

5        **Sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego, sposób hodowli/chowu owadów z rzędu *Orthoptera*, mieszanka paszowa, suplement paszowy oraz ich zastosowania**

DZIEDZINA TECHNIKI

10        Wynalazek dotyczy sposobu bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego, sposobu hodowli/chowu owadów z rzędu *Orthoptera*, oraz mieszanki paszowej i suplementu paszowego do hodowli/chowu wymienionych owadów oraz zastosowania wymienionej mieszanki paszowej i/lub suplementu paszowego do bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego.

15        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).

25        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.

30        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, świń), zwierząt domowych (psy, koty). Mieszanki te, z założenia przeznaczone dla zwierząt kręgowych, nie są bilansowane pod kątem specyficznych potrzeb żywieniowych owadów z rzędu *Orthoptera*, 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 badań wstępnych przeprowadzono testy dotyczące żywienia świerszcza bananowego (*Gryllodes sigillatus*, rodzina *Gryllidae* rząd: *Orthoptera*) 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. Materiał roślinny 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.

- 5 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.

15 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.

20 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 ściwińskiej, umożliwiające rezygnację z wykorzystywania dodatków wypełniających.

25 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-warzywne (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.

30 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*.

35 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 5 wysokiej jakości białko i tłuszcz owadów. Poprawa wykorzystania produktów odpadowych przez skarmianie ich owadom powoduje zmniejszenie ich występowania w środowisku, ograniczenie emisji pierwiastków biogennych oraz umożliwia rozszerzenie znanych metod obrotu surowcami wtórnymi.

Przeprowadzone przez twórców innowacyjne badania umożliwiły opracowanie innowacyjnych 10 zbilansowanych wysokowydajnych mieszanek paszowych dedykowanych do hodowli owadów z rodziny *Gryllidae* (rzęd: *Orthoptera*), 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 15 produktów ubocznych 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 mieszanka paszowa do hodowli/chowu owadów z rzędu: *Orthoptera*, w szczególności gatunku świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*), która umożliwia bioutylizację produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego przez skarmianie 20 ich owadom z rzędu rzędu: *Orthoptera*, w szczególności świerszczowi bananowemu (*Grylloides sigillatus*), przy czym mieszanka paszowa zawiera do trzech rodzajów komponentów:

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

B – komponenty roślinne 0-100% masowych, korzystnie wybrane z kiszonki i/lub śruty oraz

C - komponenty uzupełniające 0,01-100% masowych, który stanowią produkty uboczne 25 przemysłu rolno-spożywczego,

przy czym wchodzące w jej skład materiały są rozdrobnione obejmując frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek; korzystniej frakcje 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 30 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  
5 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.

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

Korzystnie, mieszanka paszowa według wynalazku zawiera przynajmniej około 25% masowych B - kiszonki z kukurydzy.

- 15 W przykładzie wykonania wynalazku, 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.

- 20 W korzystnym przykładzie wykonania, mieszanka paszowa według wynalazku zawiera A - komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne oraz B - kiszonkę z kukurydzy i/lub C - pulpy owocowe i owocowo warzywne.

Twórcy stwierdzili, że korzystna mieszanka paszowa do hodowli świerszczy zawiera (w % masowych):

A – komponent zbożowy 0-100%

- 25 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%.

- 30 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 maksymalnie dużo kiszonki z kukurydzy. Jednakże należy zauważyć, 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, gruszki); 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 odchow i hodowli owadów z rzędu: *Orthoptera*, w szczególności gatunku świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*). 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.

Uzyskane przez Twórców wyniki, 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. wytloki mokre surowe uzyskane z marchew, buraki, jabłka, porzeczki, gruszki); odpady z biogazowni; odpady pieczarkarskie w celu pozyskania wysokowartościowych mączek z owadów. Korzystnie C - produktami ubocznymi przemysłu rolno-spożywczego są pulpy owocowe i owocowo warzywne.

Korzystnie, mieszanka paszowa według wynalazku zawiera materiały o zawartości suchej masy w przedziale około 30-80% masowych.

Mieszanka paszowa według wynalazku zawiera materiały rozdrobnione obejmujące frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek, korzystniejszej frakcje od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek, tak aby umożliwiały odpowiednią biodostępność dla owadów.

Przedmiotem wynalazku jest również suplement paszowy do hodowli/chowu owadów z rzędu: *Orthoptera*, w szczególności gatunku świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*), który umożliwia bioutylizację produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego przez skarmianie ich owadom z rzędu: *Orthoptera*, w szczególności świerszczowi bananowemu (*Grylloides sigillatus*), jako dodatku uzupełniającego do paszy, przy czym suplement paszowy 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 jego skład materiały są rozdrobnione obejmując frakcję od 0,001 do 20 mm średnicy cząstek; korzystniej frakcje od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek;

5 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.

10 „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. Suplement paszowy według wynalazku stanowi min. 15% masowych mieszanki paszowej podawanej owadom.

Korzystnie, suplement paszowy według wynalazku zawiera przynajmniej około 25% masowych

15 B - kiszonki z kukurydzy.

W przykładzie wykonania wynalazku, 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.

20 W korzystnym przykładzie wykonania, suplement paszowy według wynalazku zawiera A - komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne oraz B - kiszonkę z kukurydzy i/lub C - pulpy owocowe i owocowo warzywne.

Korzystnie, suplement paszowy według wynalazku zawiera materiały o zawartości suchej masy w przedziale około 30-80% masowych.

25 Przedmiotem wynalazku jest też sposób bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego, w którym wymienione produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego skarmiane są owadom rzędu: *Orthoptera*, w szczególności gatunku świerszcz bananowy (*Gryllodes sigillatus*), jako dodatek do mieszanki paszowej według wynalazku zawierającej komponenty zbożowe i/lub komponenty roślinne, korzystnie kiszonkę z kukurydzy lub jako  
30 dodatek do suplementu paszowego według wynalazku zawierającego komponenty zbożowe i/lub komponenty roślinne, korzystnie kiszonkę z kukurydzy.

Korzystnie, w sposobie bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego według wynalazku, 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, 5 odpady pieczarkarskie i/lub biomasa fermentacyjna z biogazowni.

Korzystnie, w przykładzie wykonania sposobu bioutylizacji według wynalazku, mieszanka paszowa lub suplement paszowy zawierają A - komponenty zbożowe, korzystnie otręby pszenne oraz B - kiszonkę z kukurydzy i/lub C - pulpy owocowe i owocowo-warzywne.

Korzystnie, w przykładzie wykonania sposobu bioutylizacji według wynalazku, mieszanka 10 paszowa stosowana jest 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 według wynalazku, owady karmione mieszanką paszową lub suplementem paszowym hodowane są w temperaturze w zakresie od około 24 do około 28°C.

15 Przedmiotem wynalazku jest również sposób hodowli/chowu owadów z rzędu: *Orthoptera*, w szczególności gatunku świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*), w którym owady z rzędu: *Orthoptera*, w szczególności z gatunku świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*), hodowane są na mieszance paszowej według wynalazku lub otrzymują suplement paszowy według wynalazku w ilości min. 15% masowych mieszanki paszowej.

20 Korzystnie, owady hodowane są w temperaturze w zakresie od około 24 do około 28°C.

W przykładzie wykonania sposobu hodowli/chowu owadów według wynalazku mieszanka paszowa lub suplement paszowy podawane są w postaci sypkiej.

W przykładzie wykonania mieszanka paszowa lub suplement paszowy podawane są 3-7x w tygodniu w ilościach *ad libitum*.

25 Korzystnie, 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.

Przedmiotem wynalazku jest też zastosowanie mieszanki paszowej i/lub suplementu paszowego według wynalazku do hodowli/chowu owadów z rzędu: *Orthoptera*, w szczególności 30 gatunku świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*), do bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego.

W 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 wynalazku wykorzystywany jest więc proces rozkładania materii organicznej przez owady dla celów optymalnej bioutylizacji produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego. Twórcy
- 5 opracowali szereg mieszanek paszowych korzystnych do rozwoju owadów z rzędu: *Orthoptera*, w szczególności gatunku świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*), które równocześnie dają możliwość wykorzystania produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego. Mieszanki paszowe według wynalazku mogą być stosowane do hodowli/chowu owadów dla dowolnych celów, w tym korzystnie dla celów otrzymywania wysokiej jakości białek i tłuszczu owadów, w
- 10 tym do celów żywienia ludzi i zwierząt. 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 świerszczy przy zachowaniu współczynnika wykorzystania paszy o maksymalnej wartości 10 kg paszy/kg przyrostu masy ciała.
- 15 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 (40-65°C) mączek pełnotłustych o zawartości min.50% białka ogólnego i min. 4% tłuszczu surowego i 3% popiołu surowego;
- 20 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.50% białka ogólnego i min. 4% tłuszczu surowego;
- 25 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 o zawartości min. 50% białka ogólnego i min. 4% tłuszczu surowego;
- 30 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 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

### *Materiały i metody*

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

- 5 Wykonano 6 doświadczeń wzrostowych na zwierzętach modelowych tj. mączniku młynarku (*Tenebrio molitor*, rodzina *Tenebrionidae*, rząd: *Coleoptera*) (Przykład 2) oraz 2 doświadczenia na świerszczach bananowych (*Gryllodes sigillatus*, rodzina *Gryllidae* rząd: *Orthoptera*) (Przykład 3). Owady wykorzystane w doświadczeniach pochodziły z hodowli własnej.

10 Po zakończeniu testów wstępnych (Tabele 2-5) wybrano materiały paszowe 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 wariancie, w czasie trwania doświadczenia dla liczby powtórzeń=n. Wskaźnik FCR oznaczano jako stosunek przyrostu masy ciała do masy paszy spożytej w okresie trwania doświadczenia.

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

20 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 frakcji od 0,01 do 10 mm średnicy cząstek;. Frakcje o średnicy cząstek od 0,01 do 10 mm szczególnie korzystnie wpływają na wykorzystanie paszy przez owady.

25 Po przygotowaniu mieszanki były porcjowane do hermetycznych torebek i przechowywane w temp. -20 °C Całość mieszanek była skarmiana w formie sypkiej, pasze podawano 3-7 x w tygodniu w ilościach *ad libitum*. Doświadczenia wstępne trwały od 2 do 6 tygodni natomiast doświadczenia właściwe na świerszczach 3 tygodnie i były prowadzone w 3 powtórzeniach (Przykład 3). Całość wykorzystywanych komponentów została poddana analizom chemicznym w celu ustalenia wartości pokarmowej (Przykład 1, Tabela 1).

### **Przykład 1**

- 30 **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).

**Tab. 1** Analizowany skład chemiczny komponentów używanych w paszach doświadczalnych dla różnych gatunków 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

5

## Przykład 2

### Wstępne doświadczenia (I-IV) nad wyborem komponentów paszowych na modelu 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 30g owadów w 3 i 4 stadium larwalnym (wielkość 10-14 mm), owady hodowane były w płaskich pojemnikach o powierzchni dna 300 cm<sup>2</sup> 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 5 współczynników BWG i FI w [g], wartości % w [% masowych]

**Tab. 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

**Tab. 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

10

**Tab. 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

**Tab. 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

- 5 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 kiszunką kukurydzianą lub warzywami pastewnymi (burak pastewny, ziemniak). Jednocześnie stwierdzono, że dodatek
- 10 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
- 15 dużo niższymi nakładami finansowymi.

Do dalszych doświadczeń wybrano mieszanki oparte o otręby pszenne i kiszunkę

### Przykład 3

## Doświadczenie końcowe nad wykorzystaniem różnych komponentów paszowych w odchowcie świerszczy

Analizę wpływu różnych mieszanek paszowych, opracowanych na podstawie wyników z poprzednich Przykładów, wykonano dla gatunku świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*).

- 5 Mieszanki paszowe przygotowywano jak opisano w Przykładzie 1. Owady hodowane były w pojemnikach o objętości 60 l z wentylowaną pokrywą. W celu zwiększenia powierzchni dostępnej dla owadów pojemniki wypełnione były wytłaczankami transportowymi do jaj (Hartmann EggTec-L – 6 sztuk na pojemnik). Mieszanka paszowa podawana była na dno pojemnika.
- 10 Owady podzielono na 3 grupy, w 3 powtórzeniach po 10 gramów owadów w stadium larwalnym L1. Doświadczenie prowadzono przez okres 3 tygodni, w temperaturze 28 °C, przy wilgotności względnej powietrza na poziomie 40-50%. Pomiarów dokonano pod koniec doświadczenia, oznaczając całkowitą masę owadów, masę niewykorzystanej paszy. Skład mieszanek paszowych dla poszczególnych grup przedstawiono w Tab. 6
- 15 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. 6. 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
- 20 współczynników BWG i FI w [g], wartości % w [% masowych]

**Tab. 6** Wyniki odchowu - doświadczenie wzrostowe na świerszczach bananowych (n = 3). W tabeli przedstawiono średnie wartości z grup.

### świerszcz bananowy (*Grylloides sigillatus*)

	Skład podłoża	BWG	FI	FCR
T1	kiszonka z kukurydzy 100%	15,00	98,00	6,53
T2	kiszonka z kukurydzy 25% + odpady pieczarkarskie 50% + otręby 25%	10,00	82,00	8,20
T3	Odpady pieczarkarskie 50% + otręby 50%	-6,00	120,00	-

Doświadczenie wykazało, że 100% kiszonka z kukurydzy może stanowić wydajną paszę dla świerszczy bananowych, zapewniającą wydajny przyrost BWG.

### Podsumowanie przykładów

5 We wstępnych (Przykład 2, Tab. 1-5) i właściwych doświadczeniach wzrostowych ze świerszczami (Przykład 3, Tab. 6), stwierdzono istotne różnice 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 lub samych pieczarek odpadowych w paszy dla świerszczy. Zastosowanie materiałów paszowych o zawartości suchej masy w przedziale 30-10 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. Jednakże należy również zauważyć, 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 15 owoców i warzyw (produkty uboczne przemysłu spożywczego tj. wytloki mokre surowe uzyskane z marchew, buraki, jabłka, porzeczki, gruszki); 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 *Gryllidae* (rząd: *Orthoptera*).

Uzyskane wyniki doświadczeń wzrostowych, wskazują na możliwość bioutylizacji różnego typu produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w tym: pszenmix (produkt uboczny z 25 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. wytloki mokre surowe uzyskane z marchew, buraki, jabłka, porzeczki, gruszki); odpady z biogazowni; odpady pieczarkarskie w celu pozyskania wysokowartościowych mączek z owadów, szczególnie ze 30 świerszczy.