

ANALIZA STOPNIA ROZDROBNIENIA ZIARNA PSZENICY

Jarosław Chlebowski, Tomasz Nowakowski

Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Celem pracy jest ocena przydatności automatycznego analizatora wielkości cząstek AWK do wyznaczenia stopnia rozdrobnienia ziarna pszenicy i charakterystyk składu ziarnowego śruty. Wyznaczono średnie średnice arytmetyczne, powierzchniowe i objętościowe ziarna pszenicy i cząstek śruty pszenicy. Na tej podstawie określono stopień rozdrobnienia ziarna pszenicy. Scharakteryzowano uzyskaną śrutę wyznaczając krzywe składu ziarnowego (skumulowanego udziału cząstek). Zastosowanie automatycznego analizatora wielkości cząstek AWK pozwala na wyznaczenie stopnia rozdrobnienia ziarna pszenicy oraz charakterystykę śruty za pomocą krzywych składu ziarnowego i równania RRSB.

Słowa kluczowe: stopień rozdrobnienia ziarna, pszenica, śruta

Wstęp

Podstawowym składnikiem mieszanek paszowych jest ziarno pszenicy, które charakteryzuje się dużą wartością pokarmową. Jednak ziarno to dopiero po rozdrobieniu lub zgnieceniu może być w pełni wykorzystane przez zwierzęta. Niekiedy dochodzi do nadmiernego rozdrobnienia ziarna, które powoduje znaczne zapylenie powietrza w budynkach inwentarskich i pomieszczeniach magazynowych. Wpływa to na powstawanie chorób układów oddechowych zwierząt i ludzi. Ponadto zbyt mocno rozdrobnione ziarno powoduje schorzenia układu pokarmowego zwierząt. Natomiast zbyt słabe rozdrobnienie ziarna jest powodem nie przyswajania paszy przez zwierzęta i powoduje jej straty [Grochowicz 1998]. Efekt rozdrobnienia ziarna zależy od rodzaju zastosowanych urządzeń oraz od ich parametrów technicznych i eksploatacyjnych (średnica otworów w sitach rozdrabniaczy lub szczelina między elementami rozdrabniającymi w śrutownikach). W celu scharakteryzowania śruty przeprowadza się analizę sitową.

Wyniki analizy sitowej można przedstawiać w postaci tabel lub wykresów. Stosuje się dwa sposoby graficznego przedstawienia wyników. W postaci krzywych rozkładu ziarnowego lub krzywych składu ziarnowego [Dmitrewki 1978]. Krzywa rozkładu ziarnowego przedstawia zależność procentowego udziału danej frakcji w masie całej próbki od wymiarów cząstek. W krzywej składu ziarnowego rzędne oznaczają procentowy skumulowany udział wszystkich frakcji o wymiarach cząstek większych (krzywa „plusowa”) lub mniejszych („krzywa minusowa”) od frakcji odpowiadającej danej odciętej [Dmitrewki 1978]. Innym parametrem charakteryzującym śrutę jest stopień jej rozdrobnienia opisywany jako stosunek średnich rozmiarów cząstek przed i po rozdrobieniu.

Podczas wykonywania analizy sitowej śruty występują pewne niedogodności. Uciążliwe jest ważenie frakcji i oczyszczanie sit w celu uzyskania dokładnych pomiarów. Występują trudności w uzyskaniu 100% masy próbki po wykonaniu pomiarów. Ponadto analiza sitowa jest procesem czasochłonnym. Dlatego też dla łatwiejszego określenia rozkładu wielkości cząstek śruty poszukuje się innych metod.

Celem pracy jest ocena przydatności automatycznego analizatora wielkości cząstek AWK do wyznaczenia stopnia rozdrobnienia ziarna pszenicy i charakterystyk składu ziarnowego śruty.

Zakres pracy obejmował: opracowanie metodyki pomiaru z zastosowaniem automatycznego analizatora wielkości cząstek AWK, określenie stopnia rozdrobnienia ziarna i wykonanie charakterystyk składu ziarnowego śruty pszenicy.

Materiał i metody

W pracy określono charakterystykę śruty ziarna pszenicy z wykorzystaniem automatycznego analizatora wielkości cząstek AWK. W urządzeniu tym wykorzystywana jest metoda bezkontaktowego pomiaru w czujniku, w którym strumień promieniowania podczerwonego jest rozpraszany przez przelatujące cząstki badanego materiału w strefie pomiaru. Każdej cząstce odpowiada impuls elektryczny proporcjonalny do jej wielkości. Zbiór cząstek jest wstępnie dzielony na 4096 klas wymiarowych i następnie przekształcany (kalibrowany) na 256 klas dostępnych dla użytkownika.

Stanowisko może pracować w czterech zakresach pomiarowych $D_{\min} - D_{\max}$: 39-12006 μm , 28-6009 μm , 19-3018 μm , 14-1534 μm . Przyrząd był kalibrowany przy pomocy cząstek sferycznych według standardów i atestów firmy Duke Scientific Corporation Palo Alto, California, USA. Do badań, na podstawie wstępnych pomiarów, wybrano drugi zakres pomiarowy.

Na podstawie pomiarów system automatycznie oblicza charakterystyki, które jednoznacznie określają zbiór cząstek. Zarejestrowane wyniki pozwalają na obliczenie średnic występujących w danej strefie obszaru zbioru cząstek, jak również w całym zbiorze. Komputer dokonuje obliczeń i podaje wielkość cząstek w postaci średniej: średnicy arytmetycznej - d_n , średnicy powierzchniowej - d_s , średnicy objętościowej - d_v . Wybór średniej średnicy zależy od dziedziny zastosowania.

Na podstawie pomiarów można obliczyć charakterystyki, które jednoznacznie określają zbiór cząstek. Przedstawiona metoda opracowania danych umożliwia szybkie otrzymanie wyników w pewnej usystematyzowanej formie przy pomocy metod numerycznych. Na podstawie zarejestrowanych wyników można obliczyć średnie średnice występujące w danej strefie obszaru zbioru cząstek. Mając daną liczbę cząstek w każdej klasie pomiarowej dla wszystkich stref obszaru badanego można obliczyć średnie średnice cząstek dla całego zbioru.

Do badań wykorzystano śrutę otrzymaną z pszenicy (odmiana Flair). Ziarno rozdrobniono za pomocą śrutownika walcowego RUD 2-16, stosując szczelinę między walcami wynoszącą 0,3 mm. Do badań wybrano zakres pomiarowy $D_{\min} - D_{\max}$: 28-6009 μm .

Średnicę zredukowaną ziarna d_z wyznaczono na podstawie wzoru:

$$d_z = 1,24 \sqrt[3]{\frac{m}{z \times \rho_m}} \quad (1)$$

gdzie:

- m – masa próbki [kg],
- z – liczba ziaren [szt],
- ρ_m – masa właściwa [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$].

Stopień rozdrobnienia ziarna pszenicy (λ) określono jako stosunek średniego wymiaru ziarna przed rozdrobnieniem do średniego wymiaru cząstek po rozdrobnieniu ziarna:

$$\lambda = \frac{D}{d} \quad (2)$$

gdzie:

- D – średni wymiar ziarna przed rozdrobnieniem [μm],
- d – średni wymiar cząstki po rozdrobnieniu ziarna [μm].

Wymiary D, d wyznaczono za pomocą automatycznego analizatora wielkości cząstek AWK.

Właściwości ziarna pszenicy określono zgodnie z polskimi normami i zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Właściwości ziarna pszenicy
Table 1. Properties of wheat grain

Wyszczególnienie	Wartości
Wilgotność [%]	11
Gęstość usypowa [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	723
Masa 1000 nasion [g]	40,8
Masa właściwa [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	1095
Średnica zredukowana [μm]	4140

Źródło: obliczenia własne

Wyniki badań

Na podstawie wyników pomiarów średnich wymiarów ziarna pszenicy oraz średnich wymiarów cząstek śruty wyliczono stopień rozdrobnienia ziarna pszenicy λ_n , λ_s , λ_v dla średnicy arytmetycznej - d_n , średnicy powierzchniowej - d_s , oraz średnicy objętościowej - d_v (tabela 2).

Tabela 2. Średnie średnice ziarna i cząstek śruty oraz stopień rozdrobnienia ziarna pszenicy
 Table 2. Mean diameters of grain and ground grain and degree of wheat grain breaking-up

Średnia średnica [μm]		
arytmetyczna	powierzchniowa	objętościowa
Ziarno		
D_n	D_s	D_v
2640	3444	3913
Śruta		
d_n	d_s	d_v
870	889	1120
Stopień rozdrobnienia ziarna pszenicy dla średnic		
arytmetycznych	powierzchniowych	objętościowych
λ_n	λ_s	λ_v
4,14	3,87	3,49

Źródło: obliczenia własne autorów

Wyniki z badań poddano obliczeniom i wyznaczono procentowe skumulowane udziały cząstek śruty. Następnie wyznaczono krzywą składu ziarnowego plusową i minusową (rys. 1). Przecięcie krzywych składu ziarnowego wskazuje, że połowa cząstek jest większych od cząstki o wymiarze 645 μm. Z wykresów wynika również, że cząstek mniejszych od 1 mm jest, około 70%, co oznacza, że zgodnie z zaleceniami badaczy [Hoppenbrock 1997], przygotowana śruta z pszenicy nadaje się do żywienia trzody chlewnej.

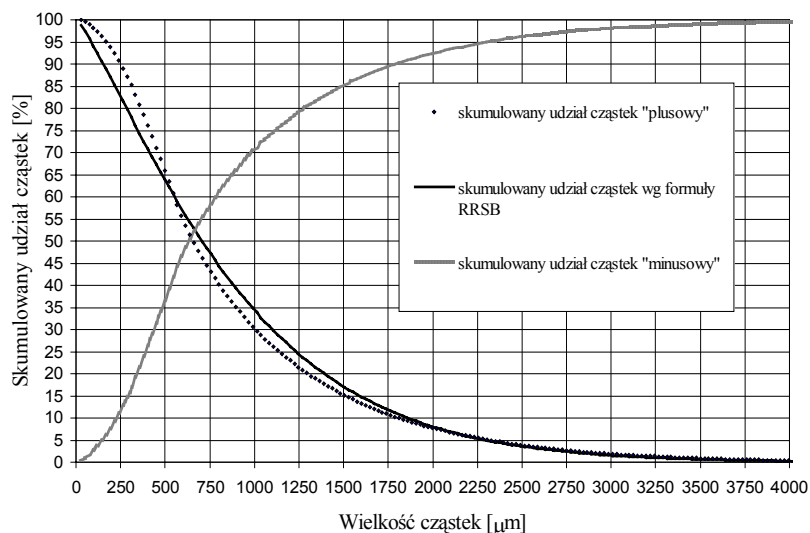
W celu dokładniejszego scharakteryzowania śruty z pszenicy wyniki badań opisano funkcją Rosina-Rammlera Sperlinga-Boneta (RRSB) [Dmitrewki 1978; Korpysz 1990] mającą postać:

$$R_t = 100 \cdot e^{-\left(\frac{d_c}{d_0}\right)^n} \quad (3)$$

gdzie:

- R_t – skumulowany udział cząstek o wymiarach większych od danego d_c [%],
- d_c – wymiary cząstek (średni wymiar cząstek w przedziale) [μm],
- d_0 – średni wymiar cząstek dla rozdrobnionej próbki (wymiar cząstek od którego większych jest 36,8%) [μm],
- n – współczynnik równomierności rozdrobnienia ziarna.

Krzywą RRSB przedstawiono na rys 1. Dla badanej próbki parametry funkcji RRSB wyznaczone za pomocą regresji liniowej wynoszą: średni wymiar cząstek dla rozdrobnionej próbki pszenicy $d_0 = 949 \mu\text{m}$, współczynnik równomierności rozdrobnienia ziarna pszenicy $n = 1,24$, współczynnik korelacji $R = 0,99$.



Rys. 1. Krzywe składu ziarnowego śruty pszenicy

Fig. 1. Curve of wheat ground grain composition

Wnioski

1. Wyniki badań uzyskane przy zastosowaniu automatycznego analizatora wielkości cząstek AWK pozwalają na określenie stopnia rozdrobnienia ziarna pszenicy i mogą posłużyć do wyznaczenia charakterystyk składu ziarnowego śruty.
2. Ze względu na najmniejsze różnice w wartościach średniej średnicy objętościowej D_v i średnicy zredukowanej d_z najważniejszymi parametrami do określenia stopnia rozdrobnienia ziarna pszenicy są średnia średnica objętościowa ziarna i średnia średnica objętościowa cząstek śruty zmierzone za pomocą analizatora wielkości cząstek AWK.
3. Na podstawie wyników badań dla śruty pszenicy wykonanej śrutownikiem walcowym przy szczelinie między walcami 0,3 określono parametry równania RRSB. Średni wymiar cząstek dla rozdrobnionej próbki wyniósł 949 μm , a współczynnik równomierności rozdrobnienia ziarna pszenicy 1,24.
4. Wykonane badania wskazują, że śruta pszenicy uzyskana przy użyciu śrutownika walcowego przy szczelinie między walcami równej 0,3 mm posiada 70% cząstek mniejszych od 1 mm.

Bibliografia

- Dmitrewski J.** 1978. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. T3. Maszyny i urządzenia do produkcji zwierzęcej. PWRiL. Warszawa. s. 427.
- Grochowicz J.** (red.) 1998. Zaawansowane techniki wytwarzania przemysłowych mieszanek paszowych. Lublin. ISBN 83-910152-0-3.
- Hoppenbrock K. L., Schmidt U., Büttfering L.** 1997. Jaka powinna być śruta dla świń? Top Agrar Polska. Nr 4. s. 88-90.
- Korpysz K.** 1990. Badania procesu rozdrabniania ziarna w gniotowniku walcowym. Rozprawa doktorska. Warszawa. s. 188.

ANALYSIS OF WHEAT GRAIN BREAKING-UP DEGREE

Abstract. The paper was aimed to assess the usability of an automatic drop and particle spectrum analyzer AWK to find degree of grain breaking-up and ground grain composition characteristics. The arithmetical, surface and volume mean diameters of wheat grain and ground grain were determined. Basing on the received data the degree of grain breaking-up was found. The obtained ground grain was characterized by means of grain composition curves (cumulated share of particles). Application of the automatic drop and particle spectrum analyzer AWK allows to determinate the degree of grain breaking-up and characterize the with the curves of grain composition and RRSB function.

Key words: grain breaking-up degree, wheat, ground grain

Adres do korespondencji:

Jarosław Chlebowski; e-mail: jaroslaw_chlebowski@sggw.pl
Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa