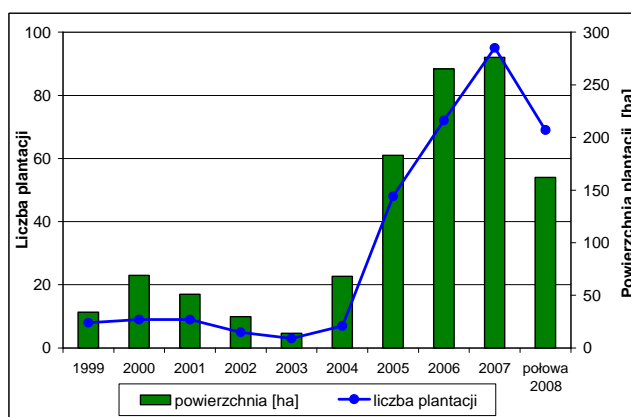
Niestabilność klimatyczna skłania hodowców traw do poszukiwania form zdolnych rozwijać się w zróżnicowanych warunkach siedliskowych. W wielu krajach Europy, również w Polsce, zainteresowanie hodowców skupia się na mieszańcach międzygatunkowych i międzyrodzajowych [1]. Zjawisko krzyżowania międzygatunkowego lub międzyrodzajowego zachodzi niekiedy spontanicznie w warunkach naturalnych [2]. Krzyżowanie międzygatunkowe i międzyrodzajowe jest uważane za jedną z najważniejszych dróg w hodowli roślin wykorzystywaną do tworzenia nowych gatunków, a także do przenoszenia wartościowych cech z gatunków dzikich do uprawnych.

Kostrzewy i życice są blisko spokrewnione, ich mieszańce występują w środowisku naturalnym, są jednak sterylne. Uzyskanie *Festulolium* stanowi istotny postęp hodowlany w produkcji traw pastewnych. Nazwa *Festulolium* powstała z połączenia łacińskich nazw rodzajowych kostrzewy i życicy. Funkcjonuje też nazwa: kostrzyca – stanowiąca połączenie polskich nazw rodzajowych wyżej wymienionych gatunków.

Polskie odmiany *Festulolium braunii*: Felopa i Sulino, pod względem plonu zarówno zielonej jak i suchej masy oraz jakości paszy są zbliżone do niemieckiej odmiany „Paulita” – odmiany wzorcowej [3].

Trawy (w tym *Festulolium braunii*) mają coraz większe znaczenie gospodarcze. Reprodukacja nasienna *Festulolium* po fali popularności w latach 2005-2008 obecnie przeżywa regres (rys. 1). Niestety, nasiennictwo traw jest trudne

z powodu ujemnej korelacji pomiędzy produktywnością a reprodukcyjnością. Trawy wykształcają pędy generatywne nierównomiernie, mają długi okres kwitnienia i dojrzewania ziarniaków. Dlatego w surowej masie nasiennej znajdują się nasiona o różnym stopniu dojrzałości, a tym samym o zróżnicowanej jakości i wigorze. Wpływa to niekorzystnie na jakość całych partii materiału siewnego.



Rys. 1. Powierzchnia plantacji nasiennych *Festulolium braunii* przyjętych do oceny przez PIORiN w latach 1999-2008 (Sporządzono na podstawie informacji zamieszczonych na stronie internetowej PIORiN: <http://www.piorin.gov.pl/index.php?pid=133>)

Fig. 1. Area of the *Festulolium braunii* seeds plantations admitted to PIORiN's assessment in the period of 1999-2008 (Drawn up based on the informations published on the PIORiN's website)

W celu podniesienia jakości materiału siewnego *Festulolium*, aby sprostać wymaganiom odbiorców, należałoby opracować skuteczne metody poprawy jego jakości.

Celem prezentowanego doświadczenia była próba opracowania optymalnej metodyki uszlachetniania materiału siewnego *Festulolium braunii*. Zabiegami uszlachetniającymi, które mogą mieć duży wpływ na jakość materiału siewnego *Festulolium* wydają się być czyszczenie, segregacja nasion i pobudzanie. Ze względu na niewielką liczbę prac dotyczących materiału siewnego kostrzycy, należy dokładnie opracować metodykę uszlachetniania późniejszego dla tego ważnego gatunku traw.

2. Materiały i metody

Materiałem wykorzystanym do badań były nasiona kostrzycy Brauna (*Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus), dwóch odmian: Felopa i Sulino pochodzące z firmy Hodowla Roślin Szelejewo Sp. z o.o. w Polsce. Materiał nasienny odmiany Felopa stanowiły 3 partie nasion reprezentujące 3 kolejne lata reprodukcji: 2004, 2005 i 2006. Materiał nasienny odmiany Sulino stanowiły natomiast 2 partie nasion reprezentujące 2 kolejne lata reprodukcji: 2005 i 2006.

Wykonano oznaczenie laboratoryjnej zdolności kiełkowania, które miało na celu określenie bazowej jakości materiału nasiennego, oraz efektywności zastosowanych zabiegów uszlachetniających. Ocenę zdolności kiełkowania przeprowadzono na kiełkowniku typu Jacobsen, firmy R.Sp.Z. i Z. Elektrometal, Łódź, Polska.

Na podstawie wyników oceny laboratoryjnej zdolności kiełkowania obliczono tzw. średni czas kiełkowania jednego nasienia wyrażony współczynnikiem Piepera (liczba dni), liczony od dnia nastawienia próby nasion na kiełkowanie. Wzór ma postać:

Współczynnik Piepera [dni] = $\sum (d_n \times a_n) / \sum a_n$
gdzie:

d_n – kolejny dzień kiełkowania,

a_n – liczba kiełkujących nasion w danym dniu.

Niska wartość współczynnika Piepera świadczy o wysokim wigorze nasion i szybkich wschodach, im zaś przebieg wschodów jest bardziej rozciągnięty w czasie, tym jest ona wyższa.

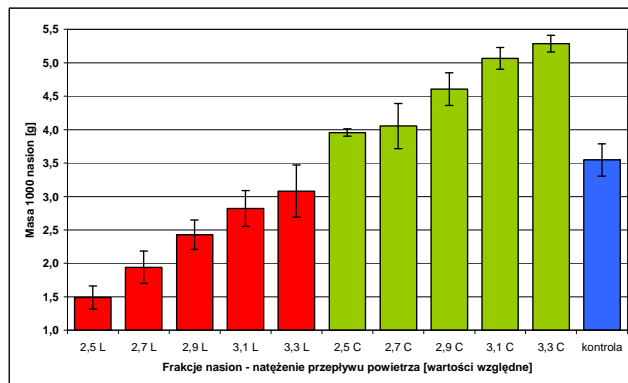
Oznaczono masę 1000 nasion dla każdej z pięciu badanych partii nasion. Z uwagi na wysoce zróżnicowaną wielkość ziarniaków, a także na obecność ości okrywającej ziarniaki badanego gatunku konieczne było ręczne wykonanie oznaczenia. Oznaczono również masę 1000 nasion dla każdej z frakcji otrzymanych podczas frakcjonowania nasion.

Frakcjonowanie partii nasion pod względem masy przeprowadzono z wykorzystaniem dmuchawy laboratoryjnej do frakcjonowania nasion, firmy R.Sp.Z. i Z. Elektrometal, Łódź, Polska. Przy różnej sile strumienia powietrza otrzymywano dwie frakcje: "nasiona lekkie" i "nasiona ciężkie". Każdą z tych frakcji zważono na wadze analitycznej. Następnie, sumując otrzymane masy dwóch frakcji, obliczono procentowy rozdział próbki wejściowej na otrzymane frakcje nasion, przy danej wartości siły strumienia powietrza. Oznaczono również masy 1000 nasion dla tych frakcji.

Do opracowania wyników badań wykorzystano program MS Excel 2002. Analizę statystyczną wykonano w programie STATGRAPHICS Plus for Windows v. 4.1, poddając wyniki jednoczynnikowej analizie wariancji ANOVA, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

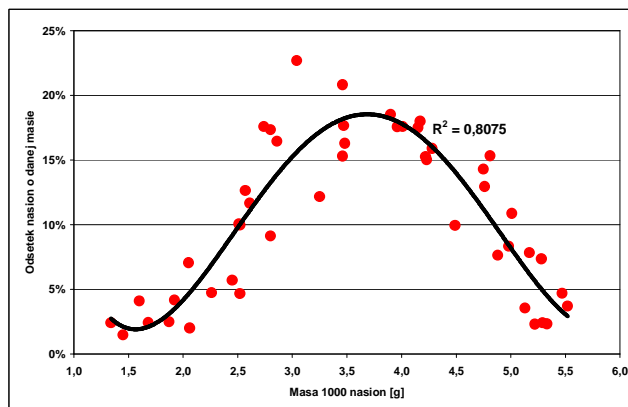
3. Wyniki

Każdą z badanych próbek nasion rozdzielono pod względem masy na 2 frakcje - "nasiona ciężkie" i "nasiona lekkie", a następnie ustalono masę 1000 ziarniaków (rys. 2).



Rys. 2. Masa 1000 nasion rozdzielanych i nierozdzielanych – kontrolnych; średnio dla wszystkich 5 partii nasion. Symbol każdej frakcji składa się z liczby oznaczającej natężenie strumienia powietrza, przy którym daną frakcję otrzymano; oraz z litery C oznaczającej nasiona ciężkie; lub L oznaczającej nasiona lekkie. Frakcje nasion ciężkich zaznaczone są kolorem zielonym, frakcje nasion lekkich – kolorem czerwonym, nasiona kontrolne – nierozdzielane zaznaczone są kolorem niebieskim

Fig. 2. Mass of 1000 seeds which were separated and non separated – for control; on average for all 5 seeds lots. Symbol of each fraction consists of a number designating an intensity of air flow at which a given fraction was obtained and of the letter C designating heavy seeds; or of L designating light seeds. Fractions of heavy seeds are marked green, fractions of light seeds – red, control seeds non separated - blue



Rys. 3. Rozkład procentowy nasion wszystkich badanych partii nasion pod względem masy. Czerwone punkty reprezentują wszystkie otrzymane frakcje nasion każdej z 5 badanych partii nasion. Na wykresie widoczna jest wartość współczynnika determinacji R^2

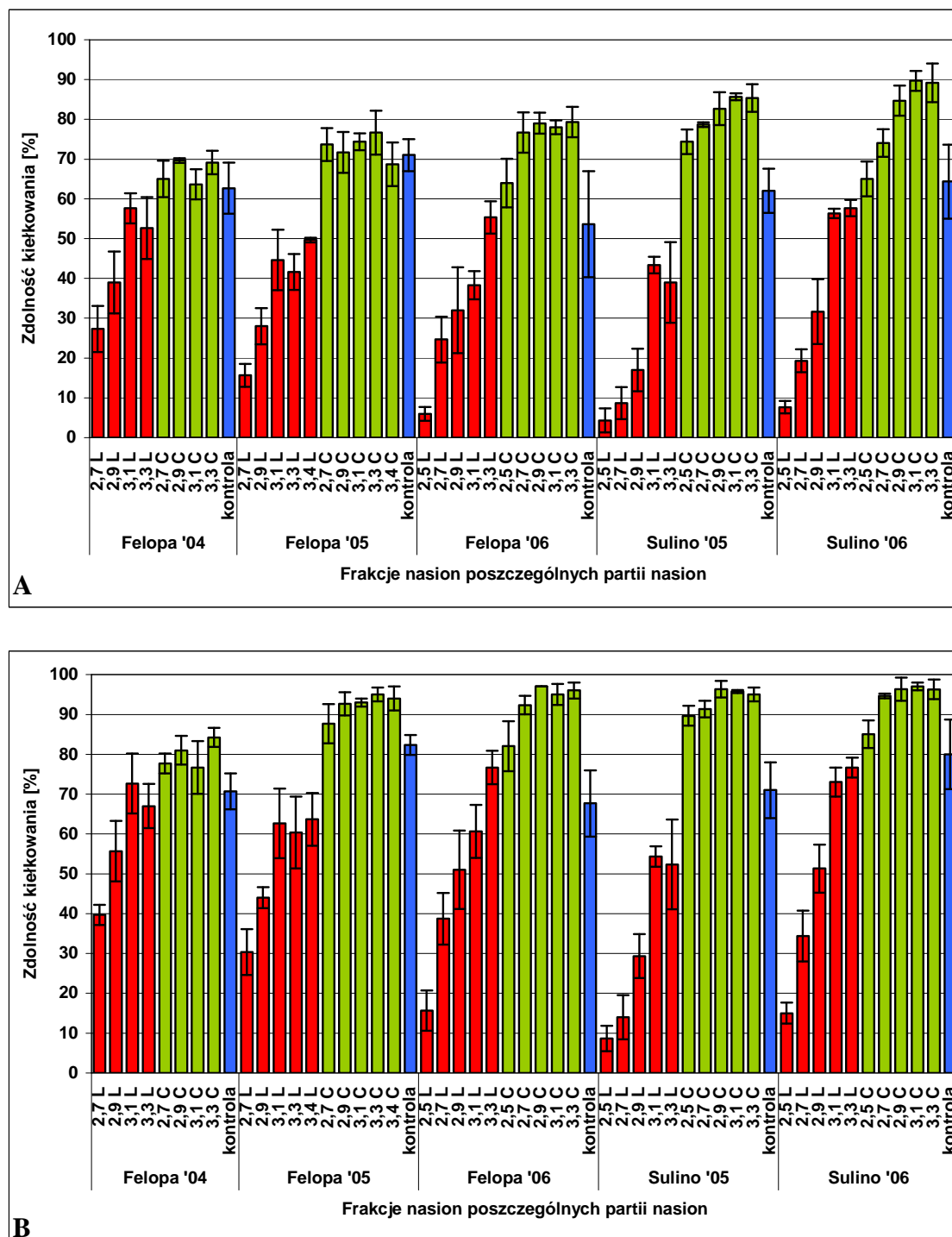
Fig. 3. Percentage distribution of seeds of all examined lots in respect of the mass. Red points represent all obtained seeds fractions of each of 5 examined lots of seeds. Value of the determination coefficient R^2 is visible on the graph

W przypadku większości próbek widoczne są istotne różnice w wartościach oznaczanego parametru. Masa 1000 nasion próbek kontrolnych była najbardziej zbliżona do masy najbliższych frakcji nasion ciężkich: 2.5 i najcięższych frakcji nasion lekkich: 3.3.

W oparciu o wyniki frakcjonowania nasion pod względem masy oraz wyniki oznaczania masy 1000 nasion powstałych frakcji, sporządzono wykres średniego procentowego rozkładu mas 1000 nasion, widoczny na rys. 3.

Badania laboratoryjnej zdolności kiełkowania oznaczonej po 4 i 21 dniach wykazały różnice istniejące pomiędzy poszczególnymi partiami nasion ciężkich i lekkich. Wzrost zdolności kiełkowania uwiadczał się wyraźnie jedynie między skrajnymi frakcjami poszczególnych partii (rys. 4).

Brak istotnych różnic potwierdziła również analiza statystyczna. Prawie wszystkie frakcje nasion ciężkich charakteryzowały się wysoką zdolnością kiełkowania po 21 dniach, przekraczającą 90%, jedynie frakcje z partii odmiany Felopa z 2004 roku miały istotnie niższe wartości zdolności kiełkowania. W przypadku frakcji nasion lekkich, zdolność kiełkowania była wyraźnie niższa i dużo bardziej zróżnicowana między kolejnymi frakcjami.

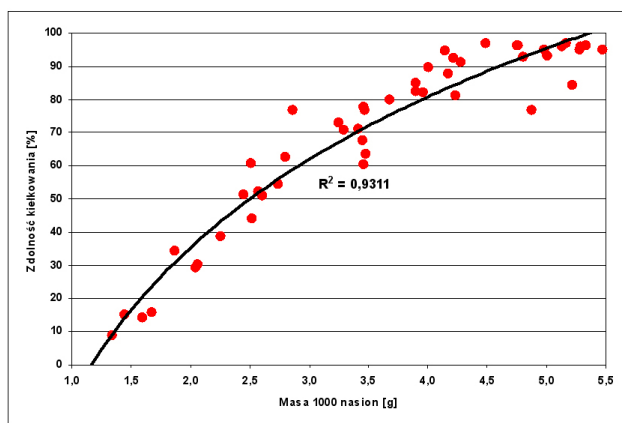


Rys. 4. Zdolność kiełkowania po 4 dniach (A) i 21 dniach (B) dla wszystkich frakcji badanych partii nasion. Symbol każdej frakcji składa się z liczby oznaczającej natężenie strumienia powietrza, przy którym daną frakcję otrzymano; oraz z litery C oznaczającej nasiona ciężkie; lub L oznaczającej nasiona lekkie. Frakcje nasion ciężkich zaznaczone są kolorem zielonym, frakcje nasion lekkich – kolorem czerwonym, nasiona kontrolne – nierozdzielane zaznaczone są kolorem niebieskim

Fig. 4. Germination ability after 4 days (A) and 21 days (B) for all examined lots of seeds. Symbol of each fraction consists of a number designating an intensity of air flow at which a given fraction was obtained and of the letter C designating heavy seeds; or of L designating light seeds. Fractions of heavy seeds are marked green, fractions of light seeds – red, control seeds non separated – blue

W większości badanych partii zaobserwowano istotny statystycznie wzrost zdolności kiełkowania wraz z rosnącym ciężarem frakcji. Zdolność kiełkowania nierozdzielonych partii nasion była niższa niż przewidują normy.

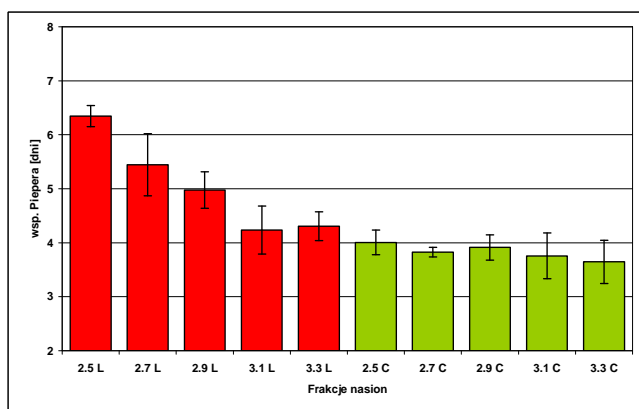
Zależność między zdolnością kiełkowania a masą ziarniaków przedstawia rys. 5. Zauważono wysoką, niemal liniową korelację między tymi cechami (współczynnik korelacji $R^2 = 0,931$), co potwierdza wstępne założenia o powiązaniu tych cech.



Rys. 5. Zależność między zdolnością kiełkowania po 21 dniach a masą 1000 nasion badanych partii nasion. Czerwone punkty reprezentują otrzymane frakcje nasion każdej z 5 badanych partii nasion. Na wykresie widoczna jest wartość współczynnika determinacji R^2

Fig. 5. Relation between germination ability after 21 days and mass of 1000 seeds of examined lots of seeds. Red points represent all obtained seeds fractions of each of 5 examined lots of seeds. Value of the determination coefficient R^2 is visible on the graph

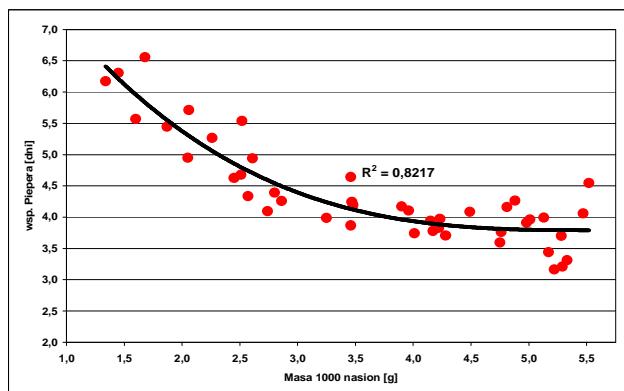
Średni czas kiełkowania 1 nasienia frakcji nasion ciężkich skorelowany był z masą ziarniaków jedynie w 1 z 5 badanych partii nasion (odm. Sulino z roku 2006). W przypadku frakcji nasion lekkich zauważono istotny statystycznie spadek wartości współczynnika Piepera wraz ze wzrostem masy 1000 nasion w kolejnych frakcjach (rys. 6).



Rys. 6. Współczynnik Piepera badanych partii nasion. Kolorem zielonym zaznaczone są średnie dla frakcji nasion ciężkich, kolorem czerwonym – dla nasion lekkich
Fig. 6. Pieper's coefficient of examined lots of seeds. Averages for heavy seeds fractions are marked green, for light seeds - red

Natomiast w przypadku frakcji nasion ciężkich spadek wartości tego współczynnika wraz ze wzrostem masy 1000 nasion w kolejnych frakcjach był bardzo nieznaczny, różnice między kolejnymi frakcjami nie były istotne statystycznie.

Na podstawie wyników oznaczania średniego czasu kiełkowania 1 nasienia wyrażonego współczynnikiem Piepera oraz oznaczania masy 1000 nasion badanych próbek nasion sporządzono wykres zależności między tymi dwoma cechami (rys. 7). Zauważono wysoką korelację między tymi cechami (współczynnik korelacji $R^2 = 0,822$).



Rys. 7. Zależność współczynnika Piepera i masy 1000 nasion. Na wykresie widoczna jest wartość współczynnika determinacji R^2

Fig. 7. Relation of the Pieper's coefficient and mass of 1000 seeds. Value of the determination coefficient R^2 is visible on the graph

4. Dyskusja

U pewnych gatunków traw pastewnych takich jak: perz grzebieniasty, perz siny, *Psathyrostachys juncea* i *Pascopyrum smithii* obserwowano wysoki stopień korelacji masy nasion i wschodów połowych [2]. Laboratoryjna zdolność kiełkowania traw nie odzwierciedlała zachowania się nasion w warunkach połowych tak dobrze jak masa tysięcy nasion. Wschody połowe oraz współczynnik Piepera są uważane za wskaźniki wigoru nasion, natomiast w przypadku kostrzycy Brauna prawdopodobnie występuje zjawisko odwrotne niż u innych gatunków traw: masa nasion w większym stopniu wpływa na zdolność kiełkowania (współczynnik determinacji $R^2=0,93$) niż na wigor nasion ($R^2=0,82$).

U życicy trwałej i wielokwiatowej stwierdzono pozytywne korelacje między masą 1000 nasion a suchą masą wyrosłych z nich siewek [1]. Również Smith i in. [6] stwierdzili, że u życicy trwałej masa nasion ma duży wpływ na wczesny wigor siewek zarówno odmian diploidalnych, jak i tetraploidalnych, co pozwala sądzić, że w przypadku *Festulolium* może zachodzić podobna prawidłowość [9]. Hill i in. [7] stwierdzili, że bardziej dojrzałe nasiona kostrzewy trzcinowatej o większej masie, kiełkowały szybciej i osiągały wyższą zdolność kiełkowania, oraz wytwarzały siewki o wyższym wigorze [5]. Natomiast Prasad i Gayathri dla sorga nie stwierdzili znaczącego wpływu wielkości nasion na wschody siewek, wysokość czy plon roślin [8]. Są to podobne korelacje do tych, jakie obserwowano w niniejszych badaniach.

Wystarczy przeprowadzić frakcjonowanie partii nasion tak, aby odrzucić około 15-20% nasion o najniższej masie, czyli odrzucić frakcję nasion lekkich. Dalsze zwiększanie masy nasion przynosi już bardzo niewielki wzrost zdolności

kiełkowania, a odrzucanie większych ilości nasion jest nieekonomiczne. Potwierdzają to również wyniki dotyczące współczynnika Piepera W kolejnych frakcjach nasion ciężkich spadek tego współczynnika świadczący o wzrastającej jakości nasion był bardzo nieznaczny.

Masa nasion jest parametrem względnie łatwym do oznaczenia, a jednocześnie dobrym wskaźnikiem jakości plonu nasion [7]. Korzystając z wykresu korelacji między masą 1000 nasion a zdolnością kiełkowania można na podstawie oznaczenia masy 1000 nasion, z dużym prawdopodobieństwem, wnioskować o ich zdolności kiełkowania. Wykorzystując wysoką korelację między masą 1000 nasion a zdolnością kiełkowania można też wybrać partię nasion o określonej zdolności kiełkowania.

Po 7 dniach od rozpoczęcia kiełkowania zarówno w przypadku frakcji nasion ciężkich, jak i frakcji nasion lekkich, liczba sskiełkowanych nasion wynosiła prawie 100%, co pozwala na zaliczenie kostrzycy Brauna do traw szybko kiełkujących. Wydaje się więc, że do oceny jakości nasion wystarczy prowadzić próbę kiełkowania przez 7 dni.

Sortowanie nasion wydaje się efektywną, możliwie najprostszą i najmniej kosztowną metodą poprawy jakości nasion kostrzycy Brauna. Oceniano różne techniki uszlachetniania materiału siewnego traw pastewnych, takie jak otoczkowanie nasion, zaprawianie czy hydratacja [10]. Jednak wysoki koszt tych technik ogranicza ich użycie w przypadku nasion roślin pastewnych, w stosunku do których nie ma tak dużych oczekiwań zwrotu kosztów, jak w stosunku do nasion roślin warzywnych czy kwiatowych. W drugiej, niepublikowanej części niniejszego eksperymentu badano wpływ kondycjonowania na kiełkowanie nasion *Festulolium* i nie stwierdzono znaczącego wpływu zabiegu na szybkość kiełkowania badanego gatunku. Jednym z wyjaśnień może być fakt, że *Festulolium*, jak pokazały wyniki przeprowadzonych badań, należy do gatunków stosunkowo szybko kiełkujących.

5. Wnioski

1. Masa nasion kostrzycy Brauna jest dobrym wskaźnikiem jakości nasion. Istnieją wysokie, dodatnie korelacje

między zdolnością kiełkowania, oraz między szybkością kiełkowania nasion wyrażoną współczynnikiem Piepera a masą 1000 nasion.

2. Współczynniki determinacji wskazują na wyższą zależność masy 1000 nasion i zdolności kiełkowania ($R^2=0,93$) niż szybkości kiełkowania ($R^2=0,82$).

3. Sortowanie, wydaje się efektywną, możliwie najprostszą i najmniej kosztowną metodą poprawy jakości nasion *Festulolium*. Wydaje się, że istotną poprawę jakości materiału siewnego tego gatunku można uzyskać, przeprowadzając frakcjonowanie partii nasion tak, aby odrzucić około 15-20% nasion o najniższej masie.

6. Bibliografia

- [1] Bean E.W.: Seed quality: its variation, control and importance in breeding and varietal assessment. Report of the Welsh Plant Breeding Station, 1973: 194.
- [2] Berdahl J.D., Frank A.B.: Seed Maturity in Four Cool-Season Forage Grasses. Agron. J., 1998, 90: 483-488.
- [3] Falkowski M.: (red.). Trawy polskie. Warszawa, PWRiL, 1982, 240-246.
- [4] Gunther B.: *Festulolium*. RADA. 2002, 06: 7-8.
- [5] Hill N.S., Bouton J.H., Hiatt III E.E., Kittle B.: Seed Maturity, Germination, and Endophyte Relationships in Tall Fescue. Crop Sci. 2005, 45: 859-863. <http://crop.scijournal.org/cgi/reprint/45/3/859>.
- [6] Lipińska H., Kulik M.: Dynamika rozwoju *Festulolium braunii* na tle zróżnicowanych warunków glebowych. Annales UMCS, vol.. LXI, sec. E, 2006, 61: 237-248.
- [7] Naylor R.E.L.: Effects of seed size and emergence time on subsequent growth of perennial ryegrass. New. Phytol., 1980, 84: 313-318.
- [8] Prasad B., Gayathri N. Seed Maturity, Germination, and Endophyte Relationships in Tall Fescue. Crop Sci. 2005, 45: 859-863. <http://crop.scijournal.org/cgi/reprint/45/3/859>.
- [9] Smith K.F., McFarlane N.M., Croft V.M., Trigg P.J., Kearney G.A.: The effects of ploidy and seed mass on the emergence and early vigour of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars. Australian Journal of Experimental Agriculture, 2003, 43(5): 481-486.
- [10] Sulc R.M.: Factors affecting forage stand establishment. Sci. agric., Piracicaba, 1998, 55(Número Especial): 110-115.