

## Wstępna ocena wpływu stopnia rozdrobnienia komponentów i ciśnienia pary na wytrzymałość kinetyczną paszy granulowanej

### Streszczenie

Badania własne wykazały, że wzrost stopnia rozdrobnienia granulowanych komponentów mieszanek paszowych oraz wzrost ciśnienia wpływa na polepszenie wyników wytrzymałości kinetycznej paszy granulowanej. Umożliwia to sterowaniem wartości wytrzymałości kinetycznej, bez potrzeby ingerencji w parametry techniczne linii granulowania pasz.

**Słowa kluczowe:** stopień rozdrobnienia, wytrzymałość kinetyczna

### Oznaczenia:

- $d_{0.6}$  – pasza o średniej średnicy cząstek komponentów 0,6 mm  
 $d_{0.7}$  – pasza o średniej średnicy cząstek komponentów 0,7 mm  
 $d_{1.6}$  – pasza o średniej średnicy cząstek komponentów 1,6 mm  
 $P_{di}$  – wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej [%]  
 $P_k$  – ciśnienie pary podawanej do kondycjonera [MPa]  
 $d_g$  – geometryczna średnia ważona wielkość cząstek [mm]  
 $W_i$  – masa pozostałości na poszczególnych sitach i dnie [g]  
 $d_{zi}$  – średnica zastępcza poszczególnych frakcji [mm]  
 $n$  – liczba sit wraz z dnem  
 $P_{di}$  – wytrzymałość kinematyczna granul [%] ( $P \rightarrow P_{max}$ ),  
 $m_i$  – masa granul pozostałych na sicie po badaniu wytrzymałości [g],  
 $m$  – masa próbki laboratoryjnej badanych granul - 500 g.

### Wstęp:

Duże zapotrzebowanie rynku na produkty pochodzenia zwierzęcego o wysokiej jakości (mięsa, mleka, jaj oraz ich przetworów), wymaga stosowania w chowie zwierząt odpowiednich pasz. Pełnoporcjowe mieszanki paszowe, o składzie zapewniającym dostarczanie składników pokarmowych są niezbędne do zaspokajania potrzeb żywieniowych zwierząt. Badania prowadzone w różnych ośrodkach wskazują, że zwierzęta uzyskują większe przyrosty, jeżeli karmione są paszami granulowanymi odpowiedniej jakości.

Audet [1995] i Payne [1997] podają, że wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej jest jedną z najważniejszych cech jakości granulatu. Wytrzymałość kinetyczną opisuje Grochowicz [1996, 1998]. Payne [1994] jakość paszy granulowanej, utożsamia wyłącznie z pomiarem wytrzymałości kinetycznej. Mc Ellhiney [1995] w swoim opracowaniu

dotyczącym kontroli jakości pasz, pod pojęciem jakości paszy granulowanej wymienia również tylko wytrzymałość kinetyczną. Wysoka wartość wytrzymałości kinetycznej oznacza, że pasza granulowana jest bardziej trwała tzn. granule nie ulegają uszkodzeniu podczas transportu od producenta do hodowcy oraz w transporcie wewnętrznym. W trakcie transportu granule mogą być poddawane ścieraniu i łamaniu. Behnke [1996] podaje następujący procentowy udział wpływu czynników procesu granulacji na jakość paszy granulowanej: użyte składniki w 40%, stopień rozdrobnienia oraz proces kondycjonowania po 20%, parametry matrycy w 15%, a najmniejszy wpływ ma proces chłodzenia - 5%.

Celem pracy była ocena wpływu stopnia rozdrobnienia komponentów mieszanek paszowych i ciśnienia pary podawanej do kondycjonera granulatora wytrzymałość kinetyczną paszy granulowanej.

### Metodyka badań

Badania przeprowadzono na granulatorze DPAA z matrycą pierścieniową, o poziomej osi, z dwoma rolkami prasującymi. Średnica otworów matrycy wynosiła 4 mm. Granulowana mieszanka składała się z następujących komponentów: kukurydza – 33,4%, pszenica 33,2%, soja 23,1%, śruta rzepakowa 3,0%, olej roślinny 1,3% i koncentrat 6,0%. Komponenty mieszanki paszowej były rozdrabniane w rozdrabniaczu bijakowym przy wykorzystaniu sit o średnicy otworów 2mm, 2,5 mm 3,5 mm. Sita rozdrabniacza o różnych średnicach oczek umożliwiły rozdrobnienie komponentów do średniej średnicy cząstek: 0,6 mm, 0,7mm i 1,6mm. Mieszanki te, w zależności od stopnia rozdrobnienia oznaczono odpowiednio  $d_{06}$ ,  $d_{07}$  i  $d_{1.6}$ . Proces produkcji paszy granulowanej przeprowadzono na granulatorze, do kondycjonera którego podawano parę wodną pod ciśnieniem od 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40 i 0,45 MPa. Temperatura mieszanki po kondycjonowaniu wynosiła  $80 \pm 10^0\text{C}$ , a wydajność granulatora 11500 kg/h.

Oznaczanie stopnia rozdrobnienia komponentów przeprowadzono dla próbek laboratoryjnych o masie 100 g badanej paszy. Paszę wsypywano na górne sito przesiewacza laboratoryjnego (stosowano sita o średnicy oczek: 10,0; 8,0; 6,0; 5,0; 4,0; 3,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,2 i 0,1 mm) i przesiewano 3 minuty z częstotliwością 100 Hz i amplitudzie równej 130 mm (zgodnie z PN– 89/R–64798). Po 3 min. przerywano przesiewanie, ostukiwano boki ramek i ponownie przesiewano przez 1 min. Po zakończeniu każdą frakcję ważono z dokładnością do 0,1 g. Na tej podstawie obliczano średnią geometryczną ważoną wielkość cząstek według wzoru:

$$d_g = 10^x \quad (1)$$

$$\text{w którym } x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \lg d_{zi}}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i} \quad (2)$$

W dalszej części pracy średnią geometryczną ważoną wielkość cząstek mieszanki paszowej podawano jako średnią średnicę cząstek mieszanki paszowej.

Pomiar wytrzymałości kinetycznej paszy granulowanej przeprowadzono przy wykorzystaniu testera mechanicznego ZU-05. Tester ZU-05 (rys. 1) zbudowany jest z komory stalową o wymiarach 285 x 285 x 120 mm, w której po przekątnej umieszczona jest płytka stalowa o wymiarach 230 x 50 x 2 mm (PN-R-64834). Komora testera obracana jest wokół swojej osi z prędkością 50 obr/min. Do pomiarów przygotowano próbki o masie co najmniej 3 kg z

próbek pierwotnych. Z próbki ogólnej odsiewano rozkruszone części na sicie o średnicy otworów mniejszej o 1 mm od średnicy granul, a następnie pobierano trzy próbki laboratoryjne o masie  $500 \pm 0,5\text{g}$  każda. Próbkę umieszczano w komorze, którą wirowano przez 10 min. Po zatrzymaniu testera próbkę odsiewano na sicie o oczkach o średnicy otworów mniejszej o 1 mm od średnicy granul, a pozostałość na sicie ważono. Wytrzymałość kinetyczną paszy granulowanej obliczano wg wzoru:

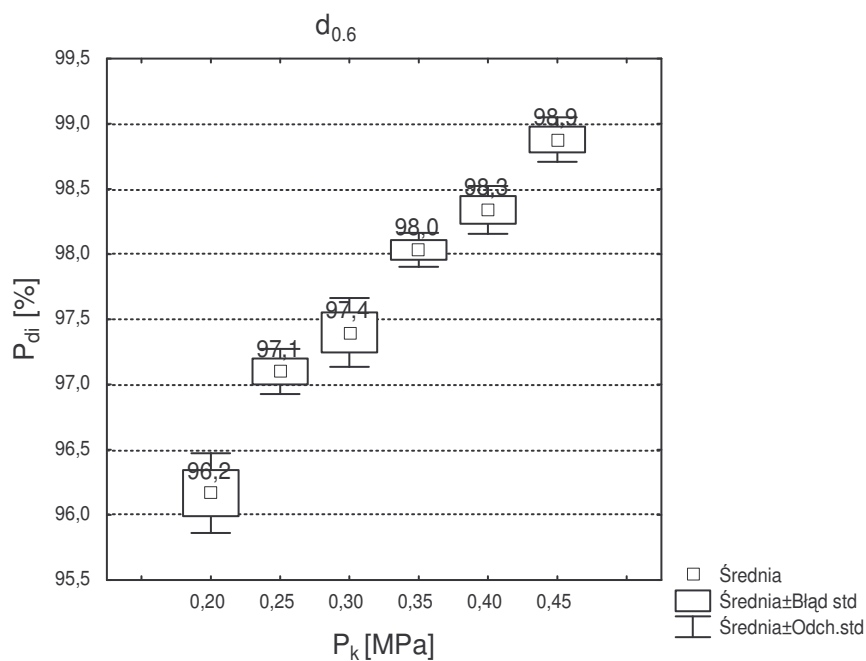
$$P_{di} = \frac{m_i}{m} \cdot 100 \quad (3)$$

Analizę statystyczną przeprowadzono przy pomocy programu Statistica i Excel. Dla wszystkich parametrów sprawdzono ich zgodność z rozkładem normalnym. Do zbadania rozkładu badanych cech posłużono się testem Shapiro – Wilka. Jako krytyczny poziom istotności przyjęto  $p = 0,05$ . Dla parametrów obliczano średnią arytmetyczną. Istotność różnic wartości średnich w więcej niż dwóch populacjach, dla parametrów o rozkładzie normalnym i o jednorodnych wariancjach sprawdzono testem ANOVA. Jednorodność wariancji sprawdzano testem Levene’a. Sprawdzenia różnic między średnimi z poszczególnych grup dokonano w oparciu o test Tukey’a. Istotność różnic wartości średnich w więcej niż w dwóch populacjach, gdy parametry miały rozkład różny od normalnego lub nie miały jednakowych wariancji, sprawdzono testem Kruskala-Wallisa.

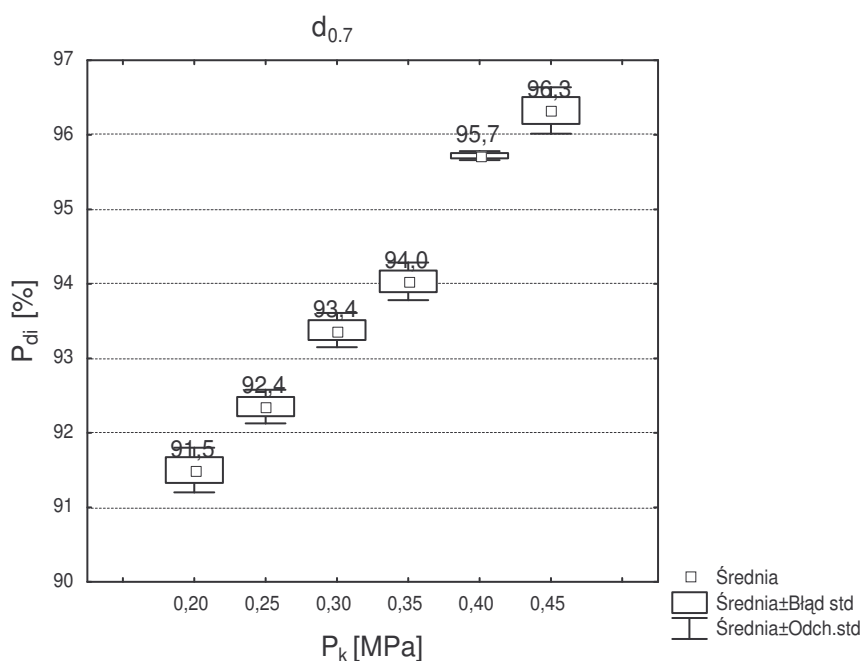
## Wyniki badań

Przeprowadzone badania wykazały, że dla badanych pasz granulowanych:  $d_{0,6}$ ,  $d_{0,7}$  i  $d_{1,6}$ , wraz ze wzrostem ciśnienia pary podawanej do kondycjonera granulatora, wytrzymałość kinetyczna rosła (rys. 1, 2 i 3). W przypadku paszy  $d_{0,6}$  średnia wartość wytrzymałości kinetycznej wzrosła z 96,2% (tab. 1), przy ciśnieniu pary podawanej do kondycjonera granulatora 0,20 MPa, do 98,9% przy maksymalnym ciśnieniu pary (0,54MPa). W przypadku paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,7 mm, wytrzymałość kinetyczna wzrosła z 91,5% do 96,3%. Największy wzrost wytrzymałości kinetycznej zaobserwowano dla paszy o najmniejszym stopniu rozdrobnienia ( $d_{1,6}$ ) i wyniósł on 5,1%. Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdziła statystycznie istotne różnice wartości średnich wytrzymałości kinetycznej pasz  $d_{0,6}$ ,  $d_{0,7}$  i  $d_{1,6}$ , wraz ze wzrostem ciśnienia pary. Różnice te potwierdzają również rys. 1, 2 i 3. Uzyskane stwierdzenie potwierdza praca Csermely’a [1997], który również uzyskał podobne zależności.

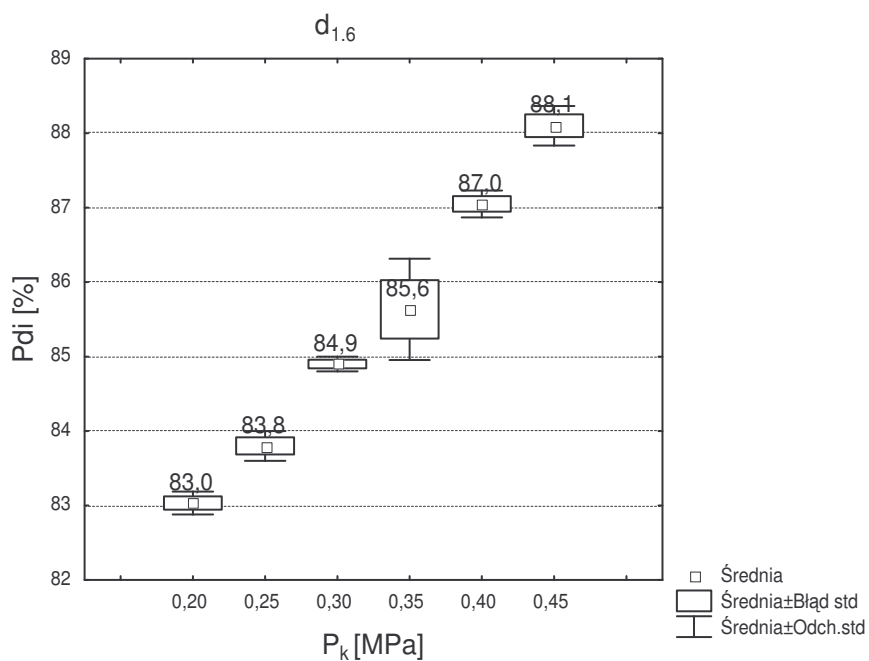
W pracy również dokonano oceny wpływu stopnia rozdrobnienia komponentów na wyniki wytrzymałości kinetycznej paszy granulowanej. Większe wartości wytrzymałości kinetycznej paszy granulowanej, uzyskiwano dla większych stopni rozdrobnienia granulowanych komponentów. Najniższe wyniki wytrzymałości kinetycznej zaobserwowano dla paszy, która była granulowana z komponentów o średniej średnicy cząstek 1,6 mm. Najniższa wartość wytrzymałości kinetycznej wyniosła 83,0%, a najwyższa, jaką uzyskano dla tej paszy 88,1%. Wartość ta była również niższa od minimalnych wartości wytrzymałości kinetycznej pasz  $d_{0,6}$ ,  $d_{0,7}$ , których minimalna wartość odpowiednio wynosiła 96,2% i 91,5%. Przeprowadzono analizę statystyczną, która wykazała statystycznie istotne różnice wartości średnich uzyskanych wyników wytrzymałości kinetycznej, w zależności od stopnia rozdrobnienia granulowanych komponentów. Uzyskane w trakcie badań wyniki potwierdziły się z pracami: Wondra i innych. [1995], Payne’go [1997] i Dozier’a [2001].



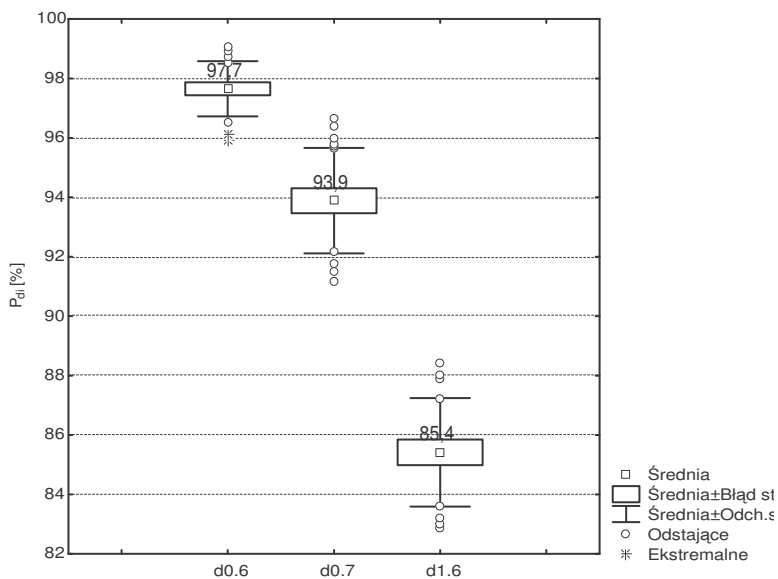
Rys.1. Wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,6 mm przy i ciśnieniu pary podawanej do kondycjonera granulatora od 0,20 do 0,45 MPa.



Rys.2. Wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,7 mm przy i ciśnieniu pary podawanej do kondycjonera granulatora od 0,20 do 0,45 MPa.



Rys.3. Wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 1,6 mm przy i ciśnieniu pary podawanej do kondycjonera granuladora od 0,20 do 0,45 MPa.



Rys.4. Wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,6; 0,7 i 1,6 mm.

Tabela 1. Uzyskane w trakcie badań średnie wyniki wytrzymałości kinetycznej paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,6; 0,7 i 1,6 mm

L.p.	Ciśnienie pary [MPa]	Wytrzymałość kinetyczna [%]		
		d <sub>0,6</sub>	d <sub>0,7</sub>	d <sub>1,6</sub>
1	0,20	96,2	91,5	83,0
2	0,25	97,1	92,4	83,8
3	0,30	97,4	93,4	84,9
4	0,35	98,0	94,0	85,6
5	0,40	98,3	95,7	87,1
6	0,45	98,9	96,3	88,1

## Podsumowanie

Badane parametry procesu granulowania tj. ciśnienia pary podawanej do kondycjonera granulatora i stopnia rozdrobnienia granulowanych komponentów wpływały na wyniki wytrzymałości kinetycznej paszy granulowanej. Największe wyniki wytrzymałości kinetycznej zaobserwowano dla paszy, która była granulowana z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,6 mm i ciśnieniu pary 0,45 MPa, i wartość ta wyniosła 98,9 %. Wraz ze zmniejszaniem stopnia rozdrobnienia, spadała wytrzymałość kinetyczna. Podobnie przy zmniejszaniu ciśnienia pary podawanej do kondycjonera granulatora. Najmniejszy wynik wytrzymałości kinetycznej uzyskano dla paszy granulowanej z komponentów o największej średniej średnicy cząstek, która wynosiła 1,6 mm i minimalnym ciśnieniu, które wynosiło 0,20 MPa. Producenci pasz, dążąc do zwiększania jakości paszy granulowanej mogą wpływać na końcową ocenę wytrzymałości paszy granulowanej, w określonych granicach, dokonując zmiany dwóch parametrów tj. stopnia rozdrobnienia komponentów i ciśnienia pary podawanej do kondycjonera granulatora, bez technicznej modyfikacji parametrów linii technologicznej granulacji, które to zmiany mogą powodować większe koszty, a tym samym wpływać na cenę końcową paszy granulowanej.

## Spis tabel i rysunków

Tabela 1. Uzyskane w trakcie badań średnie wyniki wytrzymałości kinetycznej paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,6; 0,7 i 1,6 mm.

Table 1. The average results obtained during the research for kinetic resistance of granulated fodder of components with average particle diameter 0.6; 0.7 and 1.6 mm.

Rys.1. Wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,6 mm przy i ciśnieniu pary podawanej do kondycjonera granulatora od 0,20 do 0,45 MPa.

Fig. 1. Kinetic resistance of granulated fodder of components of the average particle diameter 0.6 mm and the pressure of steam provided to the pelleting machine conditioner from 0.20 to 0.45 Mpa.

Rys.2. Wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,7 mm przy i ciśnieniu pary podawanej do kondycjonera granulatora od 0,20 do 0,45 MPa.

Fig. 2. Kinetic resistance of granulated fodder of components of the average particle diameter 0.7 mm and the pressure of steam provided to the pelleting machine conditioner from 0.20 to 0.45 Mpa.

Rys.3. Wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 1,6 mm przy i ciśnieniu pary podawanej do kondycjonera granulatora od 0,20 do 0,45 MPa.

Fig. 3. Kinetic resistance of granulated fodder of components of the average particle diameter 1.6 mm and the pressure of steam provided to the pelleting machine conditioner from 0.20 to 0.45 Mpa.

Rys.4. Wytrzymałość kinetyczna paszy granulowanej z komponentów o średniej średnicy cząstek 0,6; 0,7 i 1,6 mm.

*Fig. 4. Kinetic resistance of granulated fodder of components with the average particle diameter 0.6, 0.7 and 1.6 mm.*

## **Bibliografia**

Audet L. 1995. Emerging feed mill technology: keeping competitive, *Animal Feed Science and Technology* 53, s. 157-170.

Behnke K. 1996. Feed manufacturing technology: current issues and challenges, *Animal Feed Science and Technology* 62, s. 49-57.

Csermely J. i inni. 1997. Examination related to some important mechanical characteristics of the fodder pellets, *Hungarian Agricultural Engineering* nr 10, s. 33-34.

Dozier W.A. 2001. Cost-effective pellet quality for meat birds, *Feed Management*, Volume 52, nr 2.

- Grochowicz J. 1996. Technologia produkcji mieszanek paszowych. PWRiL, Warszawa.
- Grochowicz J. 1998. Zaawansowane techniki wytwarzania przemysłowych mieszanek paszowych. Pagros s. c. , Lublin.
- Instrukcja obsługi testera do pasz granulowanych typ ZU-05. 2000. Żnin.
- Mc Ellhiney R. R. 1995. Quality control in feed manufacturing, American Soybean Association – ASA Technical Bulletin Vol. FE10-1995 EN, [www.asa-europe.org/pdf/feedmanuf.pdf](http://www.asa-europe.org/pdf/feedmanuf.pdf).
- Payne J. D. 1994. Practical production aspects for higher efficiency and pellet quality of poultry feed, American Soybean Association – ASA Technical Bulletin Vol. PO12-1994 [ww.asasea.com/technical/po12-1994.html](http://ww.asasea.com/technical/po12-1994.html).
- Payne J. D. 1997. Troubleshooting the pelleting Process, ASA Technical Bulletin Vol. FT40-1997, [ww.asasea.com/technical/ft40-1997.html](http://ww.asasea.com/technical/ft40-1997.html).
- PN– 89/R–64798
- PN-R-64834
- Stanisz A. 1998. Przystępny kurs statystyki. Statsoft Polska Sp. z o.o., Kraków.
- Wondra K. J. i inni. 1995. Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs, *Journal of Animal Science*, Vol. 73, s. 757-767.

## **Preliminary assessment of the degree of disintegration of fodder components, and steam pressure on kinetic resistance of granulated**

### **Summary**

This study has shown that increased pressure of steam and higher degree of feed components' disintegration enhances the kinetic resistance of granulated fodder.

**Key words:** disintegration degree, kinetic resistance



