

## BADANIE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH EKSTRUDOWANEJ KARMY DLA ZWIERZĄT DOMOWYCH

*A. Wójtowicz, L. Mościcki, T. Łopacki*

Katedra Inżynierii Procesowej AR, ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: [moscicki@faunus.ar.lublin.pl](mailto:moscicki@faunus.ar.lublin.pl)

**Streszczenie:** Poznanie fizycznych właściwości ekstrudatów paszowych pozwala na optymalizację warunków ich transportu, składowania i przechowywania oraz na zastosowanie prawidłowych rozwiązań technicznych przy projektowaniu urządzeń do uszlachetniania i pakowania wyrobów gotowych. W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości fizycznych popularnych suchych karm dla psów i kotów dostępnych na lokalnym rynku.

**Słowa kluczowe:** właściwości fizyczne, sucha karma, ekstrudaty

### WSTĘP

Efektywnie wykorzystana karma dla zwierząt powinna spełniać kilka podstawowych wymogów. Przede wszystkim musi być dobrze zbilansowana pod względem odżywczym odpowiednio dla różnych ras zwierząt oraz etapów ich rozwoju, bezpieczna pod względem zdrowotnościowym, winna charakteryzować się odpowiednimi cechami sensorycznymi oraz być wygodna w użyciu. Wszystkie te wymogi spełnia sucha karma dla zwierząt produkowana przemysłowo z zastosowaniem techniki ekstruzji. Jest to najczęściej na świecie stosowana metoda obróbki baro-termicznej przy produkcji tego typu pasz, która dzięki przemianom fizykochemicznym substancji białkowo-węglowodanowych pozwala na uzyskanie produktów o określonych, korzystnych właściwościach organoleptycznych, żywieniowych i funkcjonalnych. Technologia ta zdobyła na świecie uznanie dzięki swej uniwersalności i niskim nakładom ekonomicznym [2,7].

Poznanie fizycznych właściwości ekstrudatów paszowych pozwala na optymalizację warunków ich transportu, składowania i przechowywania oraz na zastosowanie prawidłowych rozwiązań technicznych przy projektowaniu urządzeń do uszlachetniania i pakowania wyrobów gotowych.

#### MATERIALY I METODY

Przeprowadzono określenie właściwości fizycznych dla gotowych suchych ekstrudowanych karm dla zwierząt domowych: psów i kotów w różnych etapach rozwoju, dostępnych na lokalnym rynku. Badano właściwości następujących asortymentów:

- karm dla psów: Pedigree różne rodzaje, Frolic, Chappi różne rodzaje, Bosch, Omega Energy, Omega Growth;
- karm dla kotów: Kitekat różne rodzaje, Whiskas różne rodzaje, Friskies, Omega, Bravo, Purina.

Skład surowcowy karm wraz z zawartością podstawowych składników odżywczych takich jak: zawartość białka, tłuszczu i popiołu podano według danych producentów. Dane te zestawiono w tabeli 1.

Badania podstawowych właściwości fizycznych przeprowadzono w Laboratorium Oceny Środków i Urządzeń Spożywczych w Katedrze Inżynierii Procesowej AR w Lublinie według metod oceny właściwości fizycznych pasz granulowanych. W trakcie badań określano:

- gęstość właściwą,
- gęstość usypową,
- gęstość utrzęśioną,
- wilgotność,
- zdolność absorpcji wody (indeks WAI),
- twardość,
- wytrzymałość mechaniczną ekstrudatów [5, 7].

**Tabela 1.** Skład surowcowy i zawartość podstawowych składników odżywczych w badanych suchych karmach dla zwierząt domowych**Table 1.** Composition and nutritional value of dry pet foods

Nazwa karmy	Skład surowcowy	Składniki odżywcze
<b>Karmy dla psów</b>		
PEDIGREE complet menu z wołowiną i warzywami	Mięso, zboża i warzywa, olej słonecznikowy, tłuszcze, witaminy, skl. mineralne	Białko – 20% Tłuszcz – 10% Popiół – 9%
PEDIGREE complet menu Junior	Zboża, mięso i produkty poch. zwierzęcego, oleje i tłuszcze, skl. mineralne, witaminy, cukry	Białko – 30% Tłuszcz – 10% Popiół – 8%
FROLIC	Mięso i prod. poch. zwierzęcego, prod. poch. roślinnego, zboża, oleje i tłuszcze, witaminy, skl. mineralne	Białko – 17% Tłuszcz – 9% Błonnik – 3%
CHAPPI z drobiem	Zboże, mięso i produkty poch. zwierzęcego, tłuszcze, witaminy, skl. mineralne	Białko – 15% Tłuszcz – 8% Popiół – 10%
BOSCH Kroketen	Zboże, roślinne produkty uboczne, oleje i tłuszcze, skl. mineralne, ryby	Białko – 20% Tłuszcz – 6,5% Popiół – 8,5%
OMEGA Energy	Produkty poch. roślinnego, produkty poch. zwierzęcego, tłuszcze, skl. mineralne	Białko – 29% Oleje – 10% Popiół – 4,5%
OMEGA Growth	Produkty poch. roślinnego, produkty poch. zwierzęcego, witaminy, skl. mineralne	Białko – 28% Oleje – 10% Popiół – 10%
<b>Karmy dla kotów</b>		
KITEKAT z rybą	Prod. zbożowe, mączka mięsna z ryb i drobiu, mięsne prod. uboczne, tl. zwierzęce, olej roślin., skl. miner., witaminy	Białko – 26% Tłuszcz – 10% Popiół – 9%
KITEKAT z kurczakiem	Prod. zbożowe, mączka mięsna z drobiu, mięsne prod. uboczne, tl. zwierzęce, olej roślinny, skl. miner., witaminy	Białko – 26% Tłuszcz – 10% Popiół – 9%
WHISKAS cocktail z rybą i kurczakiem	Prod. zbożowe, dodatek wątróbki, mięso i produkty poch. zwierzęcego (ryby, drób), olej słonecznikowy, skl. miner., witaminy	Białko – 33% Tłuszcz – 9% Popiół – 9%
FRISKIES	Prod. zbożowe, mięso i prod. uboczne, ekstrakty białek roślinnych, prod. uboczne poch. Rośl., oleje i tłuszcze, skl. miner.	Białko – 28% Tłuszcz – 9% Popiół – 7,5%
OMEGA	Produkty zbożowe, wołowina, serce, wątróbka, królik	Białko – 30% Oleje – 8% Popiół – 8%
BRAVO	Mięso i prod. zwierzęce, prod. zboż., koncentrat białka roślin., oleje i tl. zwierz., prod. rybne, prod. mleczne, sole miner.	Białko – 30% Tłuszcz – 11% Popiół – 7,8%
PURINA	Kurczak, wołowina, zboże, warzywa	Białko – 31% Tłuszcz – 11% Popiół – 8%

### Oznaczanie gęstości właściwej

Badanie gęstości właściwej wykonano wg BN-87/9135-08 [1,3]. Oznaczenie wykonano w 6 powtórzeniach.

Objętość ekstrudatów  $V_b$  obliczono wg wzoru:

$$V_b = V_{pz} - V_p \text{ [m}^3\text{]} \quad (1)$$

gdzie:

$V_b$  – objętość ekstrudatu [m<sup>3</sup>],

$V_{pz}$  – objętość piasku z próbką ekstrudatu [m<sup>3</sup>],

$V_p$  – objętość piasku [m<sup>3</sup>].

Gęstość ekstrudatu  $\rho$  obliczono wg wzoru:

$$\rho = \frac{m}{V_b} \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (2)$$

gdzie:

$\rho$  – gęstość właściwa ekstrudatu [kg/m<sup>3</sup>],

$m$  – masa ekstrudatu [kg],

$V_b$  – objętość ekstrudatu [m<sup>3</sup>].

### Oznaczanie gęstości usypowej

Gęstość w stanie usypowym ekstrudatów badano wg zaleceń BN-87/9135-09 [1,4].

Z uzyskanych wyników obliczono gęstość usypową:

$$\rho_u = \frac{m_u}{V} \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (3)$$

gdzie:

$\rho_u$  – gęstość usypowa;

$m_u$  – masa próbki [kg];

$V$  – objętość naczynia [m<sup>3</sup>];

Pomiar wykonano w 6 powtórzeniach, jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną.

### Oznaczanie gęstości utręzionej

Gęstość utręzioną określono na urządzeniu Becker – Rosenmüllera. Szklany cylinder o pojemności 250 cm<sup>3</sup> i średnicy 50mm napełniono surowcem i poddawano wstrząsom o amplitudzie 20mm i częstotliwości 2,5 Hz na urządzeniu wytrząsającym przez okres 10 minut. Następnie odczytać objętość próbki, zważyć i obliczyć gęstość utręzioną.

Gęstość utręzioną wyznaczyć wg wzoru:

$$\rho_t = \frac{m_p}{V_p} \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (4)$$

gdzie:

- $\rho_t$  - gęstość utręzionej;
- $m_p$  - masa próbki [kg];
- $V_p$  - objętość próbki [m<sup>3</sup>].

Pomiar wykonano w 6 powtórzeniach, jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną.

### Oznaczanie wilgotności ekstrudatów

Wilgotność surowców i ekstrudatów określono z zastosowaniem metody suszarkowej wg PN-86/A-74011 [6]. Pomiar wykonano w 3 powtórzeniach.

Wilgotność obliczono z zależności:

$$W = \frac{m_1 - m_3}{m_1 - m_2} \times 100 \text{ [%]} \quad (5)$$

gdzie:

- $W$  - wilgotność materiału;
- $m_1$  - masa naczynka z naważką przed suszeniem [g];
- $m_2$  - masa naczynka pustego [g];
- $m_3$  - masa naczynka z naważką po suszeniu [g];

### Oznaczanie wodochłonności (WAI)

Wodochłonność badanych karm wyznaczono przez określenie wskaźnika absorpcji wody WAI (water absorption index) [7]. W celu wykonania pomiaru wodochłonności 10 g ekstrudatu umieścić w zlewce i zalać ok. 0,5 l wody o temp. 10°C na okres 10 minut. Po tym czasie uwodniony ekstrudat odcedzano na sicie przez okres 10 minut i ważono. Jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną z 6 pomiarów.

Wodochłonność obliczono wg wzoru:

$$WAI = \frac{m_w - 10g}{10g} \times 100 \text{ [%]} \quad (6)$$

gdzie:  $m_w$  - masa mokrej próbki [g];

#### Oznaczanie twardości ekstrudatów

Oznaczenie twardości ekstrudatu polegało na określeniu energii potencjalnej  $E_p$  koniecznej do jego rozkruszenia. Za rozkruszenie przyjmowano stan, w którym próba ulegała zniszczeniu w 80%. Ze względu na zróżnicowany kształt jako odnośnik przyjęto próby masowe. Próbę o masie 3 g (karma dla psów) i 2 g (karma dla kotów) umieszczano na płaskiej powierzchni i poddawano uderzeniu stalowego ciężarka opuszczanego ze znanej wysokości. Jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną z 6 pomiarów.

Energię potencjalną  $E_p$  obliczano wg wzoru:

$$E_p = mgh \text{ [J]} \quad (7)$$

gdzie:

$E_p$  – energia potencjalna [J],

$m$  – masa próbki [kg],

$g$  – siła przyciągania ziemskiego [N/kg],

$h$  – wysokość [m].

#### Oznaczanie wytrzymałości mechanicznej granul

Oznaczenie wykonano przy użyciu aparatu Pfosta wg zaleceń normy ASAE S269.3 [1]. W obracającym mechanicznie zbiorniku umieszczano próby o masie 200,0 g i wprawiano w ruch obrotowy z prędkością 50 obr/min na okres 10 minut. Po zatrzymaniu testera próbę odsiewano na sicie określając masę okruszyn oraz granul nieuszkodzonych. Poprzez odniesienie masy pozostałego granulatu do masy całej próbki otrzymano wskaźnik wytrzymałości mechanicznej granul [%]. Procent okruszyn określić z zależności:

$$\% \text{ okruszyn} = \frac{m_o}{m_p} \times 100\% \text{ [%]} \quad (8)$$

gdzie:  $m_o$  - masa okruszyn [g];

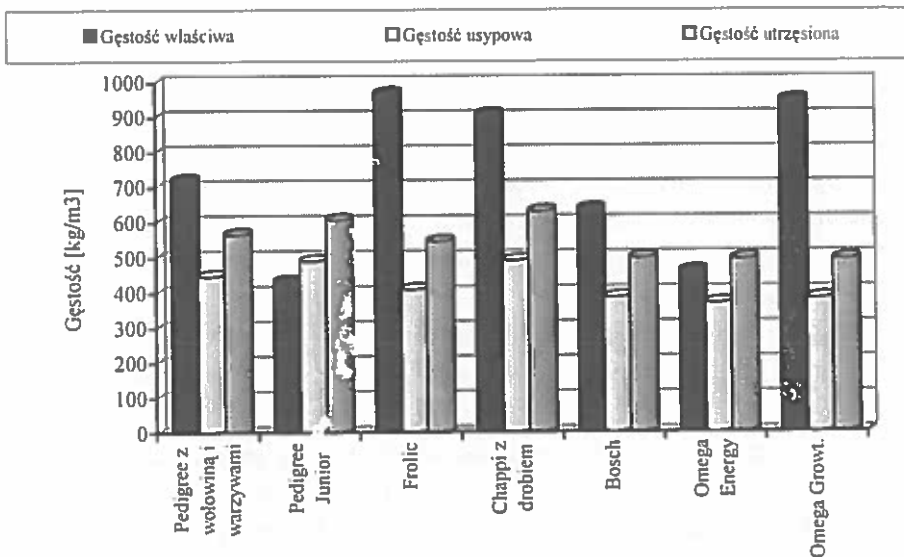
$m_p$  - masa próbki [g];

Pomiar wykonano w 6 powtórzeniach, jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną. Uzyskane w trakcie ww. badań zinterpretowano statystycznie wyznaczając wielkość odchylenia standardowego oraz poziom istotności.

### WYNIKI BADAŃ

Najwyższą wartością gęstości właściwej wśród karm dla psów charakteryzowała się karma FROLIC na poziomie  $968 \text{ kg/m}^3$ , zaś najniższą karmy specjalnego przeznaczenia: PEDIGREE Junior przeznaczona dla psów dorastających na poziomie  $432 \text{ kg/m}^3$  oraz OMEGA Energy dla psów aktywnych, pracujących, sportowych oraz suk szcennych i karmiących na poziomie  $459 \text{ kg/m}^3$ . Badając karmy dla kotów stwierdzono, że największą gęstością właściwą charakteryzowała się karma KITEKAT z kurczakiem -  $944 \text{ kg/m}^3$  a najmniejszą PURINA -  $305 \text{ kg/m}^3$ .

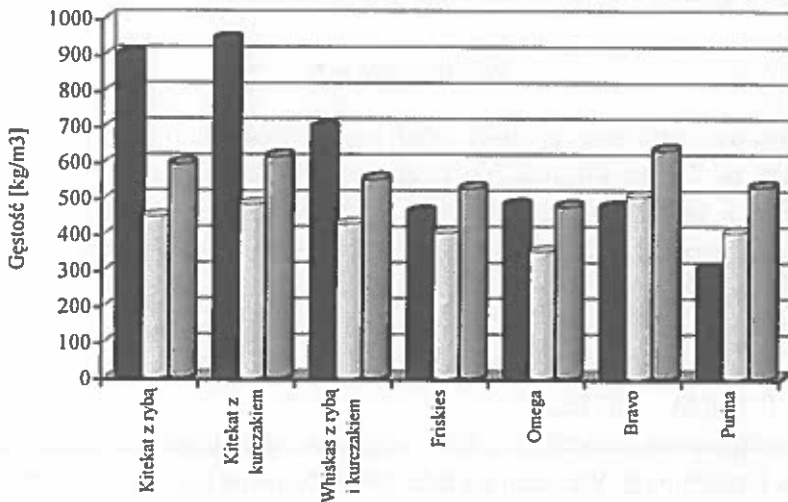
Wszystkie karmy charakteryzowały się proporcjonalnymi zmianami gęstości usypowej i utrząsonej. Wartości gęstości karm dla psów ilustruje rysunek 1.



Rys. 1. Wyniki badania gęstości suchej karmy dla psów.

Fig. 1. Value of density, bulk density and shacked density of dry dog food.

Gęstość karm dla kotów przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Wyniki badania gęstości suchej karmy dla kotów.

Fig. 2. Value of density, bulk density and shacked density of dry cat food.

Wartości pozostałych badanych parametrów zestawiono w tabeli 2.

Wilgotność karm dla psów wahała się w granicach 4,92 – 14,27 %, najniższą wartość wykazała karma OMEGA Energy, najwyższą – FROLIC. Wśród karm dla kotów stwierdzono mniejsze zróżnicowanie wilgotności, która wahała się w granicach 7,21 – 9,63 %. Wielkości te mają decydujący wpływ na trwałość przechowywania karmy.

Wszystkie karmy wykazują zależność między wilgotnością a wskaźnikiem WAI. Jak można było przypuszczać karmy posiadające większą wilgotność mają mniejszy wskaźnik WAI. Jedynie PEDIGREE Junior i OMEGA Growth przeznaczone dla szceniąt i psów dorastających, wykazują przy dużej wilgotności wysoki wskaźnik absorpcji wody. Większość karm wykazuje zależność między gęstością właściwą a wskaźnikiem WAI. Wraz z obniżaniem wartości gęstości właściwej następuje wzrost wskaźnika WAI. Wynika to z przyjętej technologii produkcji tych wyrobów.



**Tabela 2.** Wartości pomiarów wilgotności, WAI, twardości i wytrzymałości mechanicznej suchych karm dla psów i kotów**Table 2.** Value of moisture content, WAI, hardness and durability of dry dog and cat foods

L.p.	Nazwa	Wilgotność [%]	WAI	Twardość [J]	Wytrzymałość mechaniczna [%]
1.	PEDIGREE z wołowiną i warzywami	8,29a	32,4a	1,118a	94,21b
2.	PEDIGREE Junior	11,38a	41,2a	0,671a	98,43a
3.	FROLIC	14,27a	20,8b	-----	99,21a
4.	CHAPPI z drobiem	8,68a	35,6b	1,583a	93,45b
5.	BOSCH	7,43a	80,8b	0,871b	94,24b
6.	OMEGA Energy	4,92a	41,4a	0,995a	95,22a
7.	OMEGA Growth	11,26a	48,9a	0,712a	95,95a
8.	KITEKAT z rybą	7,21a	48,8a	1,330a	95,82a
9.	KITEKAT z kurczakiem	8,57a	45,6a	0,759a	97,90a
10.	WHISKAS z rybą i kurczakiem	9,63a	50,2a	0,777a	96,73a
11.	FRISKIES	7,27a	53,8a	0,853a	96,51
12.	OMEGA	8,53a	58,8a	0,771a	98,88a
13.	BRAVO	8,88a	67,8a	0,736a	96,47a
14.	PURINA	7,77a	62,6b	0,577b	99,71a

a, b – poziom istotności  $p \leq 0,05$ 

Badając twardość ekstrudowanej karmy dla zwierząt domowych stwierdzono wyższą wartość energii potencjalnej niezbędnej do zniszczenia granul w przypadku karm dla psów. Karmy dla kotów wymagały użycia mniejszej energii.

Jedynie przy badaniu karmy FROLIC przy zastosowaniu jednakowego ciężarka stwierdzono jedynie niewielkie wgniecenia na powierzchni granul, karma nie uległa zniszczeniu.

Również podczas badania wytrzymałości mechanicznej karma FROLIC charakteryzowała się dużą odpornością na kruszenie i pozostała nienaruszona w 99,21 %. Ze względu na ilość okruszyn można wśród badanych karm wyróżnić grupę o dobrej wytrzymałości mechanicznej (% nieskruszonych ekstrudatów powyżej 95) i są to: PEDIGREE Junior, FROLIC, OMEGA Energy i Growth dla psów oraz wszystkie badane karmy dla kotów. Karmy: PEDIGREE z wołowiną i warzywami, CHAPPI z drobiem oraz BOSCH wykazują dostateczną wytrzymałość na uszkodzenia.

Odchylenie standardowe wszystkich pomiarów wahało się w granicach 0,0001–0,01, co wynika z powtarzalnych właściwości produkowanych przemysłowo wyrobów. Różnice pomiędzy kolejnymi pomiarami były nieistotne (poziom istotności dla wszystkich badań  $p \leq 0,05$ ).

Co ciekawe w trakcie porównywania twardości i wytrzymałości ekstrudatów z różnych firm produkcyjnych można zaobserwować, iż większość karm charakteryzujących się mniejszą twardością wykazuje większą wytrzymałość mechaniczną. Jest to rezultat zastosowania odpowiednich parametrów obróbki baro-termicznej. W tym przypadku decydujące znaczenie miał dobór temperatury wytłaczania, dobór surowców oraz ich wilgotności i rozdrobnienia.

Na zakończenie warto podkreślić, że przedstawione powyżej badania mają charakter unikatowy w Polsce, gdyż producenci karm dla zwierząt domowych nie publikują danych na temat ich własności fizycznych. Brak w dostępnej nam literaturze wyników badań tego typu wyrobów uniemożliwił nam odniesienie wyników i wykonanie jakichkolwiek bezpośrednich porównań.

## WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wynika, że istnieje ścisła zależność między wilgotnością karmy a jej gęstością, tzn. karmy o wyższej wilgotności wykazują większą gęstość właściwą.

Niewielkie różnice zaobserwowano pomiędzy gęstością usypową oraz utręsioną karmy dla psów i kotów, dzięki czemu w trakcie produkcji szerokiego asortymentu pasz można stosować urządzenia o zbliżonych parametrach (pojemności czy przepustowości). Gęstość utręsiona także zmienia się w nie-

wielkim zakresie, co ułatwia prace przy normalizacji warunków transportu i składowania produktu

Wilgotności dostępnych na rynku lokalnym suchych karm dla zwierząt domowych wahała się w granicach 7 – 14 %.

Karma dla psów dorastających w porównaniu z innymi charakteryzuje się wyższą wilgotnością oraz wysokim indeksem WAI, co jest związane z potrzebą łatwiejszego przyjmowania karmy przez małe zwierzęta.

Twardość ekstrudatów jest dostosowana do potrzeb i upodobań zwierząt, karmy dla kotów oraz psów dorastających wykazują mniejszą twardość w porównaniu z pożywieniem dla psów dorosłych.

Wytrzymałość ekstrudatów na uszkodzenia mechaniczne jest uzależniona od ich wilgotności. Wzrost wilgotności do 10-14 % podnosi odporność karmy na uszkodzenia np. w czasie transportu czy składowania.

Generalnie należy stwierdzić, że wiele z wyżej wymienionych parametrów różni się w zależności od producenta a nade wszystko przyjętej receptury składu mieszanki. Ogólna ocena badanych ekstrudowanych karm dla zwierząt domowych pod względem właściwości fizycznych jest dobra.

#### PIŚMIENNICTWO

1. ASAE Standard: ASAE S269.3. Wafers, pellets, and crumblers-definitions and methods for determining density, durability and moisture content, 1989.
2. Ben-Gera: Technologia Węgiera produkcji karmy dla zwierząt domowych oraz ryb hodowlanych. Cz. 1. Pasze Polskie, 1/2, 12-18, 1995.
3. BN-87/9135-08. Pasze prasowane. Oznaczanie gęstości granul i brykietów.
4. BN-87/9135-09. Pasze prasowane. Oznaczanie gęstości w stanie usypowym granul i brykietów.
5. Domagała A.: Metodyka pomiarów w inżynierii przemysłu spożywczego. PWRiL, Poznań, 1996.
6. PN-86/A-74011. Ziarno zbóż, nasiona roślin strączkowych i przetwory zbożowe. Oznaczanie wilgotności.
7. Rutkowski A., Kozłowska H.: Preparaty żywnościowe z białka roślinnego. WNT, Warszawa, 1981.

## PHYSICAL PROPERTIES OF EXTRUSION-COOKED PET FOOD

*A. Wójtowicz, L. Mościcki., T. Łopacki.*

Department of Food Process Engineering, Agricultural University

Doświadczalna 44, 20-236 Lublin

e-mail: [moscicki@faunus.ar.lublin.pl](mailto:moscicki@faunus.ar.lublin.pl)

**Summary:** Physical properties of pet foods are important for the optimisation of its transport, storage and packaging as well as design of the finishing and flavouring equipment. In the paper results measurement of dog and cat dry food available on Polish market are presented.

**Keywords:** physical properties, dry pet food, extrudates