

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 242859 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439144**

(22) Data zgłoszenia: **2021.10.06**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.01.16 BUP 03/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.05.08 WUP 19/2023**

(51) MKP:

**A23K 20/28** (2016.01)

**A23K 20/24** (2016.01)

**A23K 20/158** (2016.01)

**A23K 20/147** (2016.01)

**A23K 20/163** (2016.01)

**A23K 50/80** (2016.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**UNIwersytet Medyczny w Lublinie,  
Lublin, PL**

**Instytut Hematologii**

**i Transfuzjologii, Warszawa, PL**

**Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej  
w Lublinie, Lublin, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**Katarzyna Smolińska, Lublin, PL**

**Piotr Dobrowolski, Kamień, PL**

**Jan Sobczyński, Lublin, PL**

**Ewa Poleszak, Lublin, PL**

**Jolanta Parada-Turska, Lublin, PL**

**Piotr Paluszkiewicz, Lublin, PL**

(74) Pełnomocnik:

**Anna Bełz, Lublin, PL**

(54) Tytuł:

**Karma do hodowli ryb oraz zastosowanie glinometakrzemianu magnezu do produkcji karmy dla ryb**

**PL 242859 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest karma do szybkiego tuczu ryb z glinometakrzemianem magnezu oraz zastosowanie glinometakrzemianu do produkcji karmy dla ryb.

Ryby są cennym źródłem białka, witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A, D), oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych z grupy omega-3 (kwas eikozapentaenowy – EPA, kwas dokozaheksaenowy – DHA). Pozytywny wpływ na organizm ludzki kwasów tłuszczowych z tej grupy został potwierdzony doświadczalnie. Kwas EPA obniża poziom trójglicerydów, oraz lipoprotein o niskiej gęstości (LDL) przez co redukuje ryzyko wystąpienia zmian miażdżycowych [1]. Kwas DHA wpływa na prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego, oraz podobnie jak kwas EPA zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia miażdżycy. Najwięcej tłuszczu nienasyconych zawierają tłuste ryby morskie takie jak: łosoś, tuńczyk, sardynki, makrela i inne. Z ryb słodkowodnych najwięcej kwasów z grupy omega-3 zawiera pstrąg.

W krajach Azji gdzie ryby są podstawą diety jest mniej przypadków zachorowań na choroby powiązane z miażdżycą, oraz otyłością. Przeciwnieństwem diety azjatyckiej jest tzw. dieta amerykańska, oraz europejska. W niej dominuje mięso pochodzenia zwierzęcego. Spożywanie dużych ilości przetworzonego czerwonego mięsa jest jednym z czynników ryzyka wystąpienia miażdżycy [2], oraz m.in. nowotworu jelita grubego [3].

Istnieje wiele powodów, dla których w diecie europejskiej i amerykańskiej dominuje mięso pochodzenia zwierzęcego. Łatwiejsza dostępność, mniejsze koszty wytworzenia, oraz uwarunkowania społeczne mają bardzo istotny wpływ na zachowania dietetyczne. Oprócz powyższych problemem jest też dostępność do ryb i owoców morza. W Polsce obowiązują bardzo restrykcyjne normy połowu ryb morskich. Ilość złowionych ryb morskich nie pokrywa się z występującym na nie zapotrzebowaniem. Aby temu sprostać prowadzi się hodowle ryb słodkowodnych. Jest to jedna z istotnych gałęzi przemysłu spożywczego. Prawidłowy i szybki wzrost zdrowych ryb jest istotnym czynnikiem ekonomicznym.

Najważniejszy wpływ na prawidłowy przyrost masy ryb w hodowli ma odpowiednio dobrana pasza. W dotychczas stosowanych paszach najwięcej jest białka, od 25% do 64% w zależności od gatunku ryb, oraz ich wielkości. Białko jest najczęściej pochodzenia zwierzęcego. Najczęściej jest to mączka rybna i olej rybny pozyskiwany z ryb przemysłowych.

Drugim istotnym składnikiem jest tłuszcz; w zależności od rodzaju pokarmu jego ilość waha się w przedziale od 7,4 do 40%. Tłuszcz w pokarmie jest między innymi niezbędnym źródłem energii dla ryb. Ryby hodowlane mają mniejszą zawartość tłuszczu w porównaniu do ryb morskich. Różnice wynikają między innymi z jakości pokarmu, oraz trudności w wyhodowaniu ryb z większą ilością tkanki tłuszczowej. Pozostałe składniki mogące wystąpić to witaminy i mikroelementy oraz substancje wiążące i wypełniające jak na przykład skrobia w ilości 10–25%, popiół do 14% oraz błonnik do 1,3%, fosfor do 1,3%.

Tabela 1. Skład przykładowych karm dla ryb

Nazwa paszy	Zawartość				Piśmiennictwo
	Białko	Tłuszcz	Popiół	Błonnik	
	[%]	[%]	[%]	[%]	
Pasza dla pstrąga wzrostowa-witaminizowana AGRO-FISH	42 – 47	24 - 28	9	2	<a href="http://agro-fish.pl/pasza-dla-pstraga/">http://agro-fish.pl/pasza-dla-pstraga/</a>
Supreme 2140/21 PENEX	40	21	5,5	1,8	<a href="https://www.coppens.pl/troco-supreme-21-6-0-40-21-25kg,3,89,196">https://www.coppens.pl/troco-supreme-21-6-0-40-21-25kg,3,89,196</a>
RKA-01 Karp młody	31	7,40	0	0	<a href="https://www.farmer-pasze.pl/produkty/pasza-dla-karpi">https://www.farmer-pasze.pl/produkty/pasza-dla-karpi</a>
Pstrąg Tęczowy ALLER FUTURA EX 1.3-1.5 MM	58	17	10,1	0,9	<a href="https://www.aller-aqua.com/pl">https://www.aller-aqua.com/pl</a>
Pstrąg Tęczowy ALLER GOLD Pasza wzrostowa	42 - 44	26 - 30	6 - 8,5	0,7 – 1,9	<a href="https://www.aller-aqua.com/pl">https://www.aller-aqua.com/pl</a>
Pstrąg Tęczowy ALLER ORGANIC SUPPORT Pasza funkcjonalna	45 - 47	23 - 26	5,5 – 7,5	0,8 – 2,3	<a href="https://www.aller-aqua.com/pl">https://www.aller-aqua.com/pl</a>
AQUA START 0,4 Pasza dla narybku	64	9	0	0,5	<a href="https://www.aqua-garant.at/wp-content/uploads/sites/2/2018/08/Aqua-Garant-Folder-Polnisch_2018.pdf">https://www.aqua-garant.at/wp-content/uploads/sites/2/2018/08/Aqua-Garant-Folder-Polnisch_2018.pdf</a>
AQUA BALANCE Pstrąg	40	12	0	3,5	<a href="https://www.aqua-garant.at/wp-content/uploads/sites/2/2018/08/Aqua-Garant-Folder-Polnisch_2018.pdf">https://www.aqua-garant.at/wp-content/uploads/sites/2/2018/08/Aqua-Garant-Folder-Polnisch_2018.pdf</a>

Oprócz wymienionych składników dodawane są różnego rodzaju substancje, które mają za zadanie zabezpieczać pokarm przed pochłanianiem wody. Jednym z takich składników jest skrobia.

Z patentu nr PL 194782 znana jest karma dla ryb i bezkręgowców akwariowych, mająca postać płatków, o dużej zawartości tłuszczów, która ma równomiernie rozprowadzoną w masie karmy zawartość tłuszczów w ilości od 12% do 40%, korzystnie od 12% do 20%, a najkorzystniej około 18%, i wilgotność związaną w ilości od 1% do 30%, korzystnie od 4% do 25%, a najkorzystniej około 8%, oraz ma postać płatków o jednakowym kształcie, a ponadto zawiera równomiernie rozprowadzone w masie karmy: proteiny w ilości od 25% do 50%, korzystnie około 43%, skrobię w ilości od 10% do 25%, korzystnie około 13%.

Problem techniczny jaki rozwiązuje niniejszy wynalazek dotyczy proporcjonalnego i stabilnego połączenia składników karmy ze zwiększoną, niż w dotychczasowym stanie techniki, ilością tłuszczu

tj. powyżej 40% a maksymalnie do 55% tak by tłuszcz nie oddzielał się od paszy w czasie dozowania. Oddzielony tłuszcz nie tylko przestaje mieć znaczenie odżywcze, ale obniża jakość wody w hodowli. Efekt ten osiągnięto dzięki zastosowaniu glinometakrzemianu magnezu, który bardzo dobrze wiąże tłuszcz i stabilizuje pozostałe składniki w karmie.

W znanym stanie techniki, gdzie środkiem wiążącym jest skrobia największa ilość tłuszczu w karmie to 40%. Dotychczasowe próby dodania większej ilości tłuszczu nie przyniosły oczekiwanego skutku, gdyż tłuszcz niezwiązany po oddzieleniu utrzymywał się na powierzchni wody.

Ponadto zwiększona ilość tłuszczu w karmie przyczynia się do spowolnienia opadania pokarmu na dno, a tym samym zwiększa możliwości pobierania pokarmu większej ilości ryb.

Karma według wynalazku zawiera tłuszcz w ilości od 41–63,5% wag. korzystnie 47% oraz jako składnik wiążący glinometakrzemian magnezu w ilości w ilości od 10 do 15% wag. korzystnie 10%, ponadto karma zawiera białko w ilości od 14% do 30%, błonnik w ilości co najwyżej 1,3% oraz jako substancje wypełniające fosfor oraz popiół w ilości do uzupełnienia 100% masy całkowitej produktu. Karma korzystnie zawiera tłuszcz zwierzęcy, tłuszcz roślinny lub mieszaninę tłuszczu zwierzęcego i roślinnego.

Karma korzystnie zawiera glinometakrzemian magnezu w ilości 10%.

Karma korzystnie zawiera fosfor, korzystnie w ilości co najwyżej 0,65% wag.

Karma może zawierać popiół maksymalnie 7% wag., a najkorzystniej w ilości 3,5% do 7% wag.

Istotą wynalazku jest także zastosowanie glinometakrzemianu magnezu do produkcji karmy dla ryb według wynalazku.

Wynalazek pozwala na otrzymywanie karmy ze zwiększoną nawet do 55% zawartością tłuszczu, co znacząco podnosi wartość odżywczą karmy.

Dzięki zastosowaniu glinometakrzemianu magnezu (o wzorze chemicznym  $Al_2O_3 \cdot MgO \cdot 1.7 SiO_2 \cdot xH_2O$ ) jako środka wiążącego możliwe było zwiększenie zawartości tłuszczu w karmie i stabilizacja składników karmy, a tym samym zwiększenie wartości odżywczej karmy.

Ponadto stabilizacja składników karmy dla ryb ze zwiększoną zawartością tłuszczu prowadzi do spowolnienia opadania pokarmu na dno, a tym samym zwiększa dostępność pokarmu dla większej ilości ryb, a nie tylko ryb dominujących, co wpływa na zwiększenie ich przyrostu masy ciała.

Glinometakrzemian magnezu występuje w przemyśle chemicznym, farmaceutycznym, oraz kosmetycznym pod nazwą Neusilin. Stopień gradacji jest oznaczony symbolami: S1, FH2, US2, ULF2. Użyty do wytworzenia karmy według wynalazku Neusilin UFL2 to nietoksyczna, syntetyczna, amorficzna forma glinometakrzemianu magnezu o wzorze chemicznym  $Al_2O_3 \cdot MgO \cdot 1.7 SiO_2 \cdot xH_2O$  (nr CAS – Chemical Abstract Service: 12511-31-8) i masie molowej 143,37 g/mol. Jest to proszek występujący w postaci sferycznych cząstek o średniej wielkości 2–8  $\mu m$ . Jego gęstość nasypowa wynosi 0,08 g/ml, a gęstość po ubiciu 0,13 g/ml. Kąt usypu wynosi 45°. Wykazuje obojętny odczyn pH, niską gęstość nasypową, oraz dużą powierzchnię właściwą (300 m<sup>2</sup>/g). Dzięki temu może adsorbować oleje w ilości ok. 3,2 ml/g [4].

#### Przykład 1

Najpierw sporządzono mieszkankę bazową poprzez rozdrobnienie karmy Gemma Micro 300. Zawartość podstawowych składników karmy jak: białko, olej, błonnik i fosfor została podana w tabeli 2.

Tabela 2. Skład pokarmu GEMMA dla ryb użytego do sporządzenia karmy według wynalazku.

	GEMMA Micro 75	GEMMA Micro 150	GEMMA Micro 300
Wielkość peletek [ $\mu m$ ]	50-100	100-200	200-500
Proteiny [%]	59	59	59
Olej [%]	14	14	14
Popiół [%]	14	14	14
Błonnik [%]	0,2	0,2	0,2
Fosfor	1,3	1,3	1,3

Do sporządzenia karmy dla ryb z podwyższoną zawartością tłuszczu użyto glinometakrzemianu magnezu o wzorze chemicznym  $Al_2O_3 \cdot MgO \cdot 1.7 SiO_2 \cdot xH_2O$  (CAS: 12511-31-8).

Sporządzono trzy rodzaje karmy dla ryb w tym dwie z podwyższoną zawartością tłuszczu, które oznaczono symbolami. Skład karmy scharakteryzowano w Tabeli 3.

Tabela 3. Skład karmy według wynalazku w porównaniu z karmą bez dodatkowej ilości tłuszczu

	Karma K	Karma M40T300	Karma M60T300
Białko [%]	53,1	29,5	17,7
Olej [%]	12,6	7	4,2
Popiół [%]	12,6	7	4,2
Tłuszcz wołowy [%]	0	40	60
Błonnik [%]	0,18	0,1	0,08
Fosfor	1,17	0,65	0,39
Glinometakrzemian magnezu	10	10	10

Do sporządzonej mieszanki bazowej (tabela 2) poprzez rozdrobnienie karmy Gemma Micro 300 dodano porcję tłuszczu wołowego w ilości 40% oraz 60% oraz glinometakrzemian magnezu w ilości 10%. Surowce mieszano do uzyskania jednorodnej mieszaniny, po czym mieszaninę ujednolicono aby uzyskać homogenny, sypki proszek.

Sporządzone karmy, których skład opisano w tabeli 3 podawano rybom przez okres 22 tygodni. Po zakończeniu eksperymentu, tj. po 22 tygodniach żywienia ryb karmami zważono ryby. Masę ciała ryb przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Masa ciała ryb po zakończeniu eksperymentu.

Skład	Masa ciała		t-test vs grupa kontrolna Karma K
	[g]	[% kontroli]	
Karma K	0,362	100	-
Karma M40T300	0,581	160,5	0,001
Karma M60T300	0,401	110,8	0,139

Uzyskane wyniki, wskazują, że największą masę ciała osiągnęły osobniki w grupie otrzymującej karmę M40T300. Analiza statystyczna wyników wskazuje, iż podawanie karmy M40T300, która w swoim składzie zawierała mieszankę bazową (tabela 2), tłuszcz wołowy w stężeniu 40% oraz glinometakrzemian w stężeniu 10% spowodowała większy przyrost masy ciała zwierząt w porównaniu z grupą kontrolną (Karma K) oraz z grupą otrzymującą karmę M60T300, która w swoim składzie zawierała mieszankę bazową (tabela 2), tłuszcz wołowy w stężeniu 60% oraz glinokrzemian w stężeniu 10% (Tabela 3). Przyrost masy ciała nie korelował z zawartością białka, oleju, błonnika i fosforu.

Wyniki badań wskazują, że:

1. glinometakrzemian magnezu może być użyty do sporządzenia karmy dla ryb;
2. karma z glinometakrzemianem magnezu jest dobrze tolerowana przez ryby;
3. glinometakrzemian magnezu może być użyty do sporządzenia karmy dla ryb z podwyższoną zawartością tłuszczu;
4. zastosowanie karmy z glinometakrzemianem magnezu i odpowiednio podwyższoną zawartością tłuszczu powoduje większy przyrost masy ciała ryb.

Analiza sitowa karmy wysokotłuszczowej z glinometakrzemianem magnezu lub skrobią.

W związku z otrzymanymi nieoczekiwanymi wynikami wykonano analizy fizykochemiczne karmy z podwyższoną zawartością tłuszczu i glinometakrzemianem magnezu oraz podwyższoną zawartością tłuszczu i skrobią.

Karmę M40T300 o składzie opisanym w przykładzie 1 Tabela 2 przygotowano według procedury opisanej w przykładzie 1.

Karma oznaczona symbolem S40T300 zawierała składniki w proporcjach odpowiadających karmie M40T300 z jednym wyjątkiem. Karma S40T300 nie zawierała glinometakrzemianu magnezu. Zamiast glinometakrzemianu magnezu użyto skrobi w stężeniu 10%. Proporcje pozostałych składników karmy S40T300 nie uległy zmianie w porównaniu do karmy M40T300. Sposób sporządzenia karmy S40T300 był identyczny jak sporządzenia karmy dla ryb opisany w przykładzie 1.

Analiza sitowa umożliwia pomiar wielkości cząstek karmy i obliczenie zawartości procentowej [%] frakcji o określonej wielkości w całej partii karmy. Karmę zbadano metodą analizy sitowej, wg zaleceń opisanych w Farmakopei Polskiej XI. Wykorzystano sита stalowe o wielkości oczek 180  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 355  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ , 710  $\mu\text{m}$ , 800  $\mu\text{m}$ , 1 mm oraz 1,4 mm, których wielkość oczek odpowiada normie ISO 565.

Tabela 5. Analiza sitowa karmy wysokotłuszczowej z glinometakrzemianem magnezu lub skrobią

Wielkość cząstek	M40T300	S40T300
<125 $\mu\text{m}$	8	0
125-180 $\mu\text{m}$	18	0
180-250 $\mu\text{m}$	45	0
250-355 $\mu\text{m}$	23	0
355-500 $\mu\text{m}$	4	1
500-630 $\mu\text{m}$	1	7
630-710 $\mu\text{m}$	0	9
710-800 $\mu\text{m}$	0	13
800-900 $\mu\text{m}$	0	14
>900 $\mu\text{m}$	1	56

Wartości wyrażono jako masowy % cząstek o określonej wielkości cząstek w karmie.

Wyniki analizy sitowej wskazują, że karma M40T300 cechuje się zakresem wielkości cząstek, który jest optymalny dla ryb i jest najbardziej zbliżony do wielkości cząstek w standardowej karmie GEMMA Micro 300 (200–500  $\mu\text{m}$ ). Karma M40T300 zawiera tylko śladowe ilości cząstek o wielkości większej niż 500  $\mu\text{m}$  (2%), które są zbyt duże dla ryb. Karma wysokotłuszczowa z dodatkiem skrobi w ilości 10% zawiera aż 99% cząstek o wielkości powyżej 500  $\mu\text{m}$ , a przeważają w niej cząstki o wielkości powyżej 710  $\mu\text{m}$  (83%) (Tabela 5), które są zbyt duże dla ryb określonego gatunku i w określonym wieku.

Stwierdzono, że:

- użycie glinometakrzemianu magnezu do wytworzenia karmy wysokotłuszczowej dla ryb umożliwia uzyskanie karmy o optymalnej wielkości cząstek,
- użycie skrobi do wytworzenia karmy wysokotłuszczowej dla ryb nie pozwala na uzyskanie karmy o optymalnej wielkości cząstek.

Gęstość po ubiciu karmy wysokotłuszczowej z glinometakrzemianem magnezu.

Aparat przy użyciu którego wykonano oznaczenie jest opisany w monografii 2.9.34 Farmakopei Polskiej XI. W trakcie analizy w aparacie próbki karm poddano  $250 \pm 15$  uderzeniom na minutę z wysokości  $3 \pm 0,2$  mm lub nominalnie  $300 \pm 15$  uderzeń z wysokości  $14 \pm 2$  mm celem usunięcia powietrza pomiędzy cząstek. Cylindry miarowe o pojemności 100 ml napełniano przygotowanymi próbkami po kolei. Możliwość odczytu w cylindrze miarowym mieściła się w zakresie do 1 ml, waga cylindra wynosiła  $130 \pm 16$  g we wsporniku. Wykonano 250 uderzeń tej samej próbki mieszaniny i odczytano objętość z dokładnością do najbliższej wyskalowanej jednostki. Na koniec wykonano obliczenia gęstości po ubiciu w gramach na mililitr przy użyciu wzoru  $m / V_f$  (gdzie  $V_f$  jest końcową objętością po ubiciu).

Tabela 6. Porównanie gęstości po ubiciu karmy wysokotłuszczowej z glinometakrzemianem magnezu ze standardową karmą GEMMA Micro 300.

Karma	Skład karmy		Gęstość po ubiciu [g/ml]	Gęstość po ubiciu jako % vs Gemma Micro 300
	Glinometakrzemian magnezu [%]	Tłuszcz wołowy [%]		
GEMMA Micro 300	0	0	0,524	100
M40T300	10	40	0,527	101

Porównanie gęstości po ubiciu wytworzonej karmy wysokotłuszczowej z glinokrzemianem magnezu do standardowej karmy GEMMA wskazuje, że gęstość wytworzonej karmy nie różni się od gę-

stości standardowej karmy o więcej niż  $\pm 1\%$ . To pozwala uznać, że wytworzona karma wysokotłuszczowa z glinometakrzemianem magnezu nie różni się pod względem gęstości po ubiciu od gęstości standardowej karmy i odpowiada ogólnie przyjętym standardom dla karmy dla ryb (Tab. 6).

Stwierdzono, że karma wysokotłuszczowa z glinometakrzemianem magnezu pod względem gęstości po ubiciu odpowiada ogólnie przyjętym standardom dla karmy dla ryb.

Analiza czasu opadania karmy z powierzchni wody na dno zbiornika.

Różne rodzaje karmy o składzie podanym w tabeli 7 badano pod kątem ich zdolności do utrzymania się na powierzchni wody i szybkości opadania na dno. W zlewce o pojemności 250 ml umieszczono 100 ml wody i 100 mg karmy lub mieszanki. Za pomocą mieszadła magnetycznego mieszano zawartość zlewki z prędkością 500 razy na minutę w temp. pokojowej. Sam tłuszcz wołowy unosił się na powierzchni w postaci aglomeratów utrzymując się stabilnie na granicy faz woda-powietrze.

Tabela 7. Porównanie czasu opadania karmy według wynalazku z tłuszczem w ilości łącznej 47% i 55% w porównaniu do karmy standardowej GEMMA Micro 300

Karma	Składniki bazowe [%]	Glinometakrzemian magnezu [%]	Tłuszcz (dodany) [%]	Tłuszcz (łącznie) [%]	Czas opadania w wodzie [sek]
GEMMA Micro 300	100	0	0	14	30
Karma K	90	10	0	12,6	30
K40T300	60	0	40	47	126*
M40T300	50	10	40	47	180
K60T300	40	0	60	67	342*
M60T300	30	10	60	67	>900*

\*ok. połowa karmy pozostała na powierzchni wody i nie opadła na dno

Jako karmy standardowej użyto karmy o nazwie handlowej GEMMA Micro 300 o składzie podanym w tabeli 2: białko w ilości 59% , tłuszcz w ilości 14%, popiół w ilości 14%, błonnik w ilości 0,2% i fosfor w ilości 1,3%. Standardowa karma GEMMA Micro 300 opadła po 30 sek., podobnie jak karma K składająca się z mieszanki bazowej powstałej na bazie karmy GEMMA i glinometakrzemianu magnezu (10%). Wyniki wskazują, że dodanie glinometakrzemianu magnezu do standardowej karmy GEMMA (Karma K) nie powoduje przedłużenia czasu opadania wytworzonej karmy w wodzie.

Dodanie do mieszanki bazowej sporządzonej na bazie karmy GEMMA Micro 300 tłuszczu wołowego w stężeniu 40% i 60% bez dodania glinometakrzemianu magnezu (odpowiednio karma K40T300 i K60T300) powoduje wydłużenie czasu opadania mieszanek, ale konsystencja przygotowanych mieszanek jest nieodpowiednia i część karmy nie opada na dno zbiornika. Karma zawierająca 40% dodanego tłuszczu z glinometakrzemianem magnezu (M40T300) opadła po 3 minutach. Karma zawierająca 60% dodanego tłuszczu z glinometakrzemianem magnezu (M60T300) rozdzieliła się tak, że ok. połowa pozostała na powierzchni wody i nie opadła na dno nawet po 15 minutach prowadzenia obserwacji. Natomiast pozostała połowa opadła na dno zlewki.

Stwierdzono na podstawie badań, że

- czas opadania karmy w wodzie ulega wydłużeniu jeżeli do karmy dodany jest tłuszcz i glinometakrzemian magnezu. Dodanie zbyt dużej ilości tłuszczu powoduje, że karma w dużej części pozostaje na powierzchni wody i nie opada na dno,
- właściwości absorpcyjne glinometakrzemianu magnezu powodują, iż wiąże on wodę zawartą w pokarmie, zapobiega zlepianiu cząstek pokarmu i tworzeniu aglomeratów, które są zbyt duże dla ryb.

Tabela 8. Porównanie czasu opadania karmy dla ryb zawierającej dodany tłuszcz wołowy w ilości 20–60% oraz glinometakrzemianu magnezu w ilości 5–20%.

Karma	Składniki bazowe [%]	Glinometakrzemian magnezu [%]	Tłuszcz wołowy (dodany) [%]	Tłuszcz (łącznie) [%]	Czas opadania w wodzie [sek]
M40T300	50	10	40	47	180
M45T300N15	40	15	45	50,6	174
M50T300N15	35	15	50	54,9	126
M55T300N20	25	20	55	58,5	60
M60T300	30	10	60	64,2	>900*
M60T300N20	20	20	60	62,8	96
M20T300N5	75	5	20	30,5	276
M60T300N15	25	15	60	63,5	118
M50T300N12,5	37,5	12,5	50	55,25	172

\*ok. połowa karmy pozostała na powierzchni wody i nie opadła na dno

Karmy o składzie opisanym w przykładzie w tabeli 8 przygotowano według procedury opisanej w przykładzie 1.

Wyniki wskazują, że czas opadania mieszanki jest zależny od stężenia tłuszczu i ilości glinometakrzemianu magnezu. W przypadku zwiększenia stężenia tłuszczu należy zwiększyć proporcjonalnie ilość glinometakrzemianu magnezu, aby uzyskać optymalny czas opadania karmy z powierzchni wody na dno zbiornika. Ilość tłuszczu możliwa do dodania do karmy wynosi optymalnie 40 do 50%. Ilość glinometakrzemianu, który optymalnie stabilizuje połączenie między karmą a tłuszczem w tej ilości wynosi optymalnie 10 do 15%.

Ponieważ wydłużenie czasu opadania karmy dla ryb na dno pozwala na pobranie większej ilości pokarmu przez większą ilość ryb w czasie karmienia, najkorzystniejsze łączne stężenie tłuszczu w karmie, które przekłada się na zwiększoną masę ciała ryb oscyluje w granicach 47 do 63,5%. Stwierdzono, że:

- dodanie do karmy dla ryb dodatkowej ilości tłuszczu i glinometakrzemianu magnezu powoduje wydłużenie czasu opadania karmy z powierzchni wody na dno zbiornika.
- wydłużenie czasu opadania karmy może skutkować zwiększeniem spożycia karmy przez ryby i zwiększeniem masy ciała ryb.

Wpływ wielkości granulacji na czas opadania karmy dla ryb

W celu określenia wpływu wielkości granulacji karmy na jej czas opadania z powierzchni wody na dno zbiornika sporządzono 3 karmy o stałej zawartości glinometakrzemianu magnezu (10%) i stałej zawartości tłuszczu wołowego (40%). Zmienną stanowiła wielkość granulacji wynikająca z użycia standardowej karmy GEMMA o różnej granulacji jak podano w tabeli 9.

Tabela 9. Wpływ wielkości granulacji na czas opadania karmy zawierającej glinometakrzemian magnezu w ilości 10% i tłuszcz wołowy dodany w ilości 40%.

Grupa	Karma	Skład karmy			Czas opadania [min]		
		Karma bazowa GEMMA granulacja [µm]	Glinometakrzemian magnezu [%]	Dodany tłuszcz wołowy [%]	średnia	± SD	P<0,05 vs
A	M40T075	50-100	10	40	20,4	6,84	B,C
B	M40T150	100-200			13,2	2,77	A,C
C	M40T300	200-500			3,6	0,54	B,A

Analiza czasu opadania poszczególnych rodzajów karmy według wynalazku o różnej granulacji wykazała, iż czas opadania karmy z powierzchni wody na dno zbiornika jest zależny od wielkości cząstek karmy. Najdłużej na powierzchni wody utrzymuje się karma o najmniejszej granulacji, a najkrócej karma o największej granulacji (Tab. 9).

Stwierdzono, że czas opadania karmy z powierzchni wody na dno zbiornika jest odwrotnie proporcjonalny do wielkości cząstek karmy.

Wpływ zawartości tłuszczu na czas opadania karmy w wodzie

W celu określenia wpływu zawartości tłuszczu w karmie na jej czas opadania z powierzchni wody na dno zbiornika sporządzono 3 karmy zawierającej składniki bazowe karmy GEMMA 300 i glinometakrzemian (10%). Zmienną stanowiła zawartości tłuszczu wołowego (20–40%) jak podano w tabeli 10.

Tabela 10. Wpływ zawartości tłuszczu na czas opadania karmy według wynalazku o granulacji 200–500  $\mu\text{m}$

Grupa	Karma	Skład karmy		Czas opadania [min]		
	Symbol	Glinometakrzemian magnezu [%]	Dodany tłuszcz wołowy [%]	Średnia	$\pm$ SD	P<0,05 vs
A	M20T300	10	20	0,9	0,22	B,C
B	M40T300		40	3,6	0,54	A,C
C	M60T300		60	>13,7*	5,33	A,B

\*ok. połowa karmy pozostała na powierzchni wody i nie opadła na dno

Analiza czasu opadania poszczególnych rodzajów karmy, które w swoim składzie miały różną zawartość tłuszczu wykazała iż czas utrzymywania się karmy na powierzchni wody jest zależny od ilości tłuszczu, która została użyta do sporządzenia karmy. Najdłużej na powierzchni wody utrzymuje się karma o największej zawartości tłuszczu 60%. Najkrótszy czas opadania z powierzchni wody na dno zbiornika cechuje karmę o najmniejszej zawartości tłuszczu 20% (Tab. 10).

Stwierdzono na podstawie badań, że:

- czas opadania karmy z powierzchni wody na dno zbiornika zależy wprost proporcjonalnie od zawartości tłuszczu w karmie.
- najbardziej wskazana łączna zawartość tłuszczu w karmie to 47%, ponieważ przy tym stężeniu tłuszczu w karmie czas opadania karmy jest najkorzystniejszy i pozwala na pozyskanie pożywienia wszystkim rybam, a nie tylko osobnikom dominującym, co w sposób istotny powoduje szybki przyrost masy ciała ryb.

Czas opadania karmy wysokotłuszczowej z glinometakrzemianem magnezu i skrobią.

Tabela 11. Porównanie czasu opadania karmy wysokotłuszczowej o granulacji 200–500  $\mu\text{m}$  z glinometakrzemianem magnezu i skrobią

Grupa	Karma	Skład karmy		Dodany tłuszcz wołowy [%]	Czas opadania [min]		
	Symbol	Glinometakrzemian magnezu [%]	Skrobia [%]		średnia	$\pm$ SD	P<0,05 vs
A	M40T300	10	0	40	3,6	0,54	B
B	S40T300	0	10		0,9	0,42	A

Analiza czasu opadania poszczególnych karm, które w swoim składzie miały glinometakrzemian magnezu lub skrobię wykazała, iż karma z glinometakrzemianem magnezu opada z powierzchni wody dłużej niż karma zawierająca skrobię w tym samym stosunku procentowym co glinometakrzemian magnezu (Tab. 11).

Stwierdzono, że karma wysokotłuszczowa z glinometakrzemianem magnezu ma dłuższy czas opadania z powierzchni wody na dno zbiornika w porównaniu do analogicznej karmy ze skrobią.

Wpływ rodzaju tłuszczu na czas opadania karmy z powierzchni wody na dno zbiornika.

W celu określenia czy rodzaj tłuszczu zwierzęcy i roślinny ma wpływ na czas opadania karmy wytworzono karmę dla ryb zawierającą składniki bazowe karmy GEMMA MICRO o granulacji 200–500  $\mu\text{m}$  i 10% glinometakrzemian magnezu oraz dwa rodzaje tłuszczu: tłuszcz kokosowy i tłuszcz wołowy. Karmę M20K300 i MK20T300 o składzie opisanym w przykładzie 8 Tabela 12 przygotowano według procedury opisanej w przykładzie 1.

Tabela 12. Wpływ rodzaju tłuszczu na czas opadania karmy zawierającej składniki bazowe karmy GEMMA MICRO oraz glinometakrzemian magnezu

Grupa	Karma	Skład karmy		Czas opadania [min]			
	Symbol	Glinometakrzemian magnezu [%]	Dodany tłuszcz		średnia	± SD	P<0,05 vs
			rodzaj	[%]			
A	M20K300	10	kokosowy	20	0,9	0,65	ns
B	M20T300		wołowy		0,9	0,22	ns

ns – brak istotności statystycznej

Analiza statystyczna wyników pomiaru czasu opadania karmy wskazuje, że nie ma różnicy między karmą zawierającą tłuszcz kokosowy i wołowy w identycznej proporcji przy stałej zawartości i proporcji pozostałych składników.

Stwierdzono, że czas opadania nie zależy od rodzaju dodanego tłuszczu.

Do sporządzenia karmy może być użyty tłuszcz zwierzęcy lub roślinny.

Tabela 13. Skład karmy dla ryb według wynalazku, która zawiera zwiększoną ilość tłuszczu oraz glinometakrzemian magnezu i cechuje się optymalnym czasem opadania z powierzchni wody na dno naczynia

Karma	Czas opadania w wodzie [sek]	Składniki bazowe [%]	Olej [%]	Tłuszcz dodany [%]	Tłuszcz (łącznie) [%]	Glinometakrzemian magnezu [%]	Białko [%]	Błonnik [%]	Fosfor [%]	Poپیół [%]
M40 T300	180	50	7	40	47	10	29,5	0,1	0,65	7
M45 T300 N15	174	40	5,6	45	50,6	15	23,6	0,08	0,52	5,6
M50 T300 N15	126	35	4,9	50	54,9	15	20,65	0,07	0,46	4,9
M60 T300 N15	118	25	3,5	60	63,5	15	14,75	0,05	0,33	3,5
M50 T300 N12,5	172	37,5	5,25	50	55,25	12,5	22,13	0,08	0,49	5,3

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że podawanie karmy o podwyższonej zawartości tłuszczu, korzystnie o 40% (karmy wysokotłuszczowej) skutkuje większą masą ciała ryb, co ma znaczenie gospodarcze, gdyż stosowanie takiej karmy może prowadzić do zwiększenia produkcji ryb w hodowli. Ponadto zastosowanie karmy o zwiększonej zawartości tłuszczu, która powoli opada na dno zbiornika umożliwia uzyskanie zwiększonego przyrostu masy ciała w celu prowadzenia badań naukowych nad mechanizmami regulacji metabolizmu w warunkach fizjologicznych i patologicznych, np. w otyłości i chorobach, w których czynnikiem ryzyka jest otyłość.

Użyty w przykładach glinometakrzemian magnezu okazał się mieć korzystniejsze właściwości niż skrobia, która jest szeroko stosowana w produkcji karmy dla ryb. Badania wykazały, że glinometakrzemian magnezu jako dodatek do karmy jest dobrze tolerowany przez ryby także przy długotrwałym stosowaniu. Ponadto wykazano, że dodanie tłuszczu, korzystnie w ilości 40% i glinometakrzemianu magnezu, korzystnie w ilości 10% umożliwia wytworzenie karmy o wielkości cząstek (granulacja) optymalnej do żywienia ryb i których gęstość jest optymalna dla karmy do żywienia ryb. Ponadto wykazano, że użycie glinometakrzemianu magnezu do związania dodatkowej ilości tłuszczu powoduje, iż wytworzona karma opada z powierzchni wody na dno zbiornika w czasie umożliwiającym rybom efektywne żerowanie. Uzyskane wyniki uzasadniają przyjęcie hipotezy, że wolniejsze opadanie karmy z powierzchni wody jest dla ryb jednym z istotnych czynników powodujących większy przyrost ich masy ciała.

Zastosowanie glinometakrzemianu magnezu do związania dodatkowej ilości tłuszczu z pozostałymi standardowymi składnikami karmy dla ryb umożliwia wytworzenie pełnowartościowej karmy dla ryb, która pozwoli na uzyskanie lepszych przyrostów masy ciała i/lub skrócenie okresu hodowli ryb do osiągnięcia odpowiedniej masy ciała i może przynieść wymierne korzyści ekonomiczne.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Karma do hodowli ryb zawierająca tłuszcz, białko, błonnik oraz składniki wiążące i wypełniające **znamienna tym**, że jako składnik wiążący zawiera glinometakrzemian magnezu w ilości w ilości od 10 do 15% wag., a pozostałe składniki występują w następujących ilościach: tłuszcz w ilości 41–63,5% wag., białko w ilości od 14 do 30%, błonnik występuje w ilości co najwyżej 1,3% zaś substancje wypełniające w postaci popiołu oraz fosforu w ilościach uzupełniających do 100% masy produktu.
2. Karma według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera tłuszcz zwierzęcy, tłuszcz roślinny lub mieszaninę tłuszczu zwierzęcego i roślinnego.
3. Karma według zastrz. 1, **znamienna tym**, że tłuszcz występuje w ilości 47%.
4. Karma według zastrz. 1, **znamienna tym**, że glinometakrzemian magnezu występuje w ilości 10%.
5. Karma według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera fosfor w ilości co najwyżej 0,65% wag.
6. Karma według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera popiół w ilości co najwyżej 7% a najkorzystniej od 3,5% do 7%.
7. Zastosowanie glinometakrzemianu magnezu do produkcji karmy dla ryb określonej w zastrz. 1.