



OKREŚLENIE MOŻLIWOŚCI WYDZIELANIA NASION GROCHU PRZEZNACZONYCH NA MATERIAŁ SIEWNY PRZY WYKORZYSTANIU RÓŻNIC WE WSPÓLCZYNNIKACH TARCIA ZEWNĘTRZNEGO

Agnieszka Markowska^{a*}, Stanisław Konopka^b, Małgorzata Cieślak^c

^a Katedra Podstaw Bezpieczeństwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

^b Katedra Maszyn Roboczych i Metodologii Badań, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

^c Zakład Naukowy Niekonwencjonalnych Techniki i Wyrobów Włókienniczych, Instytut Włókiennictwa w Łodzi

* Adres do korespondencji: ul. Jana Heweliusza 10, 10-724 Olsztyn, e-mail: agnieszka.markowska@uwm.edu.pl

INFORMACJE O ARTYKULE

Historia artykułu:

Wpłynął: listopad 2013

Zrecenzowany: grudzień 2013

Zaakceptowany: styczeń 2014

Słowa kluczowe:

nasiona grochu siewnego

zdolność kiełkowania

cechy rozdzielcze

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące określenia różnic w podstawowych cechach rozdzielczych partii nasion grochu siewnego, umożliwiających skuteczne wydzielenie frakcji materiału o wysokiej zdolności kiełkowania. Stwierdzono, że na podstawie różnic w takich cechach, jak: wymiary, masa oraz krytyczna prędkość unoszenia nasion nie można skutecznie zrealizować tej operacji technologicznej. W celu rozwiązania praktycznego problemu, podjęto próbę określenia potencjalnych różnic we współczynnikach tarcia zewnętrznego nasion po podłożach ze: stali, gumy oraz płótna (bawelnianego, lnianego, polarowego i bawelniano-lnianego). Ustalono, że istotne statystycznie różnice w tej cesze występują tylko dla stali. Zaproponowano, by w praktyce do wydzielenia nasion grochu o wysokiej zdolności kiełkowania zastosować żmijkę.

Wprowadzenie

Groch (*Pisum sativum* L.) jest rośliną jednoroczną z rodziny motylkowatych uprawianą w klimacie umiarkowanym od zamierzchłych czasów (Grudnik, 2005). Jadalnymi częściami grochu są nasiona oraz młode strąki. Poza walorami smakowymi, warzywo to jest cennym źródłem białka, węglowodanów, soli mineralnych oraz witamin (Gumienna i in., 2006). Lee i in. (2008) wykazali zdolność roślin strączkowych do obniżenia ciśnienia krwi. W porównaniu do innych roślin strączkowych groch zawiera zwiększone ilości potasu, magnezu, żelaza i cynku, przy jednoczesnej mniejszej zawartości sodu (Grela i in., 2005). Niehues i in. (2010) wykazali, że bioaktywne peptydy białek grochu *Pisum sativum* L. mogą być stosowane jako składnik żywności funkcjonalnej ochraniającej dzieci przed infekcjami takimi, jak *Helicobacter pylori*.

Groch charakteryzuje się nierównomiernym dojrzewaniem; proces dojrzewania zaczyna się od strąków położonych w najniższych partiach rośliny i przebiega ku jej górze. Kiedy strąki położone najniżej osiągną dojrzałość, powinien rozpocząć się zbiór dwuetapowy, polegający na ścięciu roślin i pozostawieniu ich ułożonych na kozłach do doschnięcia, lub zbiór jednoetapowy przy użyciu desykacji. Zbiór jednoetapowy bez zastosowania desykacji może prowadzić do dużych strat nasion. Nasiona grochu po zbiorze dosusza się do 14% wilgotności. W zależności od warunków uprawy plon tej rośliny waha się w szerokim zakresie od trzech do około ośmiu ton na hektar (Doré i in., 1998).

Wstępna analiza materiału badawczego

Materiał badawczy stanowiły nasiona grochu łuskowego odmiany „Cud Kelvedonu” dostarczone z Przedsiębiorstwa Nasiennictwa Ogrodniczego i Szkółkarstwa S.A. TORSE-ED w Toruniu. Były to 3 próbki o masie ok. 1 kg każda, zapakowane w papierowe (firmowe) torby i zaplombowane. Próby te zostały przygotowane przez pracowników zakładowego laboratorium. Informacje zawarte na opakowaniach wskazywały, że są to nasiona przeznaczane na materiał siewny i pochodzące z jednej partii (dostarczonej przez rolnika do wymienionego zakładu). Dla zakładu był to istotny problem, gdyż oczyszczony w czyszczalni K-541 Petkus materiał charakteryzował się przeciętną zdolnością kiełkowania ok. 53%. Wymagana zdolność kiełkowania nasion grochu przeznaczonych do siewu powinna wynosić min. 80% (Michalik i Weiner, 2004). Wyselekcjonowane próby różniły się średnią zdolnością kiełkowania nasion, która wynosiła odpowiednio: 37, 53 i 65%.

Dostarczone próby nasion poddano wstępnej analizie w laboratorium Katedry Maszyn Roboczych i Metodologii Badań Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Określona metodą suszarkową (zgodnie z PN-91/A-74010) wilgotność nasion w poszczególnych próbach zawierała się w przedziale od 8,3-9,6%. Ponieważ zakres zmian wilgotności nie był znaczący, przyjęto, że nie będzie ona miała istotnego wpływu na wyniki kolejnych pomiarów.

Dodatkowo, z próby o największej zdolności kiełkowania (65%) wyselekcjonowano manualnie ok. 0,3 kg nasion, których przeciętna zdolność kiełkowania po 8 dniach wynosiła ok. 97%. Frakcja ta stanowiła tzw. 4 próbę do późniejszych doświadczeń.

Dalsze badania polegały na ocenie różnic w podstawowych cechach rozdzielczych, które są wykorzystywane w przemysłowych operacjach technologicznych związanych z czyszczeniem mieszanin nasiennych (Grochowicz, 1994). W tym celu wybrano losowo po 300 nasion z każdej próby i wyznaczono średnie wartości: masy pojedynczego nasiona, podstawowych wymiarów (długości, szerokości i grubości) oraz prędkości krytyczne unoszenia w pionowym strumieniu powietrza.

Dane te opracowano statystycznie. Wyznaczono podstawowe parametry statystyczne (wartość średnią, odchylenie standardowe i minimalną liczebność próby losowej) oraz przeprowadzono analizę wariancji dla średnich wartości poszczególnych cech celem określenia statystycznie istotnych różnic. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic wykonywano testy „post-hoc” Duncana, by wyodrębnić tzw. grupy jednorodne. Do obliczeń wykorzystano pakiet programów statystycznych *Statistica* v. 10, a testowanie hipotez prowadzono przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ (Greń, 1984; Rabiej, 2012). Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Zestawienie wyników statystycznych analiz charakteryzujących podstawowe cechy rozdzielcze nasion grochu odmiany „Cud Kelvedonu” dla prób o różnej zdolności kiełkowania

Tabela 1

The list of statistical analyses results which characterize basic separating properties of pea seeds of „Cud Kelvedonu” cultivar for trials of various germination ability

Cecha	Zdolność kiełkowania (%)							
	37		53		65		97	
	\bar{X}	<i>S</i>	\bar{X}	<i>S</i>	\bar{X}	<i>S</i>	\bar{X}	<i>S</i>
Długość (mm)*	7,17 ^a	0,947	7,71 ^b	0,740	7,99 ^b	0,654	7,92 ^b	0,543
Szerokość (mm)	6,57 ^a	0,859	6,56 ^a	0,742	6,58 ^a	0,688	6,59 ^a	0,605
Grubość (mm)*	6,22 ^a	0,867	5,95 ^b	0,648	5,83 ^b	0,582	5,47 ^b	0,563
Masa nasiona(g)*	0,17 ^a	0,034	0,21 ^b	0,036	0,20 ^b	0,031	0,22 ^b	0,019
Prędkość krytyczna unoszenia (m·s ⁻¹)*	11,72 ^a	0,119	12,16 ^b	0,2406	12,47 ^c	0,148	12,59 ^c	0,134

\bar{X} - wartość średnia, *S* – odchylenie standardowe, * – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami w danym wierszu nie różnią się statystycznie istotnie (grupy jednorodne).

Wyliczone minimalne liczebności do pomiarów poszczególnych cech wynosiły od 28 do 284 nasion dla każdej próby. Oznacza to, że przyjęta wstępna liczebność (po 300 nasion z każdej próby) była wystarczająca.

Wyniki obliczeń wykazały występowanie niewielkich różnic między średnimi wartościami dla danej cechy i różnych prób. Stwierdzono, że nasiona o zdolności kiełkowania 37% istotnie różnią się przeciętną długością, grubością, masą pojedynczego nasiona oraz krytyczną prędkością unoszenia w pionowym strumieniu powietrza od nasion z pozostałych prób. Średnie wartości wymienionych cech były statystycznie istotnie niższe, poza grubością, która była istotnie wyższa.

Odnotowano również znacząco wyższe przeciętne wartości krytycznej prędkości unoszenia dla nasion o zdolności kiełkowania 65 i 97% – odrębna grupa jednorodna. Zastosowanie separatora pneumatycznego umożliwiłoby więc wydzielenie nasion o zdolności kiełkowania powyżej 65%, jednak nadal niemożliwe byłoby spełnienie kryterium dla materiału siewnego (Michalik i Weiner, 2004)

Reasumując, stwierdzono, że na podstawie wymienionych cech rozdzielczych nie można skutecznie rozdzielić nasion o różnej zdolności kiełkowania z analizowanej partii grochu.

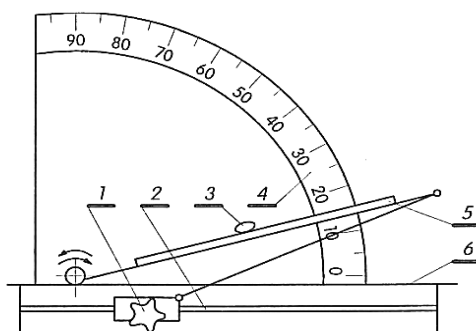
Pewną sugestią co do dalszych badań nad rozwiązaniem opisanego problemu były wizualne różnice w barwie i teksturze powierzchni zewnętrznej nasion z różnych prób. Nasiona o najniższej zdolności kiełkowania miały barwę zbliżoną do jasnożółtej i były w znacznym stopniu pomarszczone. Wraz ze wzrostem zdolności kiełkowania obserwowano mniejszą deformację nasion i zmianę ich barwy do jasnozielonej dla nasion z próby o zdolności kiełkowania 97% (Choszcz i in., 2011). Obserwacje te pozwoliły na sformułowanie hipotezy, zakładającej występowanie istotnych różnic we współczynnikach tarcia zewnętrznego dla nasion grochu o różnej zdolności kiełkowania.

Cel badań

Celem badań było określenie potencjalnych różnic we współczynnikach tarcia zewnętrznego po różnych materiałach dla nasion grochu siewnego o zmiennej zdolności kiełkowania w aspekcie wykorzystania ich w operacji sortowania.

Metodyka badań

Pomiary statycznych współczynników tarcia zewnętrznego nasion grochu po różnych podłożach przeprowadzono na stanowisku opisanym przez Kaliniewicza i Rawę (2000), przedstawionym na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat urządzenia do pomiaru kątów tarcia zewnętrznego materiałów sypkich po różnych podłożach: 1 – pokrętło regulacji kąta nachylenia ramienia równi, 2 – prowadnica, 3 – cząstka (nasiono), 4 – kątomierz, 5 – wymienne podłoże, 6 – podstawa
 Figure 1. Schematic representation of a device for measuring angles of external friction of loose materials on various bases: 1 – wheel for regulation of tilt angle of a plane, 2 – guidebar, 3 – particle (seed), 4 – protractor, 5 – replaceable base, 6 – base

Źródło: (Kaliniewicz i Rawa, 2000)

Pomiary polegały na ułożeniu pojedynczego nasiona na wymiennym podłożu w górnej części ruchomego ramienia równi. Następnie, za pomocą pokrętła (1), manualnie unoszono ramię równi do chwili, gdy następował ruch nasiona po podłożu. Kąt uniesienia ramienia równi odczytywano na skali kątomierza (4) z dokładnością do 1°. Kąt ten przeliczano zgodnie z zależnością (1) na wartość współczynnika (μ) tarcia statycznego (Grochowicz, 1994; Kram, 2008)

$$\mu = \operatorname{tg} \beta \quad (-) \quad (1)$$

przy czym symbol: β - określał kąt uniesienia ramienia równi w stosunku do poziomu, (°).

Czynności te powtarzano dla kolejnych nasion.

Doświadczenia przeprowadzono dla tych samych nasion, które wykorzystano w badaniach wstępnych. Natomiast jako podłoże stosowano następujące materiały: stal St3

(o chropowatości $R_a=0,46 \mu\text{m}$), miękką gumę bez osnowy ($R_a=0,24 \mu\text{m}$) oraz płótna (bawełniane, lniane, polarowe i bawełniano-lniane). Stosunkowo szeroki asortyment zastosowanych płócien wynikał z przewidywania wykorzystania do separacji nasion w praktyce tzw. płótniarki. Podstawowe właściwości charakteryzujące wymienione płótna przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Zestawienie parametrów struktury płócien

Table 2

The list of parameters of canvas structure

Rodzaj materiału włókienniczego	Gęstość nitek (liczba nitek na 10 cm)		Masa powierzchniowa ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	Rodzaj surowca	
	Osnowa	Wątek	Osnowa	Osnowa	Wątek
Bawełniane – tkanina, splot płócienny	240	155	126	bawełna	bawełna
Lniane – tkanina, splot płócienny	240	150	140	len	len
Polarowe – dzianina typu polar dwustronny	-	-	244	poliester	
Bawełniano-lniane – tkanina, splot płócienny	200	125	256	bawełna	bawełna / len

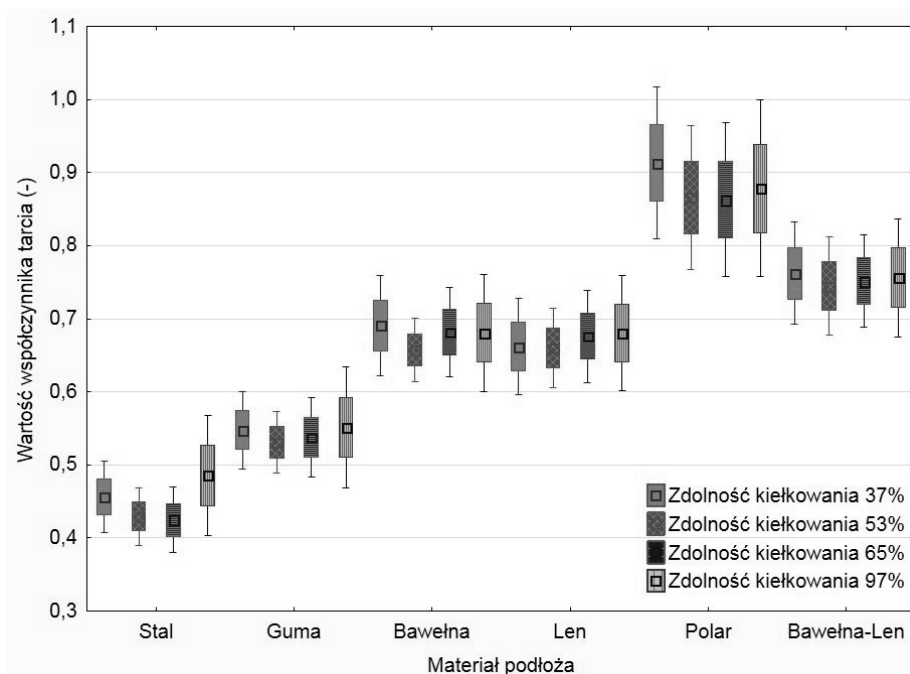
Do porównań istotności różnic między średnimi wartościami współczynników tarcia wykorzystano analogiczne procedury obliczeniowe, jak opisano w rozdziale dotyczącym wstępnej analizy materiału badawczego.

Wyniki badań i ich analiza

Zilustrowane na rysunku 2 przeciętne wartości współczynników tarcia i ich odchylenia standardowe („wąsy”) dla różnych materiałów stanowiących podłoże wskazują, że najwyższe wartości tego parametru (bez względu na zdolność kiełkowania) odnotowano dla płótna polarowego. Różniły się one statystycznie istotnie od średnich wartości współczynników tarcia dla pozostałych materiałów. Znaczące różnice dla tej cechy stwierdzono również dla takich materiałów, jak: stal, guma i płótno bawełniano-lniane.

Nie odnotowano statystycznych różnic między przeciętnymi wartościami współczynników tarcia cząstek po płótnie bawełnianym i lnianym (dla danych zdolności kiełkowania), chociaż stanowiły one odrębną grupę jednorodną w odniesieniu do innych podłoży.

Jednak ze względów praktycznych najważniejsze są różnice w omawianej cesze dla danego materiału. Szczegółowe rezultaty porównań w tym zakresie przedstawiono w tabeli 3.



Rysunek 2. Wykres „ramka-wąsy” obrazujący zmienność średnich wartości i odchyłeń standardowych współczynników tarcia zewnętrznego nasion grochu o różnej zdolności kiełkowania po wybranych materiałach

Figure 2. A box plot which illustrates variability of average values and standard deviations of external friction coefficients of pea seeds of various germination ability on the selected materials

Tabela 3

Zestawienie wyników analiz wariancji i testów „post-hoc” dla współczynników tarcia nasion grochu po wybranych podłożach

Table 3

The list of results of the analysis of variance and 'post-hoc' tests for coefficients of pea seeds friction on the selected bases

Zdolność kiełkowania (%)	Stal		Guma		Płótno							
	\bar{X}	<i>S</i>	\bar{X}	<i>S</i>	Bawełna		Len		Polar		Bawełna-Len	
	\bar{X}	<i>S</i>	\bar{X}	<i>S</i>	\bar{X}	<i>S</i>	\bar{X}	<i>S</i>	\bar{X}	<i>S</i>	\bar{X}	<i>S</i>
37	0,46 ^a	0,046	0,55 ^{a,c}	0,067	0,69 ^a	0,086	0,66 ^a	0,082	0,91 ^a	0,131	0,75 ^a	0,077
53	0,43 ^b	0,041	0,53 ^b	0,053	0,66 ^b	0,054	0,66 ^a	0,068	0,87 ^b	0,124	0,73 ^b	0,075
65	0,42 ^b	0,042	0,54 ^{a,b}	0,068	0,68 ^a	0,077	0,67 ^b	0,078	0,86 ^b	0,132	0,74 ^{a,b}	0,076
97	0,49 ^c	0,048	0,55 ^c	0,103	0,68 ^a	0,101	0,68 ^b	0,097	0,87 ^b	0,151	0,74 ^{a,b}	0,077

\bar{X} – wartość średnia, *S* – odchylenie standardowe, * – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami w danej kolumnie nie różnią się statystycznie istotnie (grupy jednorodnie)

Analizując dane z tabeli 3 można stwierdzić, że jedynie stal jest materiałem, który umożliwia wydzielenie nasion grochu o najwyższej zdolności kiełkowania pod względem różnic we współczynnikach tarcia zewnętrznego. Dla tego podłoża i nasion grochu o zdolności kiełkowania 97% uzyskano przeciętną wartość współczynnika tarcia zewnętrznego (μ) wynoszącą 0,49. Wartość ta istotnie różniła się od średnich wartości tego parametru dla nasion o niższych zdolnościach kiełkowania (odrębna grupa jednorodna).

Analogicznej relacji nie odnotowano dla pozostałych materiałów uwzględnionych w badaniach.

Podsumowanie

Na podstawie wyników badań i obliczeń można stwierdzić, że wydzielenie z analizowanej partii materiału siewnego frakcji nasion o wysokiej zdolności kiełkowania jest niezwykle trudną operacją technologiczną. Wynika to z braku różnic w podstawowych cechach rozdzielczych, takich jak: wymiary (długość, szerokość i grubość), masa oraz krytyczna prędkość unoszenia w pionowym strumieniu powietrza.

Zweryfikowana w pracy hipoteza, dotycząca występowania istotnych różnic we współczynnikach tarcia zewnętrznego między nasionami o różnej zdolności kiełkowania, wykazała, że wykorzystanie tej cechy w praktyce ma ograniczone możliwości. Pomimo przeprowadzenia badań dla wielu rodzajów materiałów (stal, guma, płótna: bawełniane, lniane, polarowe i bawełniano-lniane), istotne statystycznie różnice dla tej cechy stwierdzono tylko dla stali. Przeciętna wartość współczynnika tarcia zewnętrznego, dla nasion o zdolności kiełkowania 97%, wynosiła 0,49 i była znacznie wyższa niż dla nasion o niższej zdolności kiełkowania. Stąd wniosek końcowy, że chcąc wydzielić nasiona o wysokiej zdolności kiełkowania należałoby zastosować tzw. żmijkę.

Literatura

- Choszcz, D. J.; Jadwisieńczyk K.; Konopka S.; Majkowska-Gadomska J. (2011). Próba odseparowania z materiału siewnego nasion grochu o niskiej zdolności kiełkowania. *Inżynieria Rolnicza*, 5(130), 39-45.
- Doré, T.; Meynard, J.M.; Sebillotte, M. (1998). The role of drain number, nitrogen nutrition and stem number in limiting pea crop (*Pisum sativum*) yields under agricultural conditions. *European Journal of Agronomy*, 8(3), 29-37.
- Grela, E.R.; Rybiński, W.; Nalewajko, B.; Kowalczyk, E. (2005). Zawartość składników mineralnych w nasionach nowych odmian roślin strączkowych stosowanych w żywieniu ludzi. *Żywność Człowieka i Metabolizm*, 32 (Suplement 1 - Cz. I), 244-248.
- Greń, J. (1984). *Statystyka matematyczna. Modele i zadania*. Warszawa, PWN, ISBN 83-01-03699-0.
- Grochowicz, J. (1994). *Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion*. Lublin, Wyd. AR w Lublinie, ISBN: 83-901612-9-X.
- Grudnik, P. (2005). Technologia uprawy grochu. *Hasło Ogrodnicze*, 4, 155-158.
- Gumienna, M.; Czarnecka, M.; Czarnecki, Z. (2006). Wpływ warunków przechowywania produktów otrzymanych z nasion roślin strączkowych na zmiany aktywności antyoksydacyjnej. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 38(6), 183-188.

- Kaliniewicz, Z.; Rawa, T. (2000). *Laboratorium z maszyn rolniczych*. Olsztyn, Wyd. Uniwersytetu Warmińsko - Mazurskiego w Olsztynie, ISBN 83-88343-18-1.
- Kram, B.B. (2008). Badania współczynnika tarcia zewnętrznego i kąta naturalnego usypu nasion łubinu odmian Bar i Radames. *Inżynieria Rolnicza*, 4(102), 423-430.
- Lee, Y.P.; Pudey, I.; Hodgson, J. (2008). Protein, fibre and blood pressure: potential benefit of legumes. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 35, 473-476.
- Michalik, B.; Weiner W. (red.). (2004). *Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych*. Kraków, Wyd. Sekcja Hodowli Roślin i Nasiennictwa PTNO, ISBN 83-905196-3-1.
- Niehues, M.; Euler, M.; Georgi, G.; Mank, M.; Stahl, B.; Hensel, A. (2010). Peptides from *Pisum sativum* L. enzymatic protein digest with anti-adhesive activity against *Helicobacter pylori*: Structure-activity and inhibitory activity against BabA, SabA, HpaA and a fibronectin-binding adhesin. *Molecular Nutrition and Food Research*, 54(12), 1851-1861.
- PN-91/A-74010:1991. *Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie wilgotności*.
- Rabiej, M. (2012). *Statystyka z programem Statistica*. Gliwice, Wyd. Helion, ISBN: 978-83-246-4110-9.

DETERMINATION OF THE POSSIBILITY OF SELECTING PEA SEEDS DESIGNATED FOR SOWING WITH THE USE OF DIFFERENCES IN EXTERNAL FRICTION COEFFICIENTS

Abstract. The paper presents research results concerning differences in basic separating features of batches of pea, which enable efficient separation of material fractions of high germination ability. It was found out that based on differences in such properties, such as: dimensions, mass and critical velocity of lifting seeds, this technological operation may not be sufficiently carried out. In order to solve a practical problem, an attempt was made to determine possible differences in external friction coefficients of seeds on bases made of: steel, gum and linen, polar and cotton-linen). It was determined that statistically significant differences for this feature occur only for steel. It was suggested that in practice for selection of pea seeds of high germination ability, a sailor's whipping should be used.

Key words: pea, germination ability, separating properties