

Zdzisław Kaliniewicz, Piotr Markowski, Tadeusz Rawa  
Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

## ANALIZA ROZKŁADÓW PODSTAWOWYCH CECH FIZYCZNYCH ZIAREN GRYKI I ŁUSZCZYN RZODKWI ŚWIRZEPY W ASPEKCIE MODELOWANIA PROCESÓW ROZDZIELCZYCH

### Streszczenie

W pracy przedstawiono postać i parametry dwóch typów rozkładów – liczebnościowego i masowego – trzech podstawowych wymiarów ziaren gryki i łuszczyń rzodkwi świrzepy. Wykazano, że zastosowanie przy wyznaczaniu wskaźników rozdzielania mieszanin nasion niewłaściwego typu rozkładu może być przyczyną powstania znaczących błędów obliczeniowych.

**Słowa kluczowe:** gryka, łuszczyń rzodkwi świrzepy, rozkład liczebnościowy, rozkład masowy, błędy obliczeń.

### Wstęp

Rozkład danej cechy fizycznej nasion wyznacza się przez pomiar wybranych losowo nasion, a następnie grupowanie wyników pomiarów w odpowiednich, na ogół kilkunastu, przedziałach klasowych [GACH i in. 1991; GROCHOWICZ 1994; PLATT 1978]. W tym przypadku uzyskuje się rozkład danej cechy wg liczby jednostek empirycznych, który dalej nazwano rozkładem liczebnościowym danej cechy. Dzieląc taki rozkład na dwie części wg przyjętej wartości cechy rozdzielczej można dla rozdzielanej mieszaniny ziarnistej wyznaczyć udziały frakcji nad- i podziarna. Udziały owe są określone stosunkami liczby nasion w danej frakcji do całkowitej liczby nasion przed procesem podziału mieszaniny [GROCHOWICZ 1994; RAWA, SEMCZYSZYN 1988]. W praktyce wskaźniki procesu rozdzielczego wyznaczane są jednak na ogół na podstawie udziałów wydzielonych mas poszczególnych składników. W związku z tym w modelowaniu procesów czyszczenia i sortowania nasion powinno się wykorzystywać rozkłady masowe cech rozdzielczych. W świetle powyższego można jednak postawić pytanie: czy przyjmując przy

określeniu potencjalnej skuteczności rozdzielania mieszaniny rozkładu liczebnościowego wykorzystywanej cechy rozdzielczej zamiast jej rozkładu masowego nie popełnia się zbyt dużego błędu obliczeniowego?

Celem pracy jest wyznaczenie postaci i parametrów liczebnościowych i masowych rozkładów podstawowych cech geometrycznych ziaren gryki i segmentów łuszczyń rzodkwi świrzepy oraz określenie różnic w udziałach frakcji nad- i podziarna, wynikających z zastąpienia rozkładu masowego danej cechy jej rozkładem liczebnościowym.

### **Metodyka badań**

Materiał badawczy stanowiły ziarna gryki odmiany Emka i segmenty łuszczyń rzodkwi świrzepy, pobrane z masy plonu przed czyszczeniem w Przedsiębiorstwie Przetwórstwa Zbożowego „PZZ” Boliński w Szczytnie, których wilgotność względna wynosiła odpowiednio 12,8 i 12,6%. Z tych gatunków wybrano losowo po 300 ziaren i łuszczyń, dla których wyznaczano długość  $c$ , szerokość  $b$ , grubość  $a$  i masę jednostkową  $m$ .

Do pomiaru cech geometrycznych ziaren i łuszczyń wykorzystano mikroskop warsztatowy MWM 2325 ze śrubą mikrometryczną o dokładności 0,01 mm, a do wyznaczenia ich masy jednostkowej – wagę laboratoryjną WA-31 o dokładności 0,1 mg.

Pojedynczy pomiar wykonywano w ten sam sposób, tak dla ziaren gryki, jak i segmentów łuszczyń rzodkwi świrzepy. Badanie rozpoczynano od umieszczenia wylosowanego ziarna lub łuszczyzny na szalce wagi, którą średnio co 25 pomiarów zerowano oraz sprawdzano poprawność wskazań odważnikami wzorcowymi. Po wyznaczeniu masy ziarna lub łuszczyzny umieszczano je na przezroczystej płytce pokrytej warstwą smaru o grubości ok. 0,05 mm, zamocowanej w uchwycie mikroskopu. Zakres pomiarowy śruby mikrometrycznej umożliwiał ułożenie jednocześnie na płytce 4 ziaren lub łuszczyń. Pokręcając śrubą mikrometryczną przesuwno stolik mikroskopu do położenia, w którym linia podziałki obiektywu zetknęła się z zarysem początku ziarna lub łuszczyzny. W tym położeniu dokonywano odczytu wskazania śruby mikrometrycznej. Następnie przesuwno stolik do takiego położenia, w którym ta sama linia podziałki obiektywu zetknęła się z zarysem końca ziarna lub łuszczyzny i odczytywano wynik. Różnica między końcowym a początkowym odczytem stanowiła mierzoną wartość. Po wyznaczeniu dwóch wymiarów

każdego z ziaren lub łuszczyń płytkę obracano o  $90^\circ$  w celu zmierzenia trzeciego podstawowego wymiaru.

Wyniki pomiarów zapisano w arkuszu kalkulacyjnym programu „Excel”, gdzie dokonano odpowiedniej ich selekcji. Następnie wyniki opracowano przy użyciu pakietu programów statystycznych „Winstat” i „Statistica”. Wykorzystywano procedury testowania zgodności rozkładów (masowego i liczebnościowego) z hipotetycznymi oraz porównywania wartości średnich dla prób zależnych.

Następnie korzystając z dystrybuanty rozkładów grubości, szerokości i długości, obliczono udziały wydzielanych frakcji ziaren gryki i łuszczyń rzodkwi świrzepy dla przyjętej podziałowej wartości ich cechy. Różnice między tymi wartościami, nazwane umownie błędami obliczeniowymi, wyznaczono ze wzoru:

$$\delta_{x(a)} = 100 \left( F_{(x=a)}^m - F_{(x=a)}^l \right)$$

gdzie:

$F_{(x=a)}^m$  – wartość dystrybuanty masowego rozkładu cechy  $x$  dla granicy podziałowej  $a$ ,

$F_{(x=a)}^l$  – wartość dystrybuanty liczbowego rozkładu cechy  $x$  dla granicy podziałowej  $a$ ,

## Wyniki badań

Parametry statystyczne liczebnościowych i masowych rozkładów wymiarów ziaren gryki i łuszczyń rzodkwi świrzepy przedstawiono w tabeli 1. Wynika z niej, że na przyjętym poziomie istotności dla wszystkich rozkładów wymiarów ziaren gryki i rozkładu długości łuszczyń rzodkwi świrzepy nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy, że rozpatrywane rozkłady empiryczne są rozkładami normalnymi. Dla dwóch pozostałych wymiarów łuszczyń rzodkwi świrzepy (tj. grubości i szerokości) stwierdzono, że ich rozkłady na przyjętym poziomie istotności mogą być uznane za zgodne z rozkładami logarytmiczno-normalnymi. Odnosi się to zarówno do rozkładów liczebnościowych, jak i masowych. Z tabeli wynika również, że średnie z rozkładów masowych są zawsze większe od odpowiadających im średnich z rozkładów liczebnościowych, przy czym różnice dla łuszczyń rzodkwi świrzepy są większe niż dla ziaren gryki.

Tabela 1. Parametry statystyczne rozkładu normalnego i logarytmiczno-normalnego wymiarów ziaren gryki i łuszczyn rzodkwi świrzepy

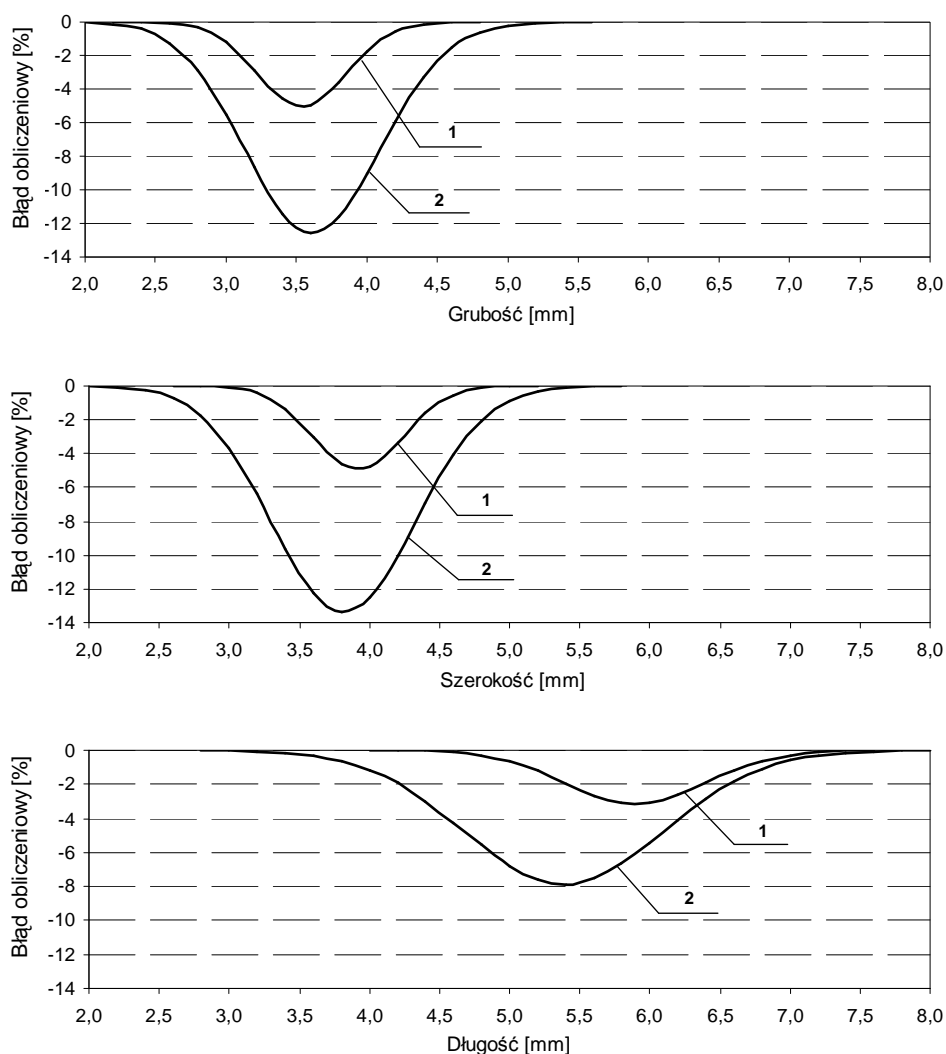
Table 1. Statistical parameters of normal and logarithmic and normal distributions of buckwheat seeds and „świrzepa” radish hulls dimensions

Nazwa gatunkowa	Cecha geometryczna	Wartość średnia [mm]	Odchylenie standardowe [mm]	Obliczona wartość statystyki $\chi^2$	Wartość krytyczna statystyki $\chi^2_{\alpha}$
Rozkłady liczebnościowe					
Ziarno gryki	grubość	3,51	0,315	8,39	9,49
	szerokość	3,89	0,322	6,04	9,49
	długość	5,84	0,504	9,82	15,51
Łuszczyny rzodkwi świrzepy	grubość*	3,42	0,470	23,48	14,07
	szerokość*	3,62	0,497	23,27	15,51
	długość	5,40	0,720	3,47	9,49
Rozkłady masowe					
Ziarno gryki	grubość	3,55	0,316	4,58	9,49
	szerokość	3,93	0,323	3,53	9,49
	długość	5,88	0,507	3,85	15,51
Łuszczyny rzodkwi świrzepy	grubość*	3,57	0,508	24,42	14,07
	szerokość*	3,79	0,535	30,97	15,51
	długość	5,54	0,704	6,97	9,49

Przyjęty poziom istotności  $\alpha=0,05$ 

\*– parametry cechy dla rozkładu logarytmiczno-normalnego

Błędy obliczeniowe przedstawiające różnice między udziałami ziaren gryki i udziałami łuszczyn rzodkwi świrzepy, wyznaczonymi z dystrybuanty rozkładów liczebnościowych i dystrybuanty rozkładów masowych w zależności od wartości cechy rozdzielczej – grubości, szerokości i długości – przedstawiono na rysunku 1. Widać z niego, że największe błędy obliczeniowe powstają przy równowagowym podziale mieszaniny ziarnistej i są one zawsze wyższe dla łuszczyn rzodkwi świrzepy niż dla ziaren gryki. W przypadku rozdziału ziaren gryki wg grubości i szerokości maksymalny błąd obliczeniowy wynosi ok. 5%, a w przypadku łuszczyn rzodkwi świrzepy ok. 13%. Błędy maksymalne odnotowane przy rozdziale ziaren gryki i łuszczyn rzodkwi świrzepy wg ich długości są relatywnie mniejsze i wynoszą odpowiednio ok. 3 i ok. 8%.



Rys. 1. Kształtowanie się błędu wyznaczania udziałów frakcji nad- i podziarna w sytuacji zastosowania w obliczeniach rozkładu liczebnościowej danej cechy zamiast rozkładu masowego: 1 – ziarna gryki, 2 – łuszczyzny rzodkwi świrzepy

Fig.1. The trends upwards the mistake of share marking of thickness and fine fractions at the situation of use to the calculation the distributions of feature in number of seeds instead of mass distributions: 1 – buckwheat seeds, 2 – „świrzepa” radish hulls

## **Wnioski**

1. Rozkłady grubości, szerokości i długości ziaren gryki i łuszczyn rzodkwi świrzepy wyznaczone wg masy tych jednostek empirycznych mają taką samą postać jak rozkłady wyznaczone wg ich liczby, a różnice między tymi dwoma typami rozkładów dotyczą ich parametrów statystycznych.
2. Różnice potencjalnej (obliczeniowej) skuteczności rozdzielania mieszaniny nasion na frakcje wymiarowe (grubość, szerokość i długość) z zastosowaniem rozkładów cech wyznaczonych wg liczby i rozkładów cech wyznaczonych wg masy jednostek empirycznych dla ziaren gryki wynoszą do 5%, a dla łuszczyn rzodkwi świrzepy do 13%, przy czym podane wartości, jako maksymalne, odnoszą się do równowagowego podziału obydwu składników.

## **Bibliografia**

Gach S., Kuczewski J., Waszkiewicz Cz. 1991. Maszyny rolnicze. Elementy teorii i obliczeń. Wyd. SGGW, Warszawa.

Grochowicz J. 1994. Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. Wyd. AR, Lublin.

Platt Cz. 1978. Problemy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wyd. PWN, Warszawa.

Rawa T., Semczyszyn M. 1988. Analiza metod określania podzielności mieszanin ziarnistych w zagadnieniach czyszczenia nasion. Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., Aedif. Mech., 18, 42-53.

**ANALYSIS OF DISTRIBUTIONS OF BASIC PHYSICAL FEATURES  
OF BUCKWHEAT SEED AND „ŚWIRZEPA” RADISH HULLS  
IN ASPECT OF MODELLING OF DISTRIBUTIVE PROCESSES**

**Summary**

The paper presents figures and parameters of two types of share distributions – in number of seeds and in mass – the three basic dimensions of buckwheat seed and „świrzepa” radish hulls. It was stated that the use of improper type of distribution to evaluate of coefficients of mixture distributive should be cause of significant calculation mistakes.

**Key words:** buckwheat seeds, „świrzepa” radish hulls, share distributions, calculation mistakes