

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239079**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **413266**

(22) Data zgłoszenia: **29.07.2015**

(51) Int.Cl.

A01K 67/033 (2006.01)

A23K 10/30 (2016.01)

A23K 10/00 (2016.01)

A23K 50/90 (2016.01)

(54) **Sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego oraz zastosowania mieszanki paszowej do bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego poprzez hodowlę/chów owadów z rzędu Coleoptera i/lub Blattodea**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

30.01.2017 BUP 03/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

02.11.2021 WUP 31/21

(73) Uprawniony z patentu:

**HIPROMINE SPÓŁKA AKCYJNA,
Robakowo, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**DAMIAN JÓZEFIAK, Poznań, PL
JAN MAZURKIEWICZ, Sady, PL
JAKUB URBAŃSKI, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Grzelak

PL 239079 B1

Opis wynalazku

DZIEDZINA TECHNIKI

Wynalazek dotyczy sposobu bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego, oraz zastosowania mieszanki paszowej do bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego poprzez hodowlę/chów owadów z rzędu Coleoptera i/lub Blattodea.

STAN TECHNIKI

Owady coraz częściej postrzegane są jako zwierzęta hodowlane, stanowiące cenną alternatywę jako źródło białka na cele paszowe i żywieniowe.

Od kilku lat wskazuje się na możliwość wykorzystywania białek pochodzenia owadziego, m.in. w żywieniu zwierząt hodowlanych, chociaż za problematyczne nadal uważa się niedostatek informacji dotyczących powtarzalnego i wydajnego wytwarzania takich białek, odpowiednich gatunków owadów i ich stadiów rozwojowych. (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2012 Assessing the potential of insects as food and feed in assuring food security. Summary report. Technical consultation meeting 23–25 stycznia, FAO, Rzym, Włochy).

Opublikowano również teoretyczną analizę potencjalnej użyteczności różnych komercyjnie dostępnych owadów do zastosowania w produkcji paszy (Sánchez-Muros, M.-J., Barroso, F.G., Manzano-Agugliaro (2014) Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. Journal of Cleaner Production 65:16–27). Nadal jednak brak w stanie techniki wystarczających danych dotyczących m.in. sposobów wydajnej hodowli owadów użytecznych do takich zastosowań.

Hodowla owadów na masową skalę, w warunkach przemysłowych oprócz opracowania rozwiązań technicznych i technologicznych do prowadzenia hodowli wymaga opracowania zbilansowanych mieszanek paszowych i mieszanek paszowych uzupełniających, zapewniających maksymalizację wydajności hodowli owadów, przyspieszenie tempa ich wzrostu i rozwoju. W hodowlach masowych istotna jest również standaryzacja pasz umożliwiająca częściową lub całkowitą automatyzację procesu karmienia.

Obecnie nie istnieją na rynku specjalistyczne mieszanki paszowe czy mieszanki paszowe uzupełniające dedykowane do hodowli/chowu owadów. W amatorskiej i półprzemysłowej produkcji owadów stosuje się mieszanki o niezbilansowanym/niezoptymalizowanym składzie, w tym gotowe premiksy paszowe przeznaczone do żywienia drobiu (kur niosek, brojlerów), trzody chlewnej, w tym świń), zwierząt domowych (psy, koty). Mieszanki te, z założenia przeznaczone dla zwierząt kręgowych, nie są bilansowane pod kątem specyficznych potrzeb żywieniowych owadów z rzędu Coleoptera czy Blattodea, ze względu na wysoką zawartość tłuszczu oraz suplementów mineralnych i witaminowych nieadekwatnych do hodowli owadów. Co więcej zawierają składniki mogące spowalniać wzrost i podnoszące wartość współczynnika FCR (feed conversion ratio – stopień wykorzystania paszy) (np. kiszonka z lucerny, otręby żytnie). W dostępnej literaturze naukowej brakuje doniesień o normach żywienia owadów, które są powszechnie dostępne dla większości zwierząt gospodarskich, amatorskich i towarzyszących. Istniejący stan wiedzy związany jest głównie z brakiem prac badawczych nad optymalizacją żywienia owadów.

W ramach własnych badań wstępnych twórcy niniejszego wynalazku przeprowadzili testy dotyczące żywienia mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*, rodzina Tenebrionidae, rząd: Coleoptera) jak również testy dotyczące żywienia karaczanów madagaskarskich (*Gromphadorhina portentosa*, rodzina Blaberidae, rząd: Blattodea), argentyńskich (*Blaptica dubia*, rodzina Blaberidae, rząd: Blattodea) i tureckich (*Shellfordella lateralis*, rodzina Blatellidae, rząd: Blattodea) mieszankami suchymi przeznaczonymi dla brojlerów oraz trzody chlewnej. Oprócz składników zbożowych i roślinnych (śruty sojowe, słonecznikowe, rzepakowe, kukurydziane, otręby pszenne, otręby żytnie, oleje roślinne, kiszonki z lucerny, kiszonki z kukurydzy, susze owocowe, susze warzywne) mieszanki te mają wysoki udział składników mineralnych, do kilkunastu % s.m. (kreda, oraz mikroelementy) wpływających niekorzystnie na owady. Dostępne na rynku pasze dla drobiu i zwierząt gospodarskich dostarczane są w formie suchej, w postaci twardego granulatu – w przypadku hodowli owadów wymusza to rozdrabnianie mechaniczne paszy przed podaniem, oraz uzupełnianie paszy o źródło wody, co znacznie podnosi koszty przygotowania mieszanki pełnoporcjowej i jej podawania. Dostępne na rynku mieszanki paszowe oparte są o składniki roślinne GMO (np. soja, kukurydza, rzepak). Celem wprowadzenia zmian genetycznych w odmianach GMO jest uodpornienie roślin na szkodniki, w tym szkodniki owadzie. Taki materiał roślinny często zawiera substancje, bądź wytwarzane przez rośliny (np. toksyna Bt) bądź

śladowe ilości substancji chemicznych (np. herbicyd glifosat), niegroźne dla zwierząt kręgowych i ludzi, ale z założenia toksyczne dla bezkręgowców, w tym owadów (toksyna Bt).

Stosowanie powyższych mieszanek paszowych skutkowało wysoką śmiertelnością owadów lub niskimi przyrostami BWG (Body Weight Gain, przyrost masy ciała). Wykorzystanie tych mieszanek, ze względu na ich skład optymalizowany pod kątem zwierząt kręgowych, w hodowli owadów jest nieefektywne ekonomicznie.

Biorąc pod uwagę powyższe czynniki istnieje zapotrzebowanie na stworzenie pełnoporcjowej i/lub uzupełniającej mieszanki paszowej, o składzie ograniczonym do niezbędnych (i wystarczających) z punktu widzenia hodowli owadów składników pochodzenia roślinnego, z wykorzystaniem materiału nie-GMO.

Obecnie produkty uboczne przemysłu rolnego i przetwórczego, takie jak pomiot kurzy, podłoża pieczarkarskie, wytloki z produkcji soków owocowych i warzywnych, oraz obierki ziemniaczane, wykorzystywane są jako niskowartościowy surowiec w biogazowniach, kompostowane lub stosowane bezpośrednio jako nawóz. Tego typu rozwiązania wiążą się ze sporymi kosztami środowiskowymi (zanieczyszczenie wód gruntowych, zakwaszenie gleby, emisja gazów cieplarnianych), często są uciążliwe z punktu widzenia mieszkańców terenów rolniczych (uciążliwe zapachy). Istnieje więc nieustające zapotrzebowanie na nowe sposoby utylizacji odpadów produkcji i hodowli rolnej czy odpadów przemysłu rolnego.

W środowisku naturalnym wiele gatunków owadów pełni rolę reducentów zaangażowanych w obieg materii w przyrodzie. Materia organiczna jest rozkładana przez owady lub ich larwy, a następnie asymilowana. Owady w niezwykle wydajny sposób przyswajają substancje odżywcze z materii organicznej, co stwarza potencjalną możliwość wykorzystania ich w procesie utylizacji biomasy będącej produktem ubocznym przemysłu rolno-spożywczego.

W publikacji Zhu, F.-X., Yao, Y.-L., Wang, S.-J., Du, R.-G., Wang, W.-P., Chen, X.-Y., Hong, C.-L., Qi, B., Xue, Z.-Y., Yang, H.-Q., 2015 Housefly maggot-treated composting as sustainable option for pig manure management. *Waste Management* 35:62–67 opisano wykorzystanie larw muchy domowej przy kompostowaniu gnojowicy świńskiej, umożliwiające rezygnację z wykorzystywania dodatków wypełniających.

Przeprowadzone przez twórców innowacyjne badania nieoczekiwanie wykazały, że odpady rolne i spożywcze takie jak podłoża pieczarkarskie, odpady pieczarkarskie oraz wycierka ziemniaczana, skrobia ziemniaczana (produkt uboczny przetwórstwa ziemniaków), wytloki owocowo-warzywno (produkt uboczny przetwórstwa, produkcji soków) i/lub biomasa fermentacyjna z biogazowni mogą być wydajnie i szybko utylizowane, w ściśle kontrolowanych i bezpiecznych dla środowiska warunkach przez owady przy jednoczesnym wytworzeniu wartości dodanej w postaci wysokiej jakości białka owadziego.

W kontrolowanych warunkach możliwa jest wydajna konwersja biomasy do wysokiej jakości białka. Jednocześnie proces ten nie wiąże się z wysokimi emisjami gazów cieplarnianych (kompostowanie lub fermentacja). Przy wykorzystaniu odpowiedniej infrastruktury może być prowadzony w trybie bieżącym in situ.

Twórcy niniejszego wynalazku stwierdzili więc, że możliwe jest wykorzystanie w procesie odchowu owadów różnego typu produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego np. produktów przetwórstwa ziemniaków, pulp owocowych, warzywnych i/lub owocowo-warzywnych itp., które mogą stanowić wartościowy materiał paszowy w żywieniu owadów. Dodatkową zaletę rozwiązania według wynalazku stanowi fakt, że jednocześnie skarmianie w/w komponentów prowadzi do ich bioutylizacji, polegającej na konwersji niskowartościowych komponentów w wysokiej jakości białko i tłuszcz owadów. Poprawa wykorzystania produktów odpadowych przez skarmianie ich owadom powoduje zmniejszenie ich występowania w środowisku, ograniczenie emisji pierwiastków biogenych oraz umożliwia rozszerzenie znanych metod obrotu surowcami wtórnymi.

Przeprowadzone przez twórców innowacyjne badania umożliwiły opracowanie innowacyjnych zbilansowanych wysokowydajnych mieszanek paszowych dedykowanych do hodowli owadów z rodziny Tenebrionidae (rząd: Coleoptera) oraz owadów z rodzin Blattellidae oraz Blaberidae (rząd: Blattodea), w oparciu o wykorzystanie ekonomicznych surowców pochodzenia roślinnego, w tym produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego. Dodatkowe korzyści ze stosowania niniejszego rozwiązania stanowi bioutylizacja różnego typu produktów ubocznych z przemysłu rolno-spożywczego, odpadów produkcji i hodowli rolnej i/lub odpadów przemysłowych, jak i wykorzystanie materiałów paszowych o niskiej wartości.

Istota wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego przez hodowlę/chów owadów z rzędu Coleoptera i/lub owady z rzędu Blattodea, który zawiera etap, w którym skarmia się owady z rzędu Coleoptera w szczególności gatunek mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) i/lub owady z rzędu Blattodea w szczególności karaczana madagaskarskiego (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczana tureckiego (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczana argentyńskiego (*Blaptica dubia*), produktami ubocznymi przemysłu rolno-spożywczego w postaci mieszanki paszowej składającej się z komponentu C i jednego do dwóch komponentów wybranych z komponentów A i/lub B, przy czym

- komponent A – stanowią komponenty zbożowe stanowiące od 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty zbożowe są wybrane z pszenmixu, ziaren pszenicy, mąki z pszenicy, produktu ubocznego z przemiału pszenicy, otrąb pszennych, ich mieszanin, i/lub
- komponent B – stanowią komponenty roślinne stanowiące do 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty roślinne są wybrane z kiszonki paszowej uzyskanej z kukurydzy, świeżej biomasy roślinnej z kukurydzy, bądź śruty z kukurydzy lub śruty poekstrakcyjnej z nasion kukurydzy, ziemniaków, buraków pastewnych, lub ich mieszanin, oraz
- komponent C – stanowią komponenty uzupełniające stanowiące od 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty uzupełniające są wybrane z produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego wybranych z ziemniaków, buraków pastewnych, wycierki ziemniaczanej, pulpy ziemniaczanej, skrobi ziemniaczanej, pulpy owocowej z jabłek, pulpy warzywnej z buraków pastewnych, pulpy owocowo-warzywnej z jabłek i buraków pastewnych, pulpy owocowo-warzywnej z jabłek i ziemniaków, odpadów pieczarkarskich, wyłoków mokrych surowych z buraków pastewnych, jabłek, lub ich mieszanin,

przy czym końcowa łączna zawartość procentowa komponentów C oraz A i/lub B stanowi 100% masowych końcowej mieszanki paszowej,

przy czym wchodzące w skład mieszanki paszowej materiały są rozdrobnione obejmując frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek, korzystniej frakcję od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek.

W korzystnym sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego mieszanka paszowa zawiera materiały o zawartości suchej masy w przedziale około 30-80% masowych, a w etapie skarmiania owadom nie podaje się dodatkowych źródeł wody pitnej.

W korzystnym sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego mieszanka paszowa skarmiana jest owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym zawiera odpowiednio dla A – otręby pszenne, B – kiszonkę z kukurydzy, a dla C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego dodawane są w ilości do około 40% masowych.

W korzystnym sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego mieszanka paszowa skarmiana jest owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym zawiera dla A – otręby pszenne w ilości około 10% masowych i B – kiszonkę z kukurydzy w ilości około 50% masowych.

W korzystnym sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego mieszanka paszowa skarmiana jest owadom z rzędu Blattodea w szczególności karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanom argentyńskim (*Blaptica dubia*) i zawiera dla A – otręby pszenne, B – kiszonkę z kukurydzy oraz C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego wybrane spośród odpadów pieczarkarskich i/lub pulpy owocowej.

W korzystnym sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego mieszanka paszowa skarmiana jest karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i zawiera dla A – otręby pszenne w ilości w zakresie około 25-75% masowych, korzystnie około 25% masowych, oraz C – pulpę owocową w ilości w zakresie około 25-50% masowych.

W korzystnym sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego owady karmione mieszanką paszową hodowane są w temperaturze w zakresie od około 24°C do około 28°C.

Wynalazek dotyczy również zastosowania mieszanki paszowej składającej się z komponentu C i jednego do dwóch komponentów wybranych z komponentów A i/lub B do bioutylizacji produktów

ubocznych przemysłu rolno-spożywczego poprzez hodowlę/chów owadów z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunku mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) i/lub z rzędu Blattodea w szczególności karaczana madagarskiego (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczana tureckiego (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczana argentyńskiego (*Blaptica dubia*)

przy czym

- komponent A – stanowią komponenty zbożowe stanowiące od 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty zbożowe są wybrane z pszenmixu, ziaren pszenicy, mąki z pszenicy, produktu ubocznego z przemiału pszenicy, otrąb pszennych, ich mieszanin, i/lub
- komponent B – stanowią komponenty roślinne stanowiące do 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty roślinne, są wybrane z kiszonki paszowej uzyskanej z kukurydzy, świeżej biomasy roślinnej z kukurydzy, bądź śruty z kukurydzy lub śruty poekstrakcyjnej z nasion kukurydzy, ziemniaków, buraków pastewnych, lub ich mieszanin, oraz
- komponent C – stanowią komponenty uzupełniające stanowiące od 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty uzupełniające są wybrane z produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego wybranych z ziemniaków, buraków pastewnych, wycierki ziemniaczanej, pulpy ziemniaczanej, skrobi ziemniaczanej, pulpy owocowej z jabłek, pulpy warzywnej z buraków pastewnych, pulpy owocowo-warzywnej z jabłek i buraków pastewnych, pulpy owocowo-warzywnej z jabłek i ziemniaków, odpadów pieczarkarskich, wyłoków mokrych surowych z buraków pastewnych, jabłek, lub ich mieszanin,

przy czym końcowa łączna zawartość procentowa komponentów C oraz A i/lub B stanowi 100% masowych końcowej mieszanki paszowej,

przy czym wchodzące w skład mieszanki paszowej materiały są rozdrobnione obejmując frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek, korzystniej frakcję od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek.

W korzystnym zastosowaniu mieszanki paszowej składającej się z komponentu C i jednego do dwóch komponentów wybranych z komponentów A i/lub B do bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego dla owadów z rzędu Blattodea w szczególności karaczana madagarskiego (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczana tureckiego (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczana argentyńskiego (*Blaptica dubia*) produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są wybrane z grupy w skład której wchodzi odpady pieczarkarskie i/lub pulpa owocowa.

Opisana jest również mieszanka paszowa do hodowli/chowu owadów z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i/lub owadów z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanów madagaskarskich (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanów argentyńskich (*Blaptica dubia*) i/lub karaczanów tureckich (*Shellfordella lateralis*), która umożliwia bioutylizację produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego przez skarmianie ich owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i/lub owadom z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanom argentyńskim (*Blaptica dubia*), przy czym mieszanka paszowa zawiera do trzech rodzajów komponentów:

A – komponenty zbożowe 0-100% masowych i/lub

B – komponenty roślinne 0-100% masowych, korzystnie kiszonka i/lub śruta oraz

C – komponenty uzupełniające 0,01-100% masowych, który stanowią produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego,

przy czym wchodzące w jej skład materiały są rozdrobnione obejmując frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek, korzystniej frakcję od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek;

przy czym mieszanka paszowa nie zawiera trocin, DDGS, pomiotu kurzego, kiszonki z lucerny, materiału pochodzącego od roślin GMO, dodatkowych suplementów mineralnych i/lub witaminowych.

W rozumieniu niniejszego wynalazku produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego obejmują produkty uboczne przetwórstwa rolno-spożywczego, odpady produkcji i hodowli rolnej materiały paszowe o niskiej wartości i/lub odpady przemysłowe jak biomasa fermentacyjna z biogazowni. Korzystnie produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego obejmują jedynie produkty pochodzenia roślinnego. W korzystnym przykładzie wykonania produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są wybrane z grupy w skład której wchodzi: warzywa pastewne (takie jak ziemniaki, buraki pastewne),

wycierka ziemniaczana, pulpa owocowa, warzywna lub owocowo-warzywna, skrobia ziemniaczana, odpady pieczarkarskie i/lub biomasa fermentacyjna z biogazowni.

W rozumieniu niniejszego wynalazku komponentem zbożowym jest ziarno zbóż takich jak pszenica, owies, jęczmień, mąka otrzymana z przemiału ziaren tych zbóż, otręby oraz produkty uboczne przemiału.

W rozumieniu niniejszego wynalazku komponentem roślinnym jest kiszonka paszowa uzyskana z kukurydzy, trawy, świeża biomasa roślinna z kukurydzy, trawy lub lucerny, bądź śruta lub śruta poekstrakcyjne z nasion kukurydzy, słonecznika, rzepaku.

W korzystnym przykładzie wykonania mieszanka paszowa zawiera A – komponenty zbożowe, które obejmują pszenmix i/lub otręby pszenne, korzystnie otręby pszenne.

W korzystnym przykładzie wykonania mieszanka paszowa zawiera B – kiszonkę z kukurydzy i/lub warzywa pastewne, w szczególności ziemniaki i/lub buraki pastewne.

W przykładzie wykonania mieszanek paszowych C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są wybrane z grupy w skład której wchodzi: warzywa pastewne (takie jak ziemniaki, buraki pastewne), wycierka ziemniaczana, pulpa owocowa, warzywna lub owocowo-warzywna, skrobia ziemniaczana, odpady pieczarkarskie i/lub biomasa fermentacyjna z biogazowni.

Opisana została mieszanka paszowa do hodowli owadów z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i/lub owadów z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanów madagaskarskich (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanów tureckich (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanów argentyńskich (*Blaptica dubia*), która zawiera (w % masowych):

A – komponent zbożowy 0-100%

B – komponent roślinny (kiszonka, śruta) 0-100%

C – komponent uzupełniający (produkty uboczne przetwórstwa rolno-spożywczego, odpady produkcji i hodowli rolnej, odpady przemysłowe) 0,01-100%.

Korzystna mieszanka paszowa jest skarmiana owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym A korzystnie oznacza otręby pszenne, B oznacza kiszonkę z kukurydzy, przy czym C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są obecne w ilości do 40% masowych.

Korzystna mieszanka paszowa jest skarmiana owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne są obecne w ilości około 10% masowych i B – kiszonka z kukurydzy jest obecna w ilości około 50% masowych.

Równie korzystna mieszanka paszowa jest skarmiana owadom z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanom argentyńskim (*Blaptica dubia*), i zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne, B – kiszonkę z kukurydzy oraz C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego wybrane spośród odpadów pieczarkarskich i/lub pulpy owocowej.

Korzystniej mieszanka paszowa skarmiana jest karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne w ilości około 50% masowych oraz B – kiszonkę z kukurydzy i/lub ziemniaki w ilości około 50% masowych.

Korzystna mieszanka paszowa skarmiana jest karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne w ilości w zakresie około 25–75% masowych, korzystnie około 25% masowych, oraz C – pulpę owocową w ilości w zakresie około 25–50% masowych.

Korzystna mieszanka paszowa zawiera materiały o zawartości suchej masy w przedziale około 30–80% masowych.

Zastosowanie materiałów paszowych o zawartości suchej masy w przedziale 30–80% masowych pozwala na odchów i hodowlę owadów bez konieczności stosowania dodatkowych źródeł wody pitnej, tj. woda endogenna zawarta w surowcach jest wystarczająca. Udział otrębów w mieszankach paszowych w udziale od 0–50% masowych poprawia wyniki odchowu owadów. Szczególnie korzystną mieszanką paszową zawiera około 50% masowych otrębów pszennych i około 50% masowych kiszonki z kukurydzy. Jednakże wykazano również, że wiele materiałów paszowych w tym pszenmix (produkt uboczny z produkcji izo-glukozy, w procesie przetwarzania pszenicy), kiszonka z kukurydzy (całe rośliny), ziemniaki surowe, wycierki i pulpy ziemniaczane (produkty uboczne przemysłu ziemniaczanego); pulpy owocowe i owocowo-warzywne, z owoców i warzyw (produkty uboczne przemysłu spożywczego tj. wyłoki mokre surowe uzyskane z marchew, buraki, jabłka, porzeczki, gruszek); odpa-

dy z biogazowni tj. surowa mokra biomasa z biogazowni po produkcji metanu w warunkach przemysłowych; buraki pastewne surowe; otręby pszenne mogą być używane w produkcji pasz i mieszanek paszowych uzupełniających w odchowie i hodowli owadów z rodziny Tenebrionidae (rząd: Coleoptera). Do pasz i mieszanek paszowych uzupełniających w odchowie i hodowli owadów z rzędu Blattodea, w tym szczególnie korzystnie odpady pieczarkarskie i/lub pulpy owocowe. Twórcy stwierdzili więc, że możliwe jest wykorzystanie hodowli/chowu owadów do bioutylizacji różnorodnych odpadów i/lub produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego, z zachowaniem korzystnego wzrostu i rozwoju owadów, a tak komponowane mieszanki paszowe nie wymagają stosowania dodatkowych składników, na przykład suplementów mineralnych.

Potwierdzono na przykład, że dodatek mieszanki produktów ubocznych przemysłu rolnego w postaci odpadów pieczarkarskich i pulpy owocowej pozwala na uzyskanie wydajnego wzrostu karaczanów tureckich przy zachowaniu współczynnika FCR na poziomie 5,8–7,2.

Twórcy niniejszego wynalazku dodatkowo stwierdzili, że obecność komponentów zbożowych oraz kiszonki z kukurydzy sprawia, że produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego mogą stanowić nawet do około 40% masowych mieszanki paszowej. Opisane rozwiązanie pozwala więc na bioutylizację różnorodnych produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w postaci składników mieszanek paszowych umożliwiających hodowlę/chów owadów przy zapewnieniu konwersji na poziomie 4,8–8,2 i relatywnie szybkim przyroście masy owadów. Zastosowanie takich mieszanek zapewnia przyrost masy owadów o ok. 30–40% niższy niż w przypadku pasz optymalnych (opisanych w Przykładzie 2), ale znajduje uzasadnienie ekonomiczne i ekologiczne, jako metoda utylizacji produktów ubocznych i odpadów. W związku z tym, opisana mieszanka paszowa korzystnie zawiera komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne, kiszonkę z kukurydzy oraz do około 40% masowych produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego. Korzystnie, opisana mieszanka paszowa zawiera komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne w ilości około 10% masowych i kiszonkę z kukurydzy w ilości około 50% masowych. Twórcy wykazali, że udział otrębów pszennych w mieszance paszowej można ograniczyć do około 10% masowych. Jest to istotne, ponieważ przy hodowli wielkoskalowej stosowanie otrębów jest nieopłacalne, zarówno ze względu na koszt paszy, jak i powolny przyrost biomasy.

Opisana mieszanka paszowa zawiera materiały rozdrobnione obejmujące frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek, korzystnie frakcję od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek tak aby umożliwiły odpowiednią biodostępność dla owadów. Opisany jest również suplement paszowy do hodowli/chowu owadów z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i/lub z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanów madagaskarskich (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanów tureckich (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanów argentyńskich (*Blaptica dubia*), który umożliwia bioutylizację produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego przez skarmianie ich owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i/lub z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanom argentyńskim (*Blaptica dubia*), przy czym suplement paszowy zawiera do trzech rodzajów komponentów:

A – komponenty zbożowe 0–100% masowych i/lub

B – komponenty roślinne, korzystnie kiszonka 0–100% masowych i/lub śruta oraz

C – komponenty uzupełniające 0,01–100% masowych, który stanowią produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego,

przy czym wchodzące w jego skład materiały są rozdrobnione obejmując frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek, korzystnie frakcję od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek;

przy czym suplement paszowy nie zawiera trocin, DDGS, pomiotu kurzego, kiszonki z lucerny, materiału pochodzącego od roślin GMO, dodatkowych suplementów mineralnych i/lub witaminowych.

przy czym suplement paszowy stanowi min. 15% masowych mieszanki paszowej podawanej owadom.

„Suplement paszowy” lub „mieszanka paszowa uzupełniająca” lub „dodatek paszowy” w rozumieniu wynalazku oznacza dodatek do paszy dla owadów, który wykorzystywany jest do uzupełnienia podawanej owadom mieszanki paszowej. Opisany suplement paszowy stanowi min. 15% masowych mieszanki paszowej podawanej owadom.

W korzystnym przykładzie wykonania suplement paszowy zawiera A – komponenty zbożowe, które obejmują pszenmix i/lub otręby pszenne, korzystnie otręby pszenne.

W innym przykładzie wykonania suplement paszowy zawiera B – kiszonkę z kukurydzy i/lub warzywa pastewne, w szczególności ziemniaki i/lub buraki pastewne.

W przykładzie wykonania suplementów paszowych C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są wybrane z grupy w skład której wchodzi: warzywa pastewne (takie jak ziemniaki, buraki pastewne), wycierka ziemniaczana, pulpa owocowa, warzywna lub owocowo-warzywna, skrobia ziemniaczana, odpady pieczarkarskie i/lub biomasa fermentacyjna z biogazowni.

W korzystnym przykładzie wykonania suplementu paszowego jest on podawany owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym A korzystnie oznacza otręby pszenne, B oznacza kiszonkę z kukurydzy, a C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są obecne w ilości do 40% masowych.

Korzystniej, suplement paszowy jest podawany owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne w ilości około 10% masowych i B – kiszonkę z kukurydzy w ilości około 50% masowych.

Korzystny suplement paszowy jest podawany owadom z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanom argentyńskim (*Blaptica dubia*) i zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne, B – kiszonkę z kukurydzy oraz C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego wybrane spośród odpadów pieczarkarskich i/lub pulpy owocowej.

Korzystny suplement paszowy jest podawany karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne w ilości około 50% masowych oraz B – kiszonkę z kukurydzy i/lub ziemniaki w ilości około 50% masowych.

Korzystny suplement jest podawany karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne w ilości w zakresie około 25–75% masowych, korzystnie około 25% masowych, oraz C – pulpę owocową w ilości w zakresie około 25–50% masowych

Korzystnie suplement paszowy zawiera materiały o zawartości suchej masy w przedziale około 30–80% masowych. Opisany został również sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego, w którym wymienione produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego skarmiane są owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunkowi mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i/lub owadom z rzędu Blattodea w szczególności karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanom argentyńskim (*Blaptica dubia*), jako dodatek do mieszanki paszowej zawierającej komponenty zbożowe i/lub komponenty roślinne, korzystnie kiszonkę z kukurydzy, lub jako dodatek do suplementu paszowego zawierającego komponenty zbożowe i/lub komponenty roślinne, korzystnie kiszonkę z kukurydzy.

Korzystnie, w sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego, produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są wybrane z grupy w skład której wchodzi: warzywa pastewne (takie jak ziemniaki, buraki pastewne), wycierka ziemniaczana, pulpa owocowa, warzywna lub owocowo-warzywna, skrobia ziemniaczana, odpady pieczarkarskie i/lub biomasa fermentacyjna z biogazowni.

W korzystnym przykładzie wykonania sposobu bioutylizacji, mieszanka paszowa lub suplement paszowy skarmiany jest owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne, B – kiszonkę z kukurydzy, a C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego dodawane są w ilości do około 40% masowych.

Korzystniej, mieszanka paszowa lub suplement paszowy skarmiany jest owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne w ilości około 10% masowych i B – kiszonkę z kukurydzy w ilości około 50% masowych. W korzystnym sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego mieszanka paszowa lub suplement paszowy skarmiane są owadom z rzędu Blattodea w szczególności karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanom argentyńskim (*Blaptica dubia*), przy czym zawiera A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne, B – kiszonkę z kukurydzy oraz C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego wybrane spośród odpadów pieczarkarskich i/lub pulpy owocowej.

W korzystnym sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego mieszanka paszowa lub suplement paszowy skarmiane są karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina*

portentosa) i zawierają A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne w ilości około 50% masowych oraz B – kiszonkę z kukurydzy i/lub ziemniaki w ilości około 50% masowych.

W korzystnym sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego mieszanka paszowa lub suplement paszowy skarmiane są karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i zawierają A – komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne w ilości w zakresie około 25–75% masowych, korzystnie około 25% masowych, oraz C – pulpę owocową w ilości w zakresie około 25-50% masowych.

W przykładzie wykonania sposobu bioutylizacji, mieszanka paszowa stosowana jest jako mieszanka pełnoporcjowa i/lub suplement paszowy stosowany w udziale min. około 15% masowych w mieszance pełnoporcjowej i/lub mieszance paszowej uzupełniającej do hodowli i/lub chowu owadów.

W przykładzie wykonania sposobu bioutylizacji, owady karmione mieszanką paszową lub suplementem paszowym hodowane są w temperaturze w zakresie od około 24 do około 28°C. Doświadczenia twórców wykazały również, że do bardziej wydajnej konwersji paszy (wyższy wskaźnik FCR) dochodzi w temperaturze 24°C. Obserwacja ta jest istotna ze względu na aspekt ekonomiczny. W przypadku hodowli wielkoskalowej hodowla w niższej temperaturze wiąże się z dużo niższymi nakładami finansowymi.

Opisano również sposób hodowli/chowu owadów z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i/lub z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanów madagaskarskich (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanów tureckich (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanów argentyńskich (*Blaptica dubia*), w którym owady z rzędu Coleoptera, w szczególności z gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i/lub owady z rzędu Blattodea, w szczególności karaczany madagaskarskie (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczany tureckie (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczany argentyńskie (*Blaptica dubia*), hodowane są na mieszance paszowej lub otrzymują suplement paszowy w ilości min. 15% masowych mieszanki paszowej, co umożliwi bioutylizację różnorodnych odpadów i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego.

W korzystnym przykładzie wykonania sposobu hodowli/chowu owadów owady hodowane są w temperaturze w zakresie od około 24 do około 28°C.

W przykładzie wykonania, mieszanka paszowa lub suplement paszowy podawane są w postaci sypkiej.

Korzystnie, mieszanka paszowa lub suplement paszowy podawane są 3–7x w tygodniu w ilościach ad libitum.

W korzystnym przykładzie wykonania, mieszanka paszowa lub suplement paszowy zawiera materiały o zawartości suchej masy w przedziale około 30–80% masowych, a owadom nie podaje się dodatkowych źródeł wody pitnej.

Opisano również zastosowanie mieszanki paszowej i/lub suplementu paszowego do hodowli/chowu owadów z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i/lub z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanów madagaskarskich (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanów tureckich (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanów argentyńskich (*Blaptica dubia*), do bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego.

Korzystnie, produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są wybrane z grupy w skład której wchodzi: warzywa pastewne (takie jak ziemniaki, buraki pastewne), wycierka ziemniaczana, pulpa owocowa, warzywna lub owocowo-warzywna, skrobia ziemniaczana, odpady pieczarkarskie i/lub biomasa fermentacyjna z biogazowni.

Korzystnie mieszanki paszowe i/lub suplementy paszowego do hodowli/chowu owadów stosowane są dla owadów z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanów madagaskarskich (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanów tureckich (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanów argentyńskich (*Blaptica dubia*), przy czym produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są wybrane z grupy w skład której wchodzi odpady pieczarkarskie i/lub pulpa owocowa.

W wynalazku wykorzystywany jest więc proces rozkładania materii organicznej przez owady dla celów optymalnej bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego. Twórcy opracowali szereg mieszanek paszowych, możliwych do stosowania również jako suplementy paszowe, korzystnych do rozwoju owadów z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), jak i do rozwoju owadów z rzędu Blattodea, w szczególności karaczanów madagaskarskich (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanów tureckich (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanów argentyńskich (*Blaptica dubia*), które równocześnie dają możliwość wykorzystania produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego. Mieszanki paszowe lub suplementy paszowe mogą być

stosowane do hodowli/chowu owadów dla dowolnych celów, w tym korzystnie dla celów otrzymania wysokiej jakości białek i tłuszczu owadów, w tym do celów żywienia ludzi i zwierząt. Twórcy wykazali, że zastosowanie materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w udziale min. 15% masowych w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej pozwala na odchów owadów bez konieczności stosowania wody pitnej, również w formie hydro żelu, szczególnie w odchowie/hodowli mącznika. Twórcy wykazali, że zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w udziale min. 15% masowych w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej pozwala na odchów karaczanów przy zachowaniu współczynnika wykorzystania paszy o maksymalnej wartości 10 kg paszy/kg przyrostu masy ciała.

Zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w udziale min. 15% masowych w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej/suplemencie paszowym pozwala na odchów mącznika młynarka przy zachowaniu współczynnika wykorzystania paszy o maksymalnej wartości 15 kg paszy/kg przyrostu masy ciała.

Zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w udziale min. 15% masowych w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej/suplemencie paszowym pozwala na uzyskanie w procesie suszenia niskotemperaturowego mączek pełnotłustych z karaczanów o zawartości min. 50% białka ogólnego i min. 4% tłuszczu surowego i 3% popiołu surowego.

Zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w udziale min. 15% masowych w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej/suplemencie paszowym pozwala na uzyskanie w procesie suszenia niskotemperaturowego mączek pełnotłustych z mącznika o zawartości min. 40% białka ogólnego i min. 4% tłuszczu surowego i 3% popiołu surowego.

Zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w udziale min. 15% masowych w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej/suplemencie paszowym pozwala na uzyskanie w procesie suszenia niskotemperaturowego mączek pełnotłustych z karaczanów o zawartości min. 50% białka ogólnego i min. 4% tłuszczu surowego i 3% popiołu surowego.

Zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej/suplemencie paszowym pozwala na uzyskanie w procesie suszenia niskotemperaturowego (40–65°C) mączek pełnotłustych o zawartości min. 40% białka ogólnego i min. 4% tłuszczu surowego.

Zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej/suplemencie paszowym pozwala na uzyskanie w procesie suszenia i tłoczenia na zimno mączek z karaczanów o zawartości min. 50% białka ogólnego i min. 4% tłuszczu surowego;

Zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej/suplemencie paszowym pozwala na uzyskanie w procesie ekstrakcji nadkrytycznej mączek z karaczanów o zawartości min. 70% białka ogólnego i max. 5% tłuszczu surowego.

Wynalazek zostanie poniżej opisany poprzez szczegółowe przykłady wykonania, które jednak nie ograniczają jego zakresu.

Przykłady

Materialy i metody

Celem doświadczeń było określenie przydatności wybranych materiałów paszowych jak odpadów (np. pomiot kurzy) w procesie odchowy owadów.

Wykonano wstępne doświadczenia wzrostowe na zwierzętach modelowych tj. mączniku młynarku (*Tenebrio molitor*, rodzina Tenebrionidae, rząd: Coleoptera) (Przykład 2). Owady wykorzystane w doświadczeniach pochodziły z hodowli własnej.

Następnie wykonano doświadczenia właściwe na mączniku młynarku (*Tenebrio molitor*, rodzina Tenebrionidae, rząd: Coleoptera) (Przykład 3) i przeprowadzono analizę składu chemicznego dla tak hodowanych owadów (Przykład 4) oraz wykonano doświadczenia właściwe na karaczanach madagaskarskich (*Gromphadorhina portentosa*, rodzina Blaberidae, rząd: Blattodea,) oraz na karaczanach tureckich (*Shelfordella lateralis*, rodzina Blatellidae, rząd: Blattodea). Owady wykorzystane w doświadczeniach pochodziły z hodowli własnej (Przykład 5).

Po zakończeniu testów wstępnych (Tabele 2–5) wybrano materiały paszowe (Tabela 6 i 8) które charakteryzują się najlepszym stopniem wykorzystania (FCR-feed conversion ratio) oraz przyrostem masy ciała (BWG-Body weight gain) owadów modelowych. Wskaźnik BWG wyrażony w gramach oznaczano jako średni przyrost całkowitej masy ciała owadów w danym wariantcie, w czasie trwania doświadczenia dla liczby powtórzeń = n. Wskaźnik FCR oznaczano jako stosunek przyrostu masy ciała do masy paszy spożytej w okresie trwania doświadczenia.

Mieszanki przygotowywano na bazie trzech komponentów A + B + C, w proporcjach:

A – komponent zbożowy 0–100% masowych

B – komponent roślinny 0–100% masowych (kiszonka, śruta) –

C – komponent uzupełniający 0-100% masowych (produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego).

Mieszanki przygotowywano na bazie składników pozyskanych z firmy BioPower z Międzyrzecza Podlaskiego.

Komponenty nie były poddawane obróbce termicznej. Przygotowanie paszy polegało na mieszaniu mechanicznym komponentów i rozdrabnianiu ich mechanicznie homogenizatorem nożowym w celu osiągnięcia frakcji od 0,001 do 20 mm korzystniej rozdrabnianiu na frakcję od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek. Takie rozdrobnienie poprawia wykorzystanie paszy przez owady.

Po przygotowaniu mieszanki były porcjowane do hermetycznych torebek i przechowywane w temp. -20°C. Całość mieszanek była skarmiana w formie sypkiej, pasze podawano 3–7x w tygodniu w ilościach ad libitum.

Doświadczenia wstępne trwały od 2 do 6 tygodni natomiast doświadczenia właściwe 6 tygodni i były prowadzone w 5 powtórzeniach. Celem doświadczeń było określenie przydatności innych materiałów paszowych (DDGS) jak i odpadów (pomiot kurzy) w procesie produkcji mącznika białek pochodzenia owadziego w skali laboratoryjnej. Doświadczenia właściwe na mączniku młynarku trwały 6 tygodni i były prowadzone w 5 powtórzeniach (Przykład 3). Doświadczenia właściwe na karaczanach trwały 4 tygodnie i były prowadzone w 3 powtórzeniach (Przykład 5).

Całość wykorzystywanych komponentów została poddana analizom chemicznym w celu ustalenia wartości pokarmowej (Przykład 1, Tabela 1). W doświadczeniach określono również parametry (skład podstawowy, zgodnie z procedurami określonymi standardami AOAC, 2000 Official Methods of Analysis (wyd. 17te.) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA), mączek owadzych pełnotłustych (full-fat) otrzymanych przez zamrożenie, suszenie w niskiej temperaturze (suszar-ka konwekcyjna, suszenie 24 godziny w temp. 40–65°C) i mielenie, uzyskanych w wyniku skarmiania owadów i tym samym bioutylizacji komponentów i odpadów z przemysłu rolno-spożywczego wymienionych w Tabeli 1 (Przykład 4).

Przykład 1

Analiza składników materiałów paszowych

Wykorzystywane komponenty zostały poddane analizom chemicznym zgodnie z procedurami określonymi standardami AOAC, 2000 Official Methods of Analysis (wyd. 17te.) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, w celu ustalenia wartości pokarmowej. Wyniki analiz przedstawiono poniżej (Tabela 1).

Tabela 1

Analizowany skład chemiczny komponentów używanych w paszach doświadczalnych dla owadów

	Sucha masa (%)	Białko ogólne (%)	Włókno surowe (%)
Pomiot kurzy	90,93	26,93	18,44
Trociny	90,78	-	73,48
Otręby pszenne	88,03	15,51	9,83
DDGS	90,74	33,84	15,28
Pszenmix	92	18,14	10,83
Wytłok jabłkowy	12,51	0,85	3,19
Kiszonka z kukurydzy I	37,52	3,01	6,48
Kiszonka z kukurydzy II	41,86	3,69	8,52
Ziemniak	18,25	1,6	0,54
Burak pastewny	12,18	1,34	1,06
Pulpa owocowa	30,6	2,46	-
Odpad z biogazowni	36,05	13,42	-
Wycierka ziemniaczana	17,83	6,2	-
Skrobia ziemniaczana	45,12	1,1	-
Kiszonka z lucerny	56,58	13,05	-
Pieczarki odpadowe	15,60	8,50	2,30

Przykład 2**Wstępne doświadczenia (I–IV) nad wyborem komponentów paszowych w odchowie mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*)**

Dla celów doświadczenia mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) hodowano w wykorzystując różne komponenty mieszanek paszowych oraz alternatywnie różne warianty temperaturowe. Jako grupę hodowlaną wykorzystywano naważkę 30 g owadów w 3 i 4 stadium larwalnym (wielkość 10–14 mm), owady hodowane były w płaskich pojemnikach o powierzchni dna 300 cm² wykonanych z polipropylenu, przy wilgotności powietrza na poziomie 40–50% i temperaturze 24°C lub 28°C, w ciemności. Masę owadów oznaczano po odsianiu ich od odchodów i resztek paszy. Masę resztek paszy oznaczano po oddzieleniu jej od odchodów na sicie o gęstości oczek 0,5 mm. Mieszanki paszowe przygotowywano na bazie komponentów opisanych w Przykładzie 1. Otrzymane wartości parametrów wzrostowych, poddane obróbce statystycznej zgodnie ze standardami SAS Institute, 1994. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, USA. przedstawiono w Tab. 2–5. W tabelach przedstawiono średnie wartości z grup. BWG (Body Weight Gain) – przyrost masy ciała, FI – Food Intake (ilość spożytego pokarmu); FCR – Food Conversion Ratio (współczynnik konwersji); wartości współczynników BWG i FI w [g], wartości % w [% masowych].

Tabela 2

Wyniki odchowu – doświadczenie wzrostowe nr 1 na mączniku młynarku (n = 2).

	Skład podłoża	BWG	FI	FCR
T1	pszenmix 100%	21,54	123,60	5,74
T2	pomiot kurzy 100%	-12,60	57,12	-4,53
T3	DDGS 100%	2,83	77,20	27,60
T4	pszenmix 50% + pomiot kurzy 50%	8,78	94,80	10,80
T5	DDGS 50% + pomiot kurzy 50%	4,97	80,20	16,15

Tabela 3

Wyniki odchowu – doświadczenie wzrostowe nr 2 na mączniku młynarku (n = 5).

W tabeli przedstawiono średnie wartości z grup.

	Skład podłoża	BWG	FI	FCR
T1	pszenmix 100%	8,94	27,75	3,10
T2	trociny 100%	-3,92	0,45	-0,13
T3	pszenmix 50% + trociny 50%	4,32	18,39	4,31
T4	pszenmix 75% + kiszonka z kukurydzy 25%	29,41	30,00	1,02
T5	pszenmix 50% + kiszonka z kukurydzy 50%	48,11	63,73	1,33
T6	trociny 75% + kiszonka z kukurydzy 25%	-1,28	9,16	-7,34
T7	trociny 50% + kiszonka z kukurydzy 50%	3,83	21,16	5,59
T8	trociny 75% + DDGS 25%	-1,90	4,35	-3,02
T9	trociny 50% + DDGS 50%	-0,31	8,00	4,39
T10	trociny 25% + DDGS 75%	-0,33	8,39	5,13

Tabela 4

Wyniki odchowu – doświadczenie wzrostowe nr 3 na mączniku młynarku (n = 3) w dwóch wariantach temperaturowych. W tabeli przedstawiono średnie wartości z grup.

	Skład podłoża	24 °C			28 °C		
		BWG	FI	FCR	BWG	FI	FCR
T1	kiszonka z kukurydzy 100%	19,32	117,14	6,33	21,03	158,19	7,57
T2	kiszonka z kukurydzy 50% + otręby pszenne 50%	37,33	95,96	2,58	30,16	107,35	3,58
T3	otręby pszenne 100%	29,91	80,18	2,68	30,95	85,75	2,81
T4	kiszonka z kukurydzy 50% + ziemniak 50%	12,33	119,60	11,37	13,94	173,18	13,62

Tabela 5

Wyniki odchowu – doświadczenie wzrostowe nr 4 na mączniku młynarku (n = 3).

W tabeli przedstawiono średnie wartości z grup.

	Skład podłoża	BWG	FI	FCR
T1	otręby pszenne 100%	30,76	62,72	2,04
T2	otręby pszenne 50% + ziemniak 50%	44,48	87,03	1,96
T3	otręby pszenne 50% + burak pastewny 50%	39,86	85,44	2,15
T4	otręby 50% pszenne + kiszonka z kukurydzy 50%	33,45	71,33	2,13
T5	otręby pszenne 25% + ziemniak 25% + burak pastewny 25% + kiszonka z kukurydzy 25%	37,29	101,61	2,72

Na podstawie doświadczeń wstępnych potwierdzono istotną rolę komponentów zbożowych w paszy dla mączników, jako podstawowego składnika paszy, co zgodne jest z obserwacjami dotyczącymi naturalnego środowiska występowania mącznika. Optymalny skład paszy to połączenie składnika zbożowego (pszenmix lub otręby pszenne) z kiszonką kukurydzianą lub warzywami pastewnymi (burak pastewny, ziemniak). Jednocześnie stwierdzono, że dodatek trocin lub pomiotu kurzego do mieszanki paszowej powoduje znaczące spowolnienie wzrostu lub efekt ujemnego przyrostu (spowodowany śmiertelnością owadów testowych). Doświadczenia wykazały również, że do bardziej wydajnej konwersji paszy (wyższy wskaźnik FCR) dochodzi w temperaturze 24°C. Obserwacja ta jest istotna ze względu na aspekt ekonomiczny. W przypadku hodowli wielkoskalowej hodowla w niższej temperaturze wiąże się z dużo niższymi nakładami finansowymi.

Do dalszych doświadczeń wybrano mieszanki oparte o otręby pszenne i kiszonkę.

Przykład 3

Doświadczenia końcowe nad wykorzystaniem różnych komponentów paszowych w odchowu mącznika młynarka, pasze ustalone na podstawie testów wstępnych (I–IV)

Przeprowadzono dalsze doświadczenia nad wykorzystaniem różnych komponentów paszowych w hodowli mącznika młynarka. Mieszanki paszowe przygotowano jak w poprzednich Przykładach. Pasze oparte były na mieszance otrębów pszennych i kiszonki z dodatkiem różnego rodzaju produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego. Jednocześnie doświadczenia miały na celu określenie minimalnego udziału produktów zbożowych niezbędnego dla efektywnej konwersji paszy. Ma to uzasadnienie czysto ekonomiczne, otręby pszenne lub pszenmix jako pełnowartościowe surowce paszowe mają najwyższą cenę spośród wykorzystywanych w testach komponentów. Z analogicznego powodu przeprowadzono testy nad zastąpieniem kiszonki z kukurydzy kiszonką z lucerny. Jako pasze kontrolną zastosowano 100% otręby pszenne. Warunki hodowli owadów były identyczne jak w Przykładzie 2. Owady hodowano w temperaturze 24°C. W tabelach przedstawiono średnie wartości z grup. BWG (Body Weight Gain) – przyrost masy ciała, FI – Food Intake (ilość spożytego pokarmu); FCR – Food Conversion Ratio (współczynnik konwersji); wartości współczynników BWG i FI w [g], wartości % w [% masowych]

Owady podzielono na 5 grup i hodowano na mieszankach paszowych wg Tab. 6. Grupę kontrolną stanowią owady hodowane na otrębach pszennych (grupa T1).

Tabela 6

Skład pasz – doświadczenie wzrostowe nr 5 na mączniku młynarku

T1	otręby pszenne 100%
T2	kiszonka z kukurydzy 50% + otręby pszenne 25% + odpad z biogazowni 25%
T3	kiszonka z kukurydzy 50% + otręby pszenne 25% + wycierka ziemniaczana 25%
T4	kiszonka z kukurydzy 50% + otręby pszenne 25% + pulpa owocowa 25%
T5	kiszonka z kukurydzy 50% + otręby pszenne 25%+ skrobia ziemniaczana 25%

Uzyskane wyniki dla parametrów wzrostowych owadów przedstawiono poniżej (Tab. 7)

Tabela 7

Wyniki odchowu – doświadczenie wzrostowe nr 5 na mączniku młynarku (n = 5)

W tabeli przedstawiono średnie wartości z grup.

Średnie z odmiennymi indeksami różnią się statystycznie istotnie.

	T1	T2	T3	T4	T5	P
BWG	21,32 ^b	29,38 ^a	30,57 ^a	29,37 ^a	30,29 ^a	<.0001
FI	64,49 ^e	170,56 ^d	186,52 ^a	180,55 ^b	175,24 ^c	<.0001
FCR	3,03 ^b	5,99 ^a	6,1043 ^a	6,14 ^a	5,75 ^a	<.0001

Następnie, na kolejnych 10 grupach owadów badano wpływ mieszanek paszowych o składzie wg tabeli 8

Tabela 8

Skład pasz- doświadczenie wzrostowe nr 6 na mączniku młynarku

T1	pulpa owocowa 40% + otręby pszenne 10% + kiszonka z kukurydzy 50%
T2	skrobia ziemniaczana 40% + otręby pszenne 10% + kiszonka z kukurydzy 50%
T3	wycierka ziemniaczana 40% + otręby pszenne 10% + kiszonka z kukurydzy 50%
T4	pulpa owocowa 40% + otręby pszenne 10% + kiszonka z lucerny 50%
T5	skrobia ziemniaczana 40% + otręby pszenne 10% + kiszonka z lucerny 50%
T6	wycierka ziemniaczana 40% + otręby pszenne 10% + kiszonka z lucerny 50%
T7	wycierka ziemniaczana 40% + poekstrakcyjna śruta słonecznikowa 5% + kiszonka z kukurydzy 50%
T8	wycierka ziemniaczana 40% + poekstrakcyjna śruta słonecznikowa 5% + kiszonka z lucerny 50%
T9	wycierka ziemniaczana 25% + otręby pszenne 25% + kiszonka z kukurydzy 50%
T10	odpad z biogazowni 25% + otręby pszenne 25% + kiszonka z kukurydzy 50%

Uzyskane wyniki dla parametrów wzrostowych owadów przedstawiono poniżej (Tab. 9)

Tabela 9

Wyniki odchowu – doświadczenie wzrostowe nr 6 na mączniku młynarku (n = 5).

W tabeli przedstawiono średnie wartości z grup.

Średnie z odmiennymi indeksami różnią się statystycznie istotnie.

	BWG	FI	FCR
T1	23,6942 ^b	154,171 ^b	6,52
T2	24,7426 ^b	163,539 ^a	6,61
T3	20,2350 ^c	164,213 ^a	8,15
T4	9,2010 ^e	130,717 ^d	14,3
T5	7,7080 ^e	112,289 ^e	14,79
T6	7.9330 ^e	139,784 ^c	18,62
T7	16,5706 ^d	131,81 ^d	8,04
T8	1,2056 ^f	107,562 ^e	41,39
T9	27.9166 ^a	136,526 ^{dc}	4,89
T10	28.1712 ^a	135,137 ^{dc}	4,82
P	<.0001	<.0001	0.0913

Najbardziej efektywną paszą z punktu widzenia wskaźnika FCR są otręby pszenne. Ich zastosowanie zapewnia najwyższy stopień konwersji paszy. Jednocześnie jednak przyrost masy owadów BMG jest najwolniejszy. Biorąc pod uwagę czynniki ekonomiczne, przy hodowli wielkoskalowej stosowanie otrębów jest nieopłacalne, zarówno ze względu na koszt paszy, jak i powolny przyrost biomasy. W doświadczeniu wykazano, że udział otrębów pszennych w mieszance paszowej można ograniczyć do 10% masowych. Wykazano również, że zastosowanie paszy zawierającej 50% masowych kiszonki z kukurydzy (ale nie kiszonki z lucerny, której zastosowanie pogarsza wzrost) i 10% masowych otrębów pszennych pozwala na wykorzystanie do 40% masowych produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego (wycierka ziemniaczana, pulpa owocowa, skrobia ziemniaczana), lub biomasy pofermentacyjnej z biogazowni jako składnika paszy, przy zapewnieniu konwersji na poziomie 4,8–8,2 i relatywnie szybkim przyroście masy owadów. Zastosowanie takich mieszanek zapewnia przyrost masy owadów o ok. 30–40% niższy niż w przypadku pasz optymalnych opisanych w Przykładzie 2, ale znajduje uzasadnienie ekonomiczne i ekologiczne, jako metoda utylizacji produktów ubocznych i odpadów.

Przykład 4

Analiza składu chemicznego owadów

Określano zgodnie z procedurami określonymi standardami AOAC, 2000 Official Methods of Analysis (wyd. 17te.) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA zawartość składników pokarmowych w owadach uzyskanych w poprzednich Przykładach.

Wyniki poddane obróbce statystycznej zgodnie ze standardami SAS Institute, 1994. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, USA. przedstawiono w Tab. 10 poniżej.

Wyniki analiz przeprowadzonych na próbkach owadów karmionych różnymi mieszankami paszowymi, pokazują, że skład paszy może wpływać na zawartość białka w suchej masie mączki.

T a b e l a 10
Zawartość suchej masy i białka ogólnego w mączkach pełno-tłustych (full-fat)
otrzymanych z T. molitor żywionych różnymi paszami

nr doświadczenia	Skład podłoża	Sucha masa (%)	Białko ogólne (%)
1	DDGS 100%	93,69	52,79
1	pszenmix 50% + pomiot kurzy 50%	92,72	50,85
1	DDGS 50% + pomiot kurzy 50%	93,26	52,38
1	pszenmix 100%	96,56	49,09
2	kiszonka z kukurydzy 50% + pszenmix 50%	92,8	43,6
2	kiszonka z kukurydzy 25% + pszenmix 75%	92,5	45,7
3	otręby pszenne 50% + kiszonka z kukurydzy 50%	92,62	55,69
3	otręby pszenne 50% + ziemniak 50%	91,85	56,47
3	otręby pszenne 100%	97,02	53,95
3	kiszonka z kukurydzy 100%	96,06	53,55

Podsumowanie przykładów dla mącznika

We wstępnych (Przykład 2, Tab. 1–5) i właściwych doświadczeniach wzrostowych (Przykład 3, Tab. 6–9) z mącznikiem młynarkiem, stwierdzono istotne różnice w wykorzystaniu paszy jak i przyrostach w/w owadów. Badania wskazują na brak możliwości stosowania niektórych komponentów odpadowych np. suszonego pomiotu kurzego czy DDGS, nawet jako częściowego udziału w paszy dla mączników. Zastosowanie materiałów paszowych o zawartości suchej masy w przedziale 30–80% masowych pozwala na odchów i hodowlę owadów bez konieczności stosowania dodatkowych źródeł wody pitnej, tj. woda endogenna zawarta w surowcach jest wystarczająca. Otręby pszenne stosowane przez wielu producentów mącznika jako główne podłoże-pasza wykazały wysoką przyswajalność co wskazuje na konieczność ich stosowania w dalszych badaniach jako tzw. grupy kontrolnej. Udział otrąb w mieszankach paszowych w udziale od 0–50% masowych poprawia wyniki odchovu owadów. Jednakże wykazano również, że wiele materiałów paszowych w tym pszenmix (produkt uboczny z produkcji izo-glukozy, w procesie przetwarzania pszenicy), kiszonka z kukurydzy (całe rośliny), ziemniaki surowe, wycierki i pulpy ziemniaczane (produkty uboczne przemysłu ziemniaczanego); pulpy owocowe i owocowo warzywne, z owoców i warzyw (produkty uboczne przemysłu spożywczego tj. wyłoki mokre surowe uzyskane z marchwi, buraków, jabłek, porzeczek, gruszek); odpady z biogazowni tj. surowa mokra biomasa z biogazowni po produkcji metanu w warunkach przemysłowych; buraki pastewne surowe; otręby pszenne mogą być używane w produkcji pasz i mieszanek paszowych uzupełniających w odchowie i hodowli owadów z rodziny Tenebrionidae (rząd: Coleoptera).

Uzyskane wyniki doświadczeń wzrostowych jak również analizy chemiczne mączek pełnotłustych (Tab. 10) wskazują na możliwość bioutylizacji różnego typu produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w tym: pszenmix (produkt uboczny z produkcji izo-glukozy, w procesie przetwarzania pszenicy), ziemniaki surowe, wycierki i pulpy ziemniaczane (produkty uboczne przemysłu ziemniaczanego); pulpy owocowe i owocowo warzywne, z owoców i warzyw (produkty uboczne przemysłu spożywczego tj. wyłoki mokre surowe uzyskane z marchew, buraki, jabłka, porzeczki, gruszki); odpady z biogazowni; odpady pieczarkarskie w celu pozyskania wysokowartościowych mączek z owadów, szczególnie mącznika młynarka.

Stwierdzono również wysokie wykorzystanie różnego typu kiszonek z kukurydzy, które w przeciwieństwie do kiszonki z lucerny powodowały lepsze wykorzystanie paszy jak i przyrosty owadów.

Powyższe doświadczenia nad wyborem komponentów paszowych na modelu mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) posłużyły jako wyjściowe warunki do badań nad wykorzystaniem różnych komponentów paszowych w odchowcie karaczanów.

Przykład 5

Doświadczenie końcowe nad wykorzystaniem różnych komponentów paszowych w odchowcie karaczanów

Analizę wpływu różnych mieszanek paszowych wykonano następnie dla dwóch gatunków karaczanów – karaczan madagaskarski (*Gromphadorhina portentosa*), karaczan turecki (*Shellfordella lateralis*).

Mieszanki paszowe przygotowywano jak opisano w Przykładzie 1. Owady hodowano w kuwekach IKEA SAMLA o objętości 11 l (nr kat. 398.856.45) z pokrywkami z perforacją umożliwiającą cyrkulację powietrza, w temperaturze 28°C, przy wilgotności względnej powietrza na poziomie 40–50%. Mieszanki paszowe podawano w ilościach ad libitum. Jako grupę hodowlaną wykorzystywano naważkę 100g owadów w 4 i 5 stadium larwalnym karaczan madagaskarski (*Gromphadorhina portentosa*) i karaczan turecki (*Shellfordella lateralis*), Doświadczenie prowadzono w temperaturze 26°C, przez 4 tygodnie.

Owady podzielono na 4 (karaczan madagaskarski) lub 6 grup (karaczan turecki) w 3 powtórzeniach. Skład mieszanek paszowych dla poszczególnych grup przedstawiono odpowiednio w Tab. 6 i 7. W tabelach przedstawiono średnie wartości z grup. BWG (Body Weight Gain) – przyrost masy ciała, FI – Food Intake (ilość spożytego pokarmu); FCR – Food Conversion Ratio (współczynnik konwersji); wartości współczynników BWG i FI w [g], wartości % w [% masowych].

Ze względu na biologię wykorzystanych w doświadczeniu gatunków wykorzystano pasze zawierające produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego, takie jak pulpy owocowe i odpady pieczarkarskie.

Otrzymane wartości parametrów wzrostowych owadów z poszczególnych grup, poddane obróbce statystycznej zgodnie ze standardami SAS Institute, 1994. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, USA. przedstawiono w Tab. 11-12 poniżej.

Tabela 11

Wyniki odchowu – doświadczenie wzrostowe na karaczanie madagaskarskim (n = 3).

W tabeli przedstawiono średnie wartości z grup.

karaczan madagaskarski (*Gromphadorhina portentosa*)

	Skład podłoża	BWG	FI	FCR
T1	kiszonka z kukurydzy 100%	129,07	751,33	5,83
T2	kiszonka z kukurydzy 50% + otręby pszenne 50%	154,32	440,30	2,87
T3	kiszonka z kukurydzy 50% + otręby pszenne 25%+ trociny 15% + ziemniak 10%	133,40	568,03	4,26
T4	otręby pszenne 50% + ziemniak 50%	143,33	526,27	3,69

Tabela 12
Wyniki odchowu – doświadczenie wzrostowe na karaczanie tureckim (n = 3).
W tabeli przedstawiono średnie wartości z grup.
karaczan turecki (Shellfordella lateralis)

	Skład podłoża	BWG	FI	FCR
T1	kiszonka z kukurydzy 100%	-50,70	120,00	-
T2	kiszonka z kukurydzy 50% + otręby pszenne 50%	28,00	196,00	7,01
T3	kiszonka z kukurydzy 25% + otręby pszenne 25% + pulpa owocowa 50%	87,50	447,00	5,12
T4	kiszonka z kukurydzy 50% + odpady pieczarkarskie 50%	26,66	680,00	25,50
T5	kiszonka z kukurydzy 25% + odpady pieczarkarskie 50% + pulpa owocowa 25%	132,00	945,00	7,12
T6	otręby pszenne 75% + pulpa owocowa 25%	165,33	960,00	5,81

Badania pozwoliły na opracowanie optymalnej ze względu na wskaźnik przyrostu masy ciała (BWG) i współczynnik konwersji (FCR) paszy dla karaczanów madagaskarskich opartej o kiszonkę kukurydzianą i otręby. Na analogicznej zasadzie opracowano również paszę dla karaczanów tureckich w oparciu o te składniki, wykazano również, że pasza oparta o czystą kiszonkę nie pozwala na uzyskanie wydajnego wzrostu karaczanów tureckich. Jednocześnie potwierdzono, że dodatek mieszanki produktów ubocznych przemysłu rolnego w postaci odpadów pieczarkarskich i pulpy owocowej pozwala na uzyskanie wydajnego wzrostu karaczanów tureckich przy zachowaniu współczynnika FCR na poziomie 5,8–7,2. Ze względu na podobne wymagania pokarmowe pasze to są korzystne dla karaczanów argentyńskich.

Podsumowanie przykładów dla karaczanów

We wstępnych (Przykład 2, Tab. 1–5) i właściwych doświadczeniach wzrostowych z karaczanami (Przykład 5, Tab. 11–12) stwierdzono istotne różnice wykorzystaniu paszy jak i przyrostach w/w owadów. Zastosowanie materiałów paszowych o zawartości suchej masy w przedziale 30–80% masowych pozwala na odchów i hodowlę owadów bez konieczności stosowania dodatkowych źródeł wody pitnej, tj. woda endogenna zawarta w surowcach jest wystarczająca. Otręby pszenne stosowane przez wielu producentów mącznika jako główne podłoże-pasza wykazały wysoką przyswajalność co wskazuje na konieczność ich stosowania w dalszych badaniach jako tzw. grupy kontrolnej. Udział otrębów w mieszankach paszowych w udziale od 0–50% masowych poprawia wyniki odchowu owadów, szczególnie karaczanów. Jednakże wykazano również, że wiele materiałów paszowych w tym pszenmix (produkt uboczny z produkcji izo-glukozy, w procesie przetwarzania pszenicy), kiszonka z kukurydzy (całe rośliny), ziemniaki surowe, wycierki i pulpy ziemniaczane (produkty uboczne przemysłu ziemniaczanego); pulpy owocowe i owocowo warzywne, z owoców i warzyw (produkty uboczne przemysłu spożywczego tj. wytloki mokre surowe uzyskane z marchew, buraki, jabłka, porzeczki, gruszek); odpady z biogazowni tj. surowa mokra biomasa z biogazowni po produkcji metanu w warunkach przemysłowych; buraki pastewne surowe; otręby pszenne mogą być używane w produkcji pasz i mieszanek paszowych uzupełniających w odchowie i hodowli owadów z rodzin Blattellidae oraz Blaberidae (rząd: Blattodea).

Uzyskane wyniki doświadczeń wzrostowych wskazują na możliwość bioutylizacji różnego typu odpadów przemysłu rolno-spożywczego w tym: pszenmix (produkt uboczny z produkcji izo-glukozy, w procesie przetwarzania pszenicy), ziemniaki surowe, wycierki i pulpy ziemniaczane (produkty uboczne przemysłu ziemniaczanego); pulpy owocowe i owocowo warzywne, z owoców i warzyw (produkty uboczne przemysłu spożywczego tj. wyłoki mokre surowe uzyskane z marchew, buraki, jabłka, porzeczki, gruszki); odpady z biogazowni; odpady pieczarkarskie w celu pozyskania wysokowartościowych mączek z tych owadów.

Stwierdzono, że korzystna mieszanka paszowa do hodowli karaczanów zawiera:

- a. 0–50 % kiszonkę z kukurydzy (całe rośliny),
- b. 0–50% otręby pszenne;
- c. 0–50% pulpy owocowe i owocowo warzywne, z owoców i warzyw (produkty uboczne przemysłu spożywczego tj. wyłoki mokre surowe uzyskane z marchew, buraki, jabłka, porzeczki, gruszki);
- d. 0–50% odpady z produkcji pieczarek;

Zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w udziale min. 15% w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej pozwala na odchów karaczanów przy zachowaniu współczynnika wykorzystania paszy o maksymalnej wartości 10 kg paszy/kg przyrostu masy ciała;

Zastosowanie w/w materiałów paszowych i produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w mieszance pełnoporcjowej jak i mieszance paszowej uzupełniającej pozwala na uzyskanie w procesie suszenia niskotemperaturowego (40–65°C) mączek pełnotłustych o zawartości min. 50% białka ogólnego i min. 4% tłuszczu surowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego przez hodowlę/chów owadów z rzędu Coleoptera i/lub owady z rzędu Blattodea,

znamienny tym, że zawiera etap, w którym skarmia się owady z rzędu Coleoptera w szczególności gatunek mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) i/lub owady z rzędu Blattodea w szczególności karaczana madagaskarskiego (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczana tureckiego (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczana argentyńskiego (*Blaptica dubia*), produktami ubocznymi przemysłu rolno-spożywczego w postaci mieszanki paszowej składającej się z komponentu C i jednego do dwóch komponentów wybranych z komponentów A i/lub B, przy czym

- komponent A – stanowią komponenty zbożowe stanowiące od 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty zbożowe są wybrane z pszenmixu, ziaren pszenicy, mąki z pszenicy, produktu ubocznego z przemiału pszenicy, otrąb pszennych, ich mieszanin, i/lub
- komponent B – stanowią komponenty roślinne stanowiące do 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty roślinne są wybrane z kiszonki paszowej uzyskanej z kukurydzy, świeżej biomasy roślinnej z kukurydzy, bądź śruty z kukurydzy lub śruty poekstrakcyjnej z nasion kukurydzy, ziemniaków, buraków pastewnych, lub ich mieszanin, oraz
- komponent C – stanowią komponenty uzupełniające stanowiące od 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty uzupełniające są wybrane z produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego wybranych z ziemniaków, buraków pastewnych, wycierki ziemniaczanej, pulpy ziemniaczanej, skrobi ziemniaczanej, pulpy owocowej z jabłek, pulpy warzywnej z buraków pastewnych, pulpy owocowo-warzywnej z jabłek i buraków pastewnych, pulpy owocowo-warzywnej z jabłek i ziemniaków, odpadów pieczarkarskich, wyłoków mokrych surowych z buraków pastewnych, jabłek, lub ich mieszanin,

przy czym końcowa łączna zawartość procentowa komponentów C oraz A i/lub B stanowi 100% masowych końcowej mieszanki paszowej,

- przy czym wchodzące w skład mieszanki paszowej materiały są rozdrobnione obejmując frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek, korzystniej frakcję od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek.
2. Sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mieszanka paszowa zawiera materiały o zawartości suchej masy w przedziale około 30–80% masowych, i przy czym w etapie skarmiania owadom nie podaje się dodatkowych źródeł wody pitnej.
 3. Sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego według zastrz. 1–2, **znamienny tym**, że mieszanka paszowa skarmiana jest owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym zawiera odpowiednio dla A – otręby pszenne, B – kiszonkę z kukurydzy, a dla C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego dodawane są w ilości do około 40% masowych.
 4. Sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego według zastrz. 3, **znamienny tym**, że mieszanka paszowa skarmiana jest owadom z rzędu Coleoptera, w szczególności dla gatunku mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), przy czym zawiera dla A – otręby pszenne w ilości około 10% masowych i B – kiszonkę z kukurydzy w ilości około 50% masowych.
 5. Sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego według zastrz. 1–2, **znamienny tym**, że mieszanka paszowa skarmiana jest owadom z rzędu Blattodea w szczególności karaczanom madagaskarskim (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczanom argentyńskim (*Blaptica dubia*) i zawiera dla A – otręby pszenne, B – kiszonkę z kukurydzy oraz C – produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego wybrane spośród odpadów pieczarkarskich i/lub pulpy owocowej.
 6. Sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego według zastrz. 1–2 oraz 5, **znamienny tym**, że mieszanka paszowa skarmiana jest karaczanom tureckim (*Shellfordella lateralis*) i zawiera dla A – otręby pszenne w ilości w zakresie około 25–75% masowych, korzystnie około 25% masowych, oraz C – pulpę owocową w ilości w zakresie około 25–50% masowych.
 7. Sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego według zastrz. 1–6, **znamienny tym**, że owady karmione mieszanką paszową hodowane są w temperaturze w zakresie od około 24°C do około 28°C.
 8. Zastosowanie mieszanki paszowej składającej się z komponentu C i jednego do dwóch komponentów wybranych z komponentów A i/lub B do bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego poprzez hodowlę/chów owadów z rzędu Coleoptera, w szczególności gatunku mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) i/lub z rzędu Blattodea w szczególności karaczana madagaskarskiego (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczana tureckiego (*Shellfordella lateralis*) i/lub karaczana argentyńskiego (*Blaptica dubia*) przy czym
 - komponent A – stanowią komponenty zbożowe stanowiące od 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty zbożowe są wybrane z pszenmixu, ziaren pszenicy, mąki z pszenicy, produktu ubocznego z przemiału pszenicy, otręb pszennych, ich mieszanin, i/lub
 - komponent B – stanowią komponenty roślinne stanowiące do 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty roślinne, są wybrane z kiszonki paszowej uzyskanej z kukurydzy, świeżej biomasy roślinnej z kukurydzy, bądź śruty z kukurydzy lub śruty poekstrakcyjnej z nasion kukurydzy, ziemniaków, buraków pastewnych, lub ich mieszanin, oraz
 - komponent C – stanowią komponenty uzupełniające stanowiące od 25% do 75% masowych mieszanki paszowej, przy czym komponenty uzupełniające są wybrane z produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego wybranych z ziemniaków, buraków pastewnych, wycierki ziemniaczanej, pulpy ziemniaczanej, skrobi ziemniaczanej, pulpy owocowej z jabłek, pulpy warzywnej z buraków pastewnych, pulpy owocowo-warzywnej z jabłek i buraków pastewnych, pulpy owocowo-warzywnej z jabłek i ziemniaków, odpadów pieczarkarskich, wyłoków mokrych surowych z buraków pastewnych, jabłek, lub ich mieszanin,

przy czym końcowa łączna zawartość procentowa komponentów C oraz A i/lub B stanowi 100% masowych końcowej mieszanki paszowej,

przy czym wchodzące w skład mieszanki paszowej materiały są rozdrobnione obejmując frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek, korzystnie frakcję od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek.

9. Zastosowanie według zastrz. 8, **znamiennie tym**, że dla owadów z rzędu Blattodea w szczególności karaczana madagarskiego (*Gromphadorhina portentosa*) i/lub karaczana tureckiego (*Shelfordella lateralis*) i/lub karaczana argentyńskiego (*Blattella germanica*) produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego są wybrane z grupy w skład której wchodzi odpady pieczarkarskie i/lub pulpa owocowa.