

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045208**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.11.02

(51) Int. Cl. **A23K 10/20** (2016.01)
A23K 40/10 (2016.01)

(21) Номер заявки
201991589

(22) Дата подачи заявки
2017.12.28

(54) ТВЕРДАЯ ФРАКЦИЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ, ПОЛУЧЕННАЯ ИЗ НАСЕКОМЫХ

(31) **1663477; PCT/FR2017/050553**

(32) **2016.12.28; 2017.03.10**

(33) **FR**

(43) **2019.11.29**

(86) **PCT/EP2017/084775**

(87) **WO 2018/122353 2018.07.05**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ИНСЕКТ (FR)

(72) Изобретатель:
**Лоран Софи, Сартон Дю Жоншэ
Тибо, Левон Жан-Габриэль, Соколски
Сесилия, Санчес Лорена, Березина
Натали, Арманжон Бенжамен, Юбер
Антуан, Ле Берр Корентен, Киреш
Адам, Токо Элла, Лорретт Бенедикт
(FR)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) **WO-A1-2014123420**

EP-A1-3078277

CN-A-102578390

VERKERK ET AL.: "Insect cells for human food", BIOTECHNOLOGY ADVAN, ELSEVIER PUBLISHING, BARKING, GB, vol. 25, no. 2, 26 January 2007 (2007-01-26), pages 198-202, XP005862316, ISSN: 0734-9750, DOI: 10.1016/J.BIOTECHADV.2006.11.004, Section "4. Nutritional value of insects"

CA-A1-2670245

SANCHEZ-MUROS MARIA-JOSE ET AL.: "Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review", JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION, vol. 65, 4 December 2013 (2013-12-04), pages 16-27, XP028607806, ISSN: 0959-6526, DOI: 10.1016/J.JCLEPRO.2013.11.068, paragraph [03.5]

Larry Newton ET AL.: "USING THE BLACK SOLDIER FLY, *Hermetia illucens*, AS A VALUE-ADDED TOOL FOR THE MANAGEMENT OF SWINE MANURE", 6 June 2005 (2005-06-06), XP055085218, Retrieved from the Internet: URL: <http://www.urbantilth.org/wp-content/uploads/2008/09/soldierfly-swine-manure-management.pdf>, page 16, paragraph 2

CN-A-102558387

(57) Изобретение относится к твердой фракция для питания, полученной из насекомых, содержащей по меньшей мере 71 вес.% белка и от 0,1 до 2 вес.% хитина, причем весовые процентные содержания указаны в расчете на полный сухой вес твердой фракции, где по меньшей мере 60% растворимых белков твердой фракции имеют размер менее 550 г/моль. Твердая фракция также может содержать от 5 до 17 вес.% липидов в расчете на полный сухой вес твердой фракции и от 1 до 10 вес.% золы в расчете на полный сухой вес твердой фракции.

B1**045208****045208****B1**

Настоящее изобретение относится к способу обработки насекомых. Изобретение относится также к порошкам, в частности, порошку, который может быть получен способом обработки насекомых согласно изобретению, и к использованию этих порошков в питании, в частности, в кормах для животных.

Порошки, получаемые из животных, уже давно используются в кормлении животных.

Одним из наиболее широко используемых порошков является рыбная мука, которая представляет собой один из основных источников белка в кормах для животных. Рыбная мука очень богата животным белком (богата аминокислотами, такими как лизин и метионин), который легко усваивается. Растущий спрос, сопровождающийся ограниченным предложением, привел, в частности, к значительному повышению цены на рыбную муку. Таким образом, существует высокий спрос на альтернативные источники высококачественного и, по мере возможности, возобновляемого белка, который можно было бы использовать в кормах для животных.

В последние годы было предложено использовать муку, приготовленную из насекомых, в качестве заменителя рыбной муки.

Мука из насекомых предлагает натуральные источники белка для замены и возможность массового производства с минимальным воздействием на окружающую среду. В частности, представляют интерес некоторые жесткокрылые насекомые, такие как *Tenebrio molitor*, так как они подходят для интенсивного массового производства.

В качестве примера, заявка WO2016/108037 описывает, в частности, порошок из жесткокрылых жуков, содержащий по меньшей мере 67 вес.% белка и по меньшей мере 5 вес.% хитина, который можно использовать в кормах для животных.

В рамках настоящей заявки под хитином понимается любой тип производного хитина, то есть производного полисахаридов, содержащего звенья N-ацетилглюкозамина и звенья D-глюкозамина, в частности, сополимеры хитина с полипептидами (иногда называемые хитин-полипептидными композитами). Эти сополимеры могут также сочетаться с пигментами, часто типа меланина.

Хитин был вторым после целлюлозы полимером в живой природе по объемам синтеза. Действительно, хитин синтезируется многими видами животного мира: он образует часть экзоскелета ракообразных и насекомых и боковую стенку, окружающую и защищающую грибы. Более конкретно, у насекомых хитин составляет от 3 до 60% их экзоскелета.

Однако хитин обычно считается соединением, которое плохо переваривается некоторыми животными.

Поэтому существует потребность в приготовленных из насекомых порошках, которые имели бы пониженное содержание хитина.

Работа авторов настоящего изобретения позволила продемонстрировать, что такие порошки можно получить, если насекомых, из которых их готовят, подвергнуть особой обработке.

Итак, изобретение относится к способу обработки насекомых, включающему отделение кутикулы от мягкой части насекомых, причем отделение осуществляется с помощью ленточного сепаратора.

Под "насекомыми" понимаются насекомые на любой стадии их развития, то есть на стадии взрослой особи, личинки или стадии куколки.

Кутикула является наружным слоем (или экзоскелетом), секретируемым эпидермисом насекомых. Обычно она состоит из трех слоев: эпикутикулы, экзокутикулы и эндокутикулы.

Термин "мягкая часть" относится к плоти (включая, в частности, мышцы и внутренние органы) и сокам (включая, в частности, биологические жидкости, воду и гемолимфу) насекомых. В частности, мягкая часть не состоит из соков насекомых.

Предпочтительно насекомые, применяющиеся в способе согласно изобретению, находятся на личиночной стадии.

Предпочтительно насекомые, применяющиеся в способе согласно изобретению, являются съедобными.

Предпочтительно насекомыми, предпочтительными для осуществления способа по изобретению, являются, например, жесткокрылые, двукрылые, чешуекрылые, термиты, прямокрылые, перепончатокрылые, таракановые, клопы, равнокрылые, поденки и скорпионозные мухи, из них предпочтительны жесткокрылые, двукрылые, прямокрылые, чешуекрылые или их смеси, еще более предпочтительны жесткокрылые.

Жесткокрылые, предпочтительно применяющиеся в способе согласно изобретению, относятся к семействам *Tenebrionidae*, *Melolonthidae*, *Dermestidae*, *Coccinellidae*, *Cerambycidae*, *Carabidae*, *Buprestidae*, *Cetoniidae*, *Dryophthoridae* или к их смесям.

Более предпочтительно речь идет о следующих жесткокрылых: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, *Zophobas morio*, *Tenebrio obscurus*, *Tribolium castaneum* и *Rhynchophorus ferrugineus* или их смесях.

Под ленточным сепаратором понимается устройство, позволяющее отделить твердую часть от мягкой части продукта, которое содержит натяжную ленту (или прижимную ленту) и перфорированный барабан.

Отделение кутикулы от мягкой части насекомых более широко описано ниже в связи с этапом 2 детализированного способа обработки насекомых согласно изобретению.

Это отделение кутикулы от мягкой части насекомого позволяет, в частности, отделить хитин от мягкой части. Действительно, как указано ниже, кутикула, полученная на выходе этой стадии отделения, имеет высокое содержание хитина, порядка 10-30 вес.% от полного веса кутикулы.

В частности, стадия отделения кутикулы от мягкой части осуществляется без проведения какого-либо предварительного этапа измельчения насекомых, в частности, в виде частиц.

Способ обработки насекомых согласно изобретению может дополнительно включать этап дозревания мягкой части насекомых.

Под "этапом дозревания" мягкой части насекомых понимается, более конкретно, стадия, на которой мягкую часть насекомых подвергают перемешиванию.

Эта стадия более широко описана ниже в связи с этапом 3 детализированного способа обработки насекомых согласно изобретению.

Итак способ обработки насекомых согласно изобретению может включать

этап отделения кутикул от мягкой части насекомых, причем отделение осуществляется с помощью ленточного транспортера, и

этап дозревания мягкой части насекомых, причем указанный этап осуществляется без какого-либо разбавления мягкой части насекомых в растворителе.

Предпочтительно, способ обработки насекомых согласно изобретению включает этап разделения мягкой части насекомых на масляную фракцию, твердую фракцию и водную фракцию.

Масляная фракция имеет содержание липидов больше или равное 90%, предпочтительно больше или равное 95%, еще более предпочтительно больше или равное 99 вес.% от полного веса масляной фракции.

Отметим, что в рамках настоящей заявки, если не указано иное, указанные диапазоны значений включают границы.

Твердая фракция имеет содержание сухих веществ от 45 до 65 вес.% от полного веса твердой фракции.

Водная фракция имеет содержание углеводов от 15 до 40 вес.%, предпочтительно от 20 до 30 вес.%, от полного сухого веса водной фракции.

После этапа отделения мягкой части и перед возможным этапом ее сгущения водная фракция имеет содержание сухих веществ меньше или равное 20 вес.%, предпочтительно меньше или равное 15 вес.% от полного веса водной фракции.

Аналогично, разделение мягкой части насекомых на масляную фракцию, твердую фракцию и водную фракцию более широко описано ниже в связи с этапом 4 детализированного способа обработки насекомых согласно изобретению.

Способ обработки насекомых согласно изобретению может включать этап умерщвления перед этапом отделения кутикулы от мягкой части.

Предпочтительно после этапа 1 умерщвления насекомые напрямую используются для осуществления этапа 2 отделения кутикулы от мягкой части насекомых, то есть насекомые не подвергаются такой обработке, как измельчение, замораживание или дегидратация, между этапом 1 и этапом 2.

Этот этап умерщвления более широко описан ниже в связи с этапом 1 детализированного способа обработки насекомых согласно изобретению.

Необязательно, способ обработки насекомых согласно изобретению после разделения мягкой части на масляную фракцию, твердую фракцию и водную фракцию включает стадию загущения водной фракции, чтобы получить концентрированную водную фракцию.

Эта стадия более подробно описана ниже в связи со стадией 5 детализированного способа обработки насекомых согласно изобретению.

Кроме того, способ обработки насекомых согласно изобретению необязательно включает стадию смешения твердой фракции

со всей или частью концентрированной водной фракции и/или

со всей или частью кутикул, чтобы получить смесь.

Эта стадия более широко описана ниже в связи со стадией 6 детализированного способа обработки насекомых согласно изобретению.

Предпочтительно способ обработки насекомых согласно изобретению включает этап сушки твердой фракции или смеси, чтобы получить сухую твердую фракцию или сухую смесь.

Этот этап более широко описан ниже в связи с этапом 7 детализированного способа обработки насекомых согласно изобретению.

Предпочтительно способ обработки насекомых согласно изобретению дополнительно включает этап измельчения сухой твердой фракции или сухой смеси.

Этот этап более широко описан ниже в связи с этапом 8 детализированного способа обработки насекомых согласно изобретению.

Более конкретно, способ согласно изобретению реализован без необходимости добавления растворителя, такого как вода. В частности, в ходе осуществления способа по изобретению не проводят никакого разбавления мягкой части.

Согласно одному предпочтительному варианту осуществления способа обработки насекомых по изобретению он представляет собой способ получения порошка, в частности порошка из насекомых, и включает следующие этапы:

- i) умерщвление насекомых;
- ii) отделение кутикулы от мягкой части насекомых;
- iii) необязательно, созревание мягкой части насекомых;
- iv) разделение мягкой части насекомых на твердую фракцию, водную фракцию и масляную фракцию;
- v) необязательно, сгущение водной фракции, чтобы получить концентрированную водную фракцию;
- vi) необязательно, смешение концентрированной водной фракции и/или кутикул с твердой фракцией, чтобы получить смесь;
- vii) сушка твердой фракции, полученной на этапе iv), или смеси, полученной на этапе vi), чтобы получить сухую твердую фракцию или сухую смесь; и
- viii) измельчение сухой твердой фракции или сухой смеси, полученной на этапе vii).

Подробное описание способа обработки насекомых согласно изобретению

Стадия 1: Умерщвление насекомых

Стадия 1 умерщвления можно с успехом осуществить путем теплового удара, например, путем ошпаривания или бланшировки. Этот этап 1 позволяет умертвить насекомых при снижении микробной нагрузки (снижение риска повреждения и санитарно-гигиенических рисков) и при анативации внутренних ферментов насекомых, которые могут вызывать автолиз и, таким образом, их быстрое потемнение.

Так, для ошпаривания насекомых, предпочтительно личинки, вымачиваются в горячей воде в течение 2-20 мин, предпочтительно, 5-15 мин. Предпочтительно вода имеет температуру от 87 до 100°C, предпочтительно от 92 до 95°C.

Количество воды, вводимой при ошпаривании, определяется следующим образом: отношение объема воды в мл к весу насекомых в г предпочтительно составляет от 0,3 до 10, более предпочтительно от 0,5 до 5, еще более предпочтительно от 0,7 до 3 и еще более предпочтительно порядка 1.

Для бланшировки насекомых, предпочтительно личинки, бланшируют в воде или на пару (насадки или слой пара) при температуре в интервале 80-105°C, предпочтительно 87-105°C, более предпочтительно 95-100°C, еще более предпочтительно 98°C или же водой при температуре 90-100°C, предпочтительно 92-95°C (посредством разбрызгивающих насадок) или в смешанном режиме (вода+пар) при температуре от 80 до 130°C, предпочтительно от 90 до 120°C, более предпочтительно от 95 до 105°C, еще более предпочтительно при 98°C. Когда насекомых бланшируют только паром, бланшировку предпочтительно проводят в паровых бланширователях с принудительной циркуляцией (forced steaming). Время пребывания в камере бланширования составляет от 5 с до 15 мин, предпочтительно от 1 до 7 мин.

Предпочтительно после этапа 1 умерщвления насекомых напрямую используют для осуществления этапа 2 отделения кутикулы от мягкой части насекомых, то есть между этапом 1 и этапом 2 насекомых не подвергают обработке, такой как измельчение, замораживание или дегидратация.

Стадия 2: Отделение кутикулы от мягкой части насекомых

Эту стадию осуществляют с помощью ленточного сепаратора в целях отделения кутикулы от мягкой части насекомых.

Например, ленточный сепаратор может содержать натяжную ленту и перфорированный барабан, причем натяжная лента окружает по меньшей мере часть перфорированного барабана.

Натяжная лента позволяет доставить и нанести насекомых на перфорированный барабан, чтобы мягкая часть проходила под давлением через отверстия в барабане, а кутикулы оставались снаружи барабана.

Затем кутикулы можно собрать с помощью скребка.

В качестве примера можно назвать ленточные сепараторы от компании Baader, такие как ленточные сепараторы 601-607 (мягкий сепаратор 601-607), или же ленточные сепараторы SEPAmatic® от BFD Corporation (диапазон 410-4000B).

Предпочтительно, диаметр отверстий в барабане составляет от 0,5 до 3 мм, предпочтительно от 1 до 2 мм.

Что касается давления, специалист способен самостоятельно определить оказываемое давление, чтобы можно было отделить кутикулы от мягкой части насекомых.

Этот этап разделения насекомых на части отличается от классического прессования, которое может быть реализовано, например, с использованием одновинтового или двухвинтового пресса, тем, что он позволяет чисто отделить мягкую часть от кутикул насекомых, но не отделяет соки от твердой фракции.

Кутикулы, полученные на этапе 2, содержат 10 до 30 вес.%, предпочтительно от 15 до 25 вес.% хитина, от полного сухого веса кутикул.

Определение доли хитина осуществляется путем его экстракции. Например, в качестве способа определения доли хитина можно использовать метод ADAC 991.43.

Кроме того, кутикулы содержат менее 25%, предпочтительно менее 10%, более предпочтительно

менее 5%, еще более предпочтительно менее 3 вес.% липидов от полного сухого веса кутикул.

Методы определения содержания жиров (липидов) специалисту хорошо известны. В качестве предпочтительного примера, определение их содержания можно осуществить по способу, описанному в регламенте CE 152/2009.

Во всей заявке, когда не указана дата регламента, стандарта или директивы, имеется в виду регламент, стандарт или директива, действующие на дату подачи заявки.

Кроме того, кутикулы содержат 55-90 вес.%, предпочтительно 60-85 вес.%, предпочтительно 65-80 вес.% белка от полного сухого веса кутикул.

В рамках настоящей заявки под белком понимается количество сырого белка. Количественно определение сырого белка хорошо известно специалисту. В качестве примера можно назвать метод Дюма или метод Кьельдаля. Предпочтительно использовать метод Кьельдаля.

Отметим, однако, что этот метод базируется на измерении содержания азота. Однако хитин включает азот в количестве порядка 8%. Поэтому содержание азота в хитине вычитают из измеренного содержания азота перед проведением преобразования, позволяющего получить содержание белка.

Кутикулы содержат от 0,5 до 30 вес.%, предпочтительно от 1 до 20 вес.%, предпочтительно от 5 до 15 вес.% углеводов от полного сухого веса кутикул.

Содержание углеводов рассчитывали путем измерения разности углеводов. Согласно этому методу, содержание углеводов равно содержанию сухого вещества, из которого вычитают содержание золы, белка и липидов.

Кроме того, кутикулы предпочтительно содержат по меньшей мере 0,08 вес.%, более предпочтительно по меньшей мере 0,1 вес.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 0,12 вес.% трегалозы от полного сухого веса кутикул.

Количество трегалозы определяют по ГХ-МС анализу. Такой анализ более широко описан в примере 1 ниже.

Мягкая часть, полученная на этапе 2, содержит от 20 до 50 вес.% липидов, предпочтительно от 30 до 40 вес.% липидов от полного сухого веса мягкой части.

Кроме того, мягкая часть содержит по меньшей мере 45%, предпочтительно по меньшей мере 48%, более предпочтительно по меньшей мере 50 вес.% белка от полного сухого веса мягкой части.

Стадия 3: Дозревание мягкой части насекомых

Затем мягкую часть насекомых факультативно можно подвергнуть перемешиванию в резервуаре.

Предпочтительно дозревание реализуют в течение периода от 15 мин до 3 ч, предпочтительно в течение 1 ч.

Предпочтительно дозревание проводят при температуре 65-100°C, предпочтительно 85-100°C, более предпочтительно при температуре примерно 90°C.

Этот этап позволяет облегчить отделение мягкой части насекомых на последующей стадии 4.

Способ согласно изобретению предпочтительно включает в себя этот этап.

В частности, на этой стадии не требуется никакого разбавления мягкой части насекомых в растворителе, таком как вода.

Предпочтительно, за этой стадией дозревания сразу же проводится стадия разделения мягкой части на твердую фракцию, водную фракцию и масляную фракцию.

В частности, чтобы осуществить разделение на три фракции, не требуется никакого дополнительного этапа разбавления растворителем, таким как вода, и/или этапа нагревания.

Напротив, как показано в примере 4, эффектом такого этапа разделения было бы препятствие хорошему разделению трех фракций: твердой, водной и масляной), ухудшение свойств этих трех фракций, и необходимость значительно более высоких затрат.

Стадия 4: Разделение мягкой части на твердую фракцию, водную фракцию и масляную фракцию

Целью этой стадии является собрать три фракции, исходя из мягкой части насекомых, полученной на этапе 2 или 3, а именно твердую фракцию, водную фракцию и масляную фракцию.

В первом варианте осуществления этот этап отделения мягкой части реализуют в две ступени.

На первой ступени мягкую часть насекомых подвергают декантации в двухфазном декантаторе, чтобы получить твердую фракцию и жидкую фракцию.

На второй ступени жидкую фракцию подвергают центрифугированию, чтобы извлечь масляную фракцию и водную фракцию.

На этой второй ступени предпочтительно использовать тарельчатую центрифугу.

Во втором варианте осуществления этапа 4 мягкую часть насекомых декантируют в трехфазном декантаторе, чтобы напрямую получить водную фракцию, масляную фракцию и твердую фракцию.

Подходящими трехфазными декантаторами являются, например, Tricanter® от фирмы Flottweg или трехфазные декантаторы от фирмы GEA, такие как декантатор CA 225-03-33.

Предпочтительно проводить отделение мягкой части в соответствии со вторым вариантом осуществления.

Действительно, применение трехфазного декантатора позволяет достичь особенно эффективного разделения фаз. Более конкретно, полученная твердая фракция имеет высокое содержание сухих ве-

ществ, водная фракция содержит мало нерастворимых осадков (происходящих из твердой фракции) и масла, а масляная фракция содержит мало нерастворимых осадков (происходящих из твердой фракции) и воды.

Стадия 5: Сгущение водной фракции

Водную фракцию, полученную на стадии 4, затем факультативно можно сгустить, чтобы получить концентрированную водную фракцию.

Предпочтительно сгущение проводят путем выпаривания.

Предпочтительно выпаривание проводят при температуре от 30 до 100°C, предпочтительно от 60 до 80°C.

Предпочтительно выпаривание проводят при давлении в интервале от 50 до 1013 мбар, предпочтительно при 1013 мбар.

Выпаривание предпочтительно проводят в течение периода от 5 до 20 мин.

Сгущение предпочтительно проводят с помощью испарителя со стекающей пленкой, пластинчатого испарителя с поднимающейся пленкой или тонкослойного испарителя.

Этот тип стандартного оборудования можно использовать, не сталкиваясь с проблемой загрязнения, благодаря, в частности, незначительному количеству осадка, присутствующего в водной фракции.

Обычно водные фракции нельзя сгустить до концентрации сухих веществ выше 42%, так как они имеют тенденцию к загустеванию (склеивание воды), начиная с этой концентрации.

В настоящем изобретении водная фракция содержит растворимый белок малого размера (как более подробно описано ниже, по меньшей мере 45%, предпочтительно по меньшей мере 60% растворимого белка водной фракции имеют размер меньше 550 г/моль), что позволяет избежать загустевания и, тем самым, позволяет получить водную фракцию с высокой концентрацией сухих веществ (до 70%) и имеющую вязкость ниже 30000 сПз (сантипуаз).

Под растворимым белком среди сырых белков понимается белок, который растворяется в водном растворе, рН которого составляет от 6 до 8, предпочтительно от 7,2 до 7,6.

Когда в настоящей заявке используется термин "белок" без определения, он относится к сырым белкам.

Предпочтительно водный раствор представляет собой буферный раствор с рН от 6 до 8, предпочтительно от 7,2 до 7,6. Предпочтительно буферный раствор является фосфатным буферным раствором NaCl, рН которого равен $7,4 \pm 0,2$.

Кроме того, стадия загущения водной фракции выгодна в двух отношениях, так как она позволяет сэкономить пар: в отсутствие стадии 5 загущения вода должна быть испарена на стадии 7 сушки, описываемой ниже, с использованием сушилки, удельный расход пара в которой выше, чем у вышеописанного выпарного аппарата, и

избежать микробиологических загрязнений благодаря уменьшению объема и осмотического давления из-за высокой концентрации сухих веществ в концентрированной водной фракции.

Стадия 6: Смешение концентрированной водной фракции и/или кутикул с твердой фракцией

Все или часть кутикул, полученных на стадии 2, и/или всю или часть концентрированной водной фракции, полученной на стадии 5, факультативно можно смешать с твердой фракцией, полученной на стадии 4, чтобы получить смесь.

Предпочтительно смесь гомогенизируют, чтобы облегчить ее позднейшую обработку.

Подходящими для применения смесителями являются, например, конические шнековые смесители, такие как смесители от фирмы Vrieco-Nauta®, или маятниковые смесители, как смесители от фирмы PMS.

Отметим, что в среднем на килограмм полученной твердой фракции получают от 500 до 650 г кутикул, например около 550 г, и от 250 до 350 г водной фракции, например около 300 г.

Стадия 7: Сушка твердой фракции, полученной на стадии 4, или смеси, полученной на стадии 6

Твердую фракцию, полученную на стадии 4, или смесь, полученную на стадии 6, можно высушить, чтобы получить сухую твердую фракцию или сухую смесь.

Сушку предпочтительно проводят с использованием дисковой сушилки, трубчатой сушилки, пропеллерной сушилки, сушилки с мгновенным парообразованием (flash drier), тонкопленочной сушилки или распылительной сушилки.

Предпочтительно сушку проводят с использованием дисковой или трубчатой сушилки.

Подходящими трубчатыми сушилками являются, например, сушилки от фирмы Tummers (Simon Dryers Technology).

Подходящими дисковыми сушилками являются, например, сушилки от фирмы Haarslev.

Продолжительность сушки может составлять от 1 до 10 ч, предпочтительно от 3 до 5 ч.

Предпочтительно сушку проводят при температуре от 60 до 225°C, предпочтительно от 80 до 100°C.

Предпочтительно выпаривание проводят при атмосферном давлении.

Стадия 8: Измельчение сухой твердой фракции или сухой смеси, полученной на стадии 7

После сушки можно осуществить измельчение и получить порошок.

Под порошком понимается композиция в виде частиц.

Предпочтительно, порошок согласно изобретению является порошком из насекомых, то есть порошком, полученным исключительно из насекомых и, возможно, воды.

Можно использовать такой измельчитель, как молотковая дробилка или коническая дробилка (как конические дробилки "Kek cone mills" от фирмы Kemutec).

Предпочтительно, на выходе измельчения получают размер частиц меньше 0,5 см (наиболее крупный размер частиц, которые можно рассматривать в микроскоп), предпочтительно порядка 1 мм. Более конкретно, размер частиц составляет от 300 мкм до 1 мм, еще более предпочтительно от 500 до 800 мкм.

Когда порошок измельчен до размера частиц, приемлемого для потребления человеком или животным, его можно назвать "мукой", в частности, мукой насекомых (по-английски insect meal). Под размером частиц, приемлемым для потребления человеком или животным, понимается размер частиц в интервале от 100 мкм до 1,5 мм, предпочтительно от 300 до 1 мкм, более предпочтительно от 500 до 800 мкм.

В зависимости от того, проводятся ли необязательные стадии 5 и/или 6, можно получить разные порошки, а именно

порошок, полученный только из твердой фракции (стадия 6 не проводится);

порошок, полученный из смеси твердой фракции и всех или части кутикул;

порошок, полученный из смеси твердой фракции и всей или части концентрированной водной фракции;

порошок, полученный из смеси твердой фракции, всех или части кутикул и всей или части концентрированной водной фракции.

Изобретение относится также к продуктам, полученным способом согласно изобретению.

Кроме того, изобретение относится к твердой фракции, которая может быть получена способом обработки насекомых согласно изобретению.

Изобретение относится также к твердой фракции, содержащей по меньшей мере 71 вес.% белка и от 0,1 до 2 вес.% хитина, причем весовые процентные содержания указаны в расчете на полный сухой вес твердой фракции.

Предпочтительно твердая фракция содержит по меньшей мере 73 вес.%, более предпочтительно по меньшей мере 74 вес.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 75 вес.% белка, причем весовые процентные содержания указаны в расчете на полный сухой вес твердой фракции.

Предпочтительно твердая фракция содержит от 0,5 до 1,7 вес.% хитина от полного сухого веса твердой фракции.

Предпочтительно твердая фракция содержит от 5 до 17 вес.% липидов, предпочтительно от 10 до 15 вес.% липидов, от полного сухого веса твердой фракции.

Предпочтительно твердая фракция содержит от 1 до 10 вес.%, предпочтительно от 2 до 6 вес.% золы, от полного сухого веса твердой фракции.

Способ определения содержания золы специалисту хорошо известен. Предпочтительно, золу определяли способом, соответствующим регламенту CE 152/2009 от 27-01-2009.

Кроме того, твердая фракция предпочтительно содержит от 5 до 15 вес.%, более предпочтительно от 7 до 13 вес.% углеводов от полного сухого веса твердой фракции.

Более конкретно, твердая фракция предпочтительно содержит по меньшей мере 0,2 вес.%, более предпочтительно по меньшей мере 0,3 вес.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 0,35 вес.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 0,5 вес.% и еще более предпочтительно по меньшей мере 0,7 вес.% трегалозы от полного сухого веса твердой фракции.

Между тем, усвояемость белка человеком и животными сильно зависит от размера белка. В кормлении животных принято уменьшать размер белков, чтобы облегчить усвоение пищи животными. Это уменьшение размера белков обычно осуществляют с помощью процессов гидролиза (например, ферментативного), реализация которых является особенно дорогостоящей.

Твердая фракция содержит растворимый белок, размер которого достаточно снижен, чтобы облегчить усвоение пищи животным.

Предпочтительно по меньшей мере 75%, предпочтительно по меньшей мере 80%, более предпочтительно по меньшей мере 85% растворимого белка твердой фракции имеют размер меньше или равный 12400 г/моль.

Более конкретно, по меньшей мере 55%, предпочтительно по меньшей мере 60%, более предпочтительно по меньшей мере 65% растворимого белка твердой фракции имеют размер меньше 550 г/моль.

Изобретение относится также к водной фракции, которая может быть получена способом обработки насекомых согласно изобретению.

Кроме того, изобретение относится к водной фракции, содержащей по меньшей мере 48 вес.% белка, по меньшей мере 2 вес.% трегалозы и имеющей содержание липидов ниже 7 вес.%, причем весовые процентные содержания указаны в расчете на полный сухой вес водной фракции.

Предпочтительно, водная фракция содержит по меньшей мере 55 вес.%, более предпочтительно по

меньшей мере 60 вес.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 65 вес.% белка, от полного сухого веса водной фракции.

Предпочтительно водная фракция содержит по меньшей мере 2,5 вес.%, более предпочтительно по меньшей мере 3 вес.% трегалозы от полного сухого веса водной фракции.

Предпочтительно, водная фракция имеет содержание липидов ниже 6 вес.%, более предпочтительно ниже 4 вес.%, еще более предпочтительно ниже 2 вес.%, от полного сухого веса водной фракции.

Предпочтительно водная фракция содержит от 5 до 20 вес.% золы, предпочтительно от 7 до 15 вес.% золы от полного сухого веса водной фракции.

Кроме того, водная фракция содержит менее 2 вес.% нерастворимых осадков, предпочтительно менее 1 вес.% нерастворимых осадков, предпочтительно менее 0,5 вес.% нерастворимых осадков, от полного веса водной фракции.

Водная фракция не содержит хитина.

Как и твердая фракция, водная фракция содержит растворимый белок, размеры которого достаточно снижены, чтобы облегчить усвоение пищи животными.

Предпочтительно, по меньшей мере 90%, предпочтительно по меньшей мере 95%, более предпочтительно по меньшей мере 97% растворимого белка водной фракции имеют размер меньше или равный 12400 г/моль.

Более конкретно, по меньшей мере 45%, предпочтительно по меньшей мере 50%, более предпочтительно по меньшей мере 53%, предпочтительно по меньшей мере 60% растворимого белка водной фракции имеют размер меньше 550 г/моль.

Более конкретно, водная фракция имеет содержание сухих веществ в интервале от 5 до 15 вес.% от полного веса водной фракции.

Когда ее сгущают, концентрированная водная фракция имеет содержание сухих веществ от 55 до 75 вес.% от полного веса концентрированной водной фракции.

Изобретение относится также к концентрированной водной фракции, которая может быть получена способом обработки насекомых согласно изобретению, причем указанный способ обработки включает в таком случае факультативный этап сгущения.

Кроме того, изобретение относится к масляной фракции, которая может быть получена способом обработки насекомых согласно изобретению.

Изобретение относится также к порошку, который может быть получен способом обработки насекомых, включающим следующие этапы:

отделение кутикулы от мягкой части насекомых,

разделение мягкой части насекомых на масляную фракцию, твердую фракцию и водную фракцию,

факультативно, сгущение водной фракции,

факультативно, смешение твердой фракции с

всей или частью концентрированной водной фракции, и/или всей или частью кутикул,

чтобы получить смесь,

сушка твердой фракции или смеси, чтобы получить сухую твердую фракцию или сухую смесь, соответственно;

измельчение сухой твердой фракции или сухой смеси.

Кроме того, способ обработки насекомых может иметь один или несколько признаков, описанных выше.

Более конкретно, изобретение относится к порошку, который может быть получен способом получения порошка, в частности, к порошку из насекомых согласно изобретению, какой описан выше.

Как указывалось выше, в зависимости от того, проводились или нет факультативные этапы 5 и/или 6 способа обработки насекомых согласно изобретению, а именно, этап сгущения водной фракции и этап смешения всех или части кутикул и/или всей или части концентрированной водной фракции с твердой фракцией, а также, в известных случаях, в зависимости от условий их проведения, можно получить разные порошки.

Изобретение относится также к порошку, в частности, порошку из насекомых, содержащему по меньшей мере 71 вес.% белка и от 0,1 до 4 вес.% хитина, причем весовые процентные содержания указаны в расчете на полный сухой вес порошка.

Предпочтительно этот порошок имеет содержание белка больше или равное 72 вес.%, более предпочтительно больше или равное 74 вес.%, еще более предпочтительно больше или равное 75 вес.%, от полного сухого веса порошка.

Более конкретно, этот порошок имеет содержание хитина от 0,5 до 3 вес.%, более предпочтительно от 0,8 до 2 вес.%, еще более предпочтительно от 0,8 до 1,7 вес.% от полного сухого веса порошка.

Предпочтительно указанный порошок содержит от 5 до 20 вес.%, предпочтительно от 7 до 17 вес.% липидов, от полного сухого веса порошка.

Более конкретно, указанный порошок содержит от 1 до 10 вес.%, предпочтительно от 2 до 6 вес.% золы, от полного сухого веса порошка.

Кроме того, указанный порошок предпочтительно содержит от 3 до 20 вес.% углеводов от полного

сухого веса порошка.

Более конкретно, указанный порошок предпочтительно содержит по меньшей мере 0,1 вес.%, более предпочтительно по меньшей мере 0,2 вес.% трегалозы от полного сухого веса порошка.

Когда факультативные этапы 5 и/или 6 не проводят, получают порошок, в частности, порошок из насекомых, только из твердой фракции.

Этот порошок содержит по меньшей мере 71 вес.% белка и от 0,1 до 2 вес.% хитина, причем весовые процентные содержания указаны в расчете на полный сухой вес порошка.

Предпочтительно этот порошок имеет содержание белка больше или равное 72 вес.%, более предпочтительно больше или равное 74 вес.%, еще более предпочтительно больше или равное 75 вес.%, от полного сухого веса порошка.

Более конкретно, этот порошок имеет содержание хитина от 0,5 до 1,7 вес.% от полного сухого веса порошка.

Предпочтительно этот порошок содержит от 5 до 17 вес.%, предпочтительно от 10 до 15 вес.% липидов, от полного сухого веса порошка.

Более конкретно, этот порошок содержит от 1 до 10 вес.%, предпочтительно от 2 до 6 вес.% золы, от полного сухого веса порошка.

Кроме того, этот порошок предпочтительно содержит от 5 до 15 вес.%, более предпочтительно от 7 до 13 вес.% углеводов от полного сухого веса порошка.

Более конкретно, этот порошок предпочтительно содержит по меньшей мере 0,2 вес.%, более предпочтительно по меньшей мере 0,3 вес.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 0,35 вес.% трегалозы от полного сухого веса порошка.

Когда этапы 5 и 6 способа согласно изобретению осуществляют, можно также получить порошок из смеси твердой фракции, всех или части кутикулы и всей или части концентрированной водной фракции.

Таким образом, изобретение относится также к порошку, в частности порошку из насекомых, содержащему по меньшей мере 65 вес.% белка, по меньшей мере 10 вес.% углеводов и от 0,1 до 2 вес.% хитина, причем весовые процентные содержания указаны в расчете на полный сухой вес порошка.

Предпочтительно указанный порошок имеет содержание белка больше или равное 70 вес.%, более предпочтительно больше или равное 74 вес.%, от полного сухого веса порошка.

Более конкретно, указанный порошок имеет содержание хитина от 0,2 до 1,5 вес.%, более предпочтительно от 0,5 до 1,3 вес.%, от полного сухого веса порошка.

Предпочтительно указанный порошок имеет содержание углеводов больше или равное 12 вес.%, более предпочтительно больше или равное 14 вес.%, от полного сухого веса порошка.

Более конкретно, указанный порошок предпочтительно содержит по меньшей мере 0,7 вес.%, более предпочтительно по меньшей мере 0,9 вес.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 1 вес.% и еще более предпочтительно по меньшей мере 1,2 вес.% трегалозы от полного сухого веса порошка.

Предпочтительно указанный порошок содержит от 5 до 15 вес.%, предпочтительно от 7 до 13 вес.% липидов, от полного сухого веса порошка.

Более конкретно, указанный порошок содержит от 3 до 10 вес.%, предпочтительно от 4 до 8 вес.% золы, от полного сухого веса порошка.

Остаточное влагосодержание в порошках согласно изобретению составляет от 2 до 15%, предпочтительно от 5 до 10%, более предпочтительно от 4 до 8%. Это влагосодержание можно определить, например, способом, описанным в регламенте CE 152/2009 от 27-01-2009 (103°C/4 ч).

Предпочтительно белок в порошках согласно изобретению имеет усвояемость больше или равную 85 вес.% от полного веса сырого белка.

Усвояемость представляет собой перевариваемость пепсином, измеряемую методом, описанным в директиве 72/199/CE.

Предпочтительно усвояемость больше или равна 88%, более предпочтительно, больше или равна 92%.

Изобретение относится также к применению описанных выше водной фракции согласно изобретению, концентрированной водной фракции согласно изобретению или порошка согласно изобретению, содержащего по меньшей мере 65% белка, по меньшей мере 10 вес.% углеводов и от 0,1 до 2 вес.% хитина, в качестве ароматизатора, предпочтительно в кормах для животных.

Наконец, изобретение относится к применению порошка согласно изобретению в питании, предпочтительно в кормах для животных.

Другие характеристики и преимущества изобретения выявятся из следующих примеров, приведенных в качестве иллюстрации, в сочетании с фигурами, на которых

фиг. 1 показывает схему, иллюстрирующую детализированный способ обработки насекомых согласно изобретению;

фиг. 2 содержит два снимка мягкой части, с одной стороны, на выходе реактора после этапа дозревания (фиг. А), а с другой стороны, после центрифугирования для разделения фаз (фиг. В);

фиг. 3 показывает эталонную кривую, использующуюся для количественного анализа трегалозы;

фиг. 4 является диаграммой, иллюстрирующей содержание влаги в масляной фракции, полученной

способом по изобретению, и в масляной фракции, полученной сравнительными способами;

фиг. 5 является диаграммой, иллюстрирующей содержание осадка в масляной фракции, полученной способом по изобретению, и в масляной фракции, полученной сравнительными способами;

фиг. 6 является диаграммой, иллюстрирующей пероксидное число масляной фракции, полученной способом по изобретению, и масляной фракции, полученной сравнительным способом;

фиг. 7 является диаграммой, иллюстрирующей содержание сухих веществ в масляной фракции, полученной способом по изобретению, и в масляной фракции, полученной сравнительными способами;

фиг. 8 является диаграммой, иллюстрирующей содержание осадка в водной фракции, полученной способом по изобретению, и в водной фракции, полученной сравнительным способом;

фиг. 9 является диаграммой, иллюстрирующей процентное содержание эмульсии, присутствующей в водной фракции, полученной способом по изобретению, и в водной фракции, полученной сравнительным способом;

фиг. 10 является диаграммой, иллюстрирующей процентное содержание (в процентах от сухого вещества) липидов, присутствующих в водной фракции, полученной способом по изобретению, и в водной фракции, полученной сравнительными способами;

фиг. 11 является диаграммой, иллюстрирующей перевариваемость пепсином белка водной фракции, полученной способом по изобретению, и белка водной фракции, полученной сравнительными способами;

фиг. 12 является диаграммой, иллюстрирующей содержание трегалозы в водной фракции, полученной способом по изобретению, и в водной фракции, полученной сравнительными способами;

фиг. 13 содержит три снимка, иллюстрирующих цвет водной фракции, полученной способом по изобретению, и водной фракции, полученной сравнительными способами;

фиг. 14 является диаграммой, иллюстрирующей содержание трегалозы в твердой фракции, полученной способом по изобретению, и в твердой фракции, полученной сравнительными способами;

фиг. 15 является диаграммой, иллюстрирующей процентное содержание водорастворимой части в твердой фракции, полученной способом по изобретению, и в твердой фракции, полученной сравнительными способами;

фиг. 16 является диаграммой, иллюстрирующей процентное содержание фракции, растворимой в подвижной фазе, в твердой фракции, полученной способом по изобретению, и в твердой фракции, полученной сравнительными способами; и

фиг. 17 является диаграммой, иллюстрирующей распределение по размерам белков в твердой фракции, полученной способом по изобретению, и в твердой фракции, полученной сравнительными способами.

Пример 1. Способ обработки насекомых согласно изобретению

Использовались личинки *Tenebrio molitor*. После доставки личинок их можно хранить перед убоем при температуре 4°C в течение 0-15 дней в резервуарах для размножения без существенной деградации. Вес (возраст) используемых личинок изменяется, и поэтому их состав также может изменяться, как это показано в табл. 1 ниже.

Таблица 1. Биохимический состав личинок *Tenebrio molitor* в зависимости от их веса

Биомасса (насекомые)	мг	23	35	58	80	108	154
Сухие вещества	%*	34	34	34,2	37,9	39,6	39,5
Зола	%*	1,59	1,52	1,6	1,75	1,67	1,43
Сырой белок	%*	22,6	22,2	22	23,2	23,1	23,2
Липиды	%*	6,62	6,88	7,98	10,3	10,9	11,7

* % выражены в сухом весе в расчете на влажный вес личинок.

Этап 1: Умерщвление насекомых

Живые личинки (+4°C -+25°C) транспортировались слоем толщиной от 2 до 10 см на перфорированной конвейерной ленте (1 мм) до камеры бланшировки. Насекомые бланшировали паром (насадки или слой пара) при 98°C с принудительной вентиляцией, или же водой с температурой 92-95°C (разбрызгивающие насадки), или в смешанном режиме (вода+пар). Время пребывания в камере бланшировки составляет от 5 с до 15 мин, в идеале 5 мин.

Температура личинок на выходе с бланшировки составляет от 75 до 98°C.

Этап 2: Отделение мягкой части насекомых от кутикулы

После бланшировки личинки транспортировали до питающей воронки ленточного сепаратора, чтобы отделить кутикулы от мягкой части личинок.

Предпочтительно отделение проводится сразу после умерщвления, чтобы личинки не имели времени охладиться до температуры окружающей среды.

В качестве ленточного сепаратора использовали ленточный сепаратор 601 фирмы Baader.

Диаметр отверстий в барабане составлял 1,3 мм.

Мягкую часть насекомых собирали в емкость.

Кутикулы собирали с помощью скребка.

Определение количества трегалозы в кутикулах

Количество трегалозы в кутикулах, собранных на этапе 2, измеряли следующим образом.

Трегалозу анализировали методом ГХ-МС.

Программа изменения температуры: 150°C, затем повышение со скоростью 10°C/мин до 260°C, после 5 мин выдерживания при этой температуре повышение со скоростью 25°C/мин до 310°C и выдерживание при этой температуре в течение 2 мин. Температура инжектора: 280°C, межфазной границы: 250°C, отношение деления потока: 10, объем впрыска: 1 мкл. Например, использовали колонку sH-RXI-5mS, 3 0 м×0,25 мм×0,25 мкм.

Приготовление образца для анализа осуществляется следующим образом: точное количество образца (от 10 до 300 мг) отвешивается в пробирке фирмы Falcon, в нее добавляется 9,75 мл метанола, а также 250 мкл раствора внутреннего стандарта (мио-инозитол, 25 мкг/мл) в ДМСО. Смесь перемешивают при 80°C в течение 10 мин, затем добавляют 100 мкл BSTFA и реакционную смесь перемешивают еще 30 мин при температуре окружающей среды, затем добавляют 1 мл ацетонитрила и полученный в результате образец впрыскивают в устройство ГХ-МС.

Измеренное количество составляет 1,2 мг трегалозы на г сухих веществ.

Этап 3: Вызревание мягкой части насекомых

Мягкую часть насекомых оставляют в рекуперативной емкости со стадии 2 в условиях перемешивания в течение 1 ч при температуре около 90°C.

Этап 4: Разделение мягкой части на твердую фракцию, водную фракцию и масляную фракцию

Затем мягкую часть разделяют на три фракции с помощью трехфазного декантатора. В качестве декантатора использовали декантатор Tricanter® Z23 от Flottweg.

Условия разделения:

расход: до 500 кг/ч,

вращение барабана центрифуги: 4806 об/мин (3000G);

Y_{мин}: 5% (1,4 об/мин).

На выходе этой стадии разделения получены три фракции: масляная фракция, твердая фракция и водная фракция.

Эти фракции имеют характеристики, указанные в следующей табл. 2.

Таблица 2. Характеристики масляной фракции, твердой фракции и водной фракции

	Сухое вещество (%)	Белок (%) *	Масло (%) *	Зола (%) *	Углеводы (%) *
Твердая фракция	56	74,1	12,9	4	10
Водная фракция	10	57	4	9	23
Масляная фракция	>99,5	<0,5	>99,5	<0,25	<0,25

* Усредненные результаты, рассчитанные на нескольких образцах каждой фракции, выраженные в % сухих веществ

Определение размера растворимого белка в твердой фракции и водной фракции

Приготовление твердого образца (твердая фракция): 30 мг образца растворяют в 1 л подвижной фазы и фильтруют, используя фильтр Chromafil xtra PES-45/25.

Приготовление жидкого образца (водная фракция): 400 мкл растворяют в 1600 мкл подвижной фазы и фильтруют с использованием фильтра Chromafil xtra PES-45/25 непосредственно перед впрыском. 1,5 мл образца, приготовленного таким образом, центрифугируют в течение 15 мин при 12000 об/мин (10625 g).

Условия проведения хроматографии (ВЭЖХ Nexera XR от Shimadzu) следующие: использовалась колонка Superdex Peptide GL 10/300 (GE Healthcare), детектирование осуществлялось детектором DAD на 215 нм, скорость подвижной фазы, состоящей из ACN (ацетонитрил)/H₂O/TFA (трифторуксусная кислота) (30/70/0,1), составляла 0,3 мл/мин, анализ проводился при 25°C.

Распределение по размерам растворимого белка твердой фракции представлено ниже в табл. 3.

Таблица 3. Распределение по размерам растворимого белка в твердой фракции

Молекулярный вес (кДа)	%
> 12,4	13,8
12,4–6,5	14
6,5–1,4	3,8
1,4–0,55	2,1
<0,55	67,3

Распределение по размерам растворимого белка в водной фракции представлено ниже в табл. 4.

Таблица 4. Распределение по размерам растворимого белка в водной фракции

Молекулярный вес (кДа)	%
>12,4	2,7
12,4–6,5	13,4
6,5–1,4	19
1,4–0,55	11,5
<0,55	53,4

Определение количества трегалозы в твердой фракции и водной фракции

Количество трегалозы в этих фракциях измеряли следующим образом.

Трегалозу анализировали методом ГХ-МС.

Программа изменения температуры: 150°C, затем повышение со скоростью 10°C/мин до 260°C, после 5 мин выдерживания при этой температуре повышение со скоростью 25°C/мин до 310°C и выдерживание при этой температуре 2 мин. Температура инжектора: 280°C, границы раздела: 250°C, отношение деления потока: 10, объем впрыска: 1 мкл.

Приготовление образца для анализа осуществляется следующим образом: точное количество образца (от 10 до 300 мг) отвешивается в пробирке фирмы Falcon, в нее добавляется 9,75 мл метанола, а также 250 мкл раствора внутреннего стандарта (мио-инозитол, 25 мкг/мл) в ДМСО. Смесь перемешивают при 80°C в течение 10 мин, затем добавляют 100 мкл BSTFA и реакционную смесь перемешивают еще 30 мин при температуре окружающей среды, затем добавляют 1 мл ацетонитрила и полученный в результате образец впрыскивают в устройство ГХ-МС.

Количество, измеренное в твердой фракции, составляет 3,82 мг трегалозы на г сухих веществ.

Количество, измеренное в водной фракции, составляет 33,2 мг трегалозы на г сухих веществ.

Кроме того, водная фракция содержит менее 1 вес.% нерастворимых осадков от полного веса водной фракции.

Этап 5: Сгущение водной фракции

Затем водную фракцию, полученную на этапе 4, сгущают путем выпаривания, используя испаритель с падающей пленкой.

Полученная концентрированная водная фракция имеет концентрацию сухих веществ примерно 65%.

Этап 6 (факультативный): Смешение концентрированной водной фракции и/или кутикул с твердой фракцией

Этап 6 в этом примере не проводили.

Этап 7: Сушка твердой фракции

Твердую фракцию, полученную на стадии 4, сушат с использованием дисковой сушилки от фирмы Naarslev в течение 5 ч, чтобы получить сухую твердую фракцию или сухую смесь.

С микробиологической точки зрения твердая фракция содержит менее 10 КОЕ/г энтеробактерий.

Этап 8: Измельчение

Наконец, сухую твердую фракцию измельчали с помощью молотковой мельницы непрерывного действия (6 реверсивных подвижных элементов, толщина 8 мм). Подача в дробилку осуществляется через воронку с люком с регулируемым расходом (180 кг/ч). Перфорированная решетка, используемая для контроля гранулометрического состава на выходе, имеет размер ячеек 0,8 мм. Скорость вращения двигателя составляет 3000 об/мин (электродвигатель, потребляемая мощность 4 кВт (5,5 л.с.)).

Характеристики полученного порошка насекомых представлены ниже в табл. 5.

Таблица 5. Характеристики порошка насекомых, полученного в примере 1

Белок	Хитин	Зола	Липиды	Углеводы	Трегалоза
75,1%	1,3%	4%	12,5%	10%	0,38%

* Указанные проценты являются весовыми процентами, рассчитанными на полный сухой вес порошка насекомых.

Пример 2. Способ обработки насекомых согласно изобретению

Этапы 1-5 выполняли, как описано в примере 1.

Этап 6 (факультативный): смешение концентрированной водной фракции и кутикул с твердой фракцией

Всю (100%) концентрированную водную фракцию, полученную на этапе 5, а также 0,05 вес.% кутикул, собранных на этапе 2, смешивали со всей твердой фракцией, полученной на этапе 4, чтобы получить смесь.

Использовали конический шнековый смеситель фирмы Vriesco-Nauta®.

Этап 7: Сушка смеси

Твердую фракцию, полученную на этапе 4, сушили с использованием дисковой сушилки от фирмы Haarslev в течение 5 часов, чтобы получить сухую смесь.

С микробиологической точки зрения сухая смесь содержит менее 10 КОЕ/г энтеробактерий.

Этап 8: Измельчение

Наконец, сухую смесь измельчали с помощью молотковой дробилки непрерывного действия (6 реверсивных подвижных элементов, толщина 8 мм). Подачу в дробилку осуществляли через воронку с люком с регулируемым расходом (180 кг/ч). Перфорированная решетка, использующаяся для контроля гранулометрического состава на выходе, имеет размер ячеек 0,8 мм. Скорость вращения двигателя составляет 3000 об/мин (электродвигатель, потребляемая мощность 4 кВт (5,5 л.с.)).

Характеристики полученного порошка насекомых представлены ниже в табл. 6.

Таблица 6. Характеристики порошка насекомых, полученного в примере 2.

Белок	Хитин	Зола	Липиды	Углеводы	Трегалоза
66%	1%	6%	11%	13%	1,1%

* Указанные проценты являются весовыми процентами, рассчитанными на полный сухой вес порошка насекомых.

Пример 3: Способ согласно изобретению и сравнительные способы

Приготовление образцов

Воспроизводили способ по изобретению и сравнительный способ для превращения мякоти личинок *Tenebrio molitor* в масло (масляная фракция, или ТМО, от *Tenebrio Molitor Oil*), в водную фазу (водная фракция, или SW от *Stick Water*) и в твердые белки (твердая фракция, или SPC от *Solid Protein Cake*).

Целью было сравнить качество продуктов, полученных этими двумя способами.

1. Способ согласно изобретению

Сначала личинки умерщвляли путем бланширования (пропаривание), а затем кутикулы личинок отделяли от мягкой части (удаление кутикулы) в ленточном сепараторе марки Baader.

Затем 8 кг мягкой части, полученной на этапе разделения, направляли для дозревания в пилотный реактор емкостью 10 л, причем указанный реактор предварительно нагревали до 50°C при механическом перемешивании на 350 об/мин, чтобы гарантировать гомогенизацию в центре мягкой части. После постепенного повышения температуры мягкой части температуру непосредственно удерживали в объеме на уровне 90°C. После 1 ч выдерживания при 90°C реактор опорожняли. Затем отделяли нагретую мягкую часть. Так как использование трехфазного декантатора в лабораторных масштабах невозможно, мягкую часть центрифугировали при 10000g в течение 15 мин, чтобы разделить различные полученные фазы (см. фиг. 2). Каждую фазу (ТМО, SW и SPC) собирали вручную и хранили при -20°C в ожидании физико-химических анализов.

2. Сравнительный способ

Использовали 8 кг мягкой части, полученной на этапе разделения. Эта мягкая часть получена из той же самой партии мягкой части, которая использовалась для способа согласно изобретению.

Сравнительный способ отличается от способа согласно изобретению двумя этапами:

после отделения проводился дополнительный этап коагуляции мягкой части, исходя из 4 кг мягкой части, в пилотном реакторе при перемешивании (350 об/мин) при фиксированной температуре стенок реактора 100°C в течение 20 мин, затем мягкую часть разбавляли путем добавления воды и нагревали. Для этих экспериментов было выполнено два разведения мягкой части: 1:0,5 (м/м, по массе) и 1:0,75 (м/м). Более конкретно, в пилотный реактор добавляли воду при 50°C объемом 2 л или 3 л в зависимости от разбавления. Температуры в массе мякоти поддерживали на уровне 90°C в течение одного часа, после чего реактор опорожняли. Затем разбавленную мягкую часть центрифугировали в тех же условиях, что и выше, и собирали 3 фазы, которые хранили при -20°C в ожидании физико-химических анализов.

II. Анализ образцов

Определение содержания сухих веществ в образцах

Сухое вещество в ТМО, SW и SPC определяют сушкой до постоянной массы при 105°C в соответствии со стандартом ISO 6496. Разница в массе продукта до и после сушки служит мерой содержания сухого вещества. Эти содержания выражены в весовых процентах. Влагосодержание получают вычитанием сухого вещества из 100%.

Определение пероксидного числа в ТМО

Пероксидное число определяется в соответствии с французским стандартом NF EN ISO 3960 (июнь 2010 г.) и выражается в мэкв активного кислорода на кг масла.

Содержание осадков в ТМО и SW

Используемый фильтр представляет собой сито из нержавеющей стали с размером пор 50 мкм, предварительно тарированное. Количественное определение осадка проводят после пропускания 300 мл ТМО или 750 мл SW (750 мл) путем взвешивания остатка на сите.

В случае SW затем определяют содержание сухих веществ в осадке, как описано ранее.

Оценка эмульсии в SW

Оценка эмульсии в SW проводится после центрифугирования 50 мл собранной SW. Сбор эмульсии (супернатанта) проводят после помещения пробирок в условия -20°C для облегчения разделения. Затем эмульсию взвешивают, и результат выражают в процентах эмульсии в клеевой воде.

Определение жиров в SW

Определение содержания жира или липидов в образцах SW проводят путем экстракции петролейным эфиром после гидролиза в соответствии с регламентом CE 152/2009. Количество липидов приводится в расчете на сухое вещество рассматриваемого образца (SW или SPC).

Определение переваривания пепсином фракции SW

Переваривание пепсином определяют на SW в соответствии с директивой 72/199/CE без обезжиривания

Количественно определение трегалозы в SW и SPC

Содержание трегалозы определяют в SW и SPC после лиофилизации. 40 мг сухого образца экстрагируют 2 мл ДМСО в течение 1 ч при перемешивании при 80°C. Затем 250 мкл экстракта смешивают с 50 мкл миоинозитола, используемого в качестве внутреннего стандарта (1 г/л в ДМСО). После гомогенизации 100 мкл этой смеси дериватизируют 100 мкл BSTFA-TMCS (99:1) непосредственно в ампуле ГХ-МС в течение 30 мин при 60°C. Перед впрыском в ампулу ГХ-МС добавляют 600 мкл ацетонитрила. Результаты выражены в мг трегалозы на г сухого вещества с использованием эталонного диапазона трегалозы, полученного в тех же условиях (фиг. 3).

Полученные экстракты и различные точки эталонного диапазона анализировали на приборе GC-MS-QP2010 от Shimadzu. Используемая колонка представляет собой колонку SH-Rxi 5 мс (Shimadzu) длиной 30 м, диаметром 0,25 мм и толщиной 0,25 мкм. Программа изменения температуры при ГХ-МС выглядит следующим образом: 100°C с последующим повышением температуры со скоростью 10°C/мин до 300°C и выдерживание при этой температуре в течение 2 мин.

Температура инжектора составляет 280°C, межфазной границы 250°C, отношение деления потока 10, объем впрыска 1 мкл. Детектирование осуществляли в режиме SIM (Selected Ion Monitoring) с особыми отношениями m/z 305 для мио-инозитола и 361 для трегалозы.

Измерение цвета лиофилизованной фракции SW

Цвет сопоставляли с цветовой шкалой (RAL Classic K7) и характеризовали цветовым кодом этой цветовой шкалы.

Определение растворимой фракции в SPC

Эксперименты проводили с лиофилизованными SPC. Отвешивали 1 г образца (m_1) в пробирке на 50 мл, предварительно тарированной. Добавляли 30 мл воды комнатной температуры и содержимое пробирки перемешивали (встряхивали) в течение нескольких минут. После центрифугирования надосадочную жидкость удаляли и проводили вторую промывку посредством 30 мл воды в тех же условиях, что и первая. После удаления супернатанта промытый осадок SPC помещали в печь при 60°C на 48 ч и затем взвешивали. Контрольный образец (непромытый SPC) также помещали в печь, чтобы определить фактическое процентное содержание сухого вещества и скорректировать начальный вес образцов перед промывкой (% MS).

Процентное содержание растворимой фракции определяется как:

$$\frac{(m_i \times \%MS) - m_{SPC \text{ сухой промытый}}}{m_i \times \%MS}$$

Определение размера растворимых белков в SPC

Размер растворимых белков SPC определяли посредством пространственно-эксклюзионной хроматографии.

40 мг лиофилизованного образца растворяют в подвижной фазе, состоящей из смеси ацетонитрил/Н₂O/TFA (трифторуксусная кислота) (30/70/0,1), чтобы достичь концентрации 30 мг/мл, и фильтруют через сито 45 мкм после центрифугирования, используя фильтр Chromafil xtra PES-45/25. Параллельно определяют растворимость сухих веществ SW и SPC в подвижной фазе после сушки остатков центрифугирования в печи.

Условия проведения хроматографии на серии ВЭЖХ Shimadzu

Nexera XR следующие: используется колонка Superdex Peptide 10/300 (GE Healthcare), детектирование проводится детектором DAD при 215 нм, скорость подвижной фазы (изократический режим) состав-

ляет 0,3 мл/мин. Подвижная фаза состоит из смеси ацетонитрил/ H_2O /TFA (трифторуксусная кислота) (30/70/0,1), анализ проводится при 25°C.

Чтобы определить молекулярно-массовое распределение, сначала вводили четыре "стандартных" белка с известной молекулярной массой, чтобы определить интервалы времени удержания, соответствующие разным молекулярным массам. Для анализа молекулярного распределения образцов общую площадь хроматограммы сначала интегрировали при 215 нм, а затем разделяли на части, соответствующие пяти категориям молекулярных масс. Результаты выражены в процентах растворимых белков на категории молекулярной массы.

Определение растворимой части в подвижной фазе получают аналогично определению в воде, но при 25°C (температура анализа).

III. Результаты

1. Масляная фракция

Результаты для масляной фракции представлены на фиг. 4, 5 и 6.

Фиг. 4 и 5, относящиеся к содержанию влаги и содержанию осадка, показывают, что отделение масляной фракции заметно лучше в способе согласно изобретению. Действительно, из этих фигур можно видеть более высокое содержание влаги и осадков в масляной фракции, полученной сравнительным способом. Этот результат является неожиданным, поскольку специалистам в данной области техники хорошо известно, что увеличение количества одной фазы и/или нагревание обычно позволяет улучшить разделение фаз сложной среды.

Вместе с тем, из фиг. 6 следует, что пероксидное число масляной фазы, полученной способом по изобретению, ниже, чем у масляной фазы, полученной сравнительным способом. Таким образом, масляная фаза, полученная способом по изобретению, лучше хранится. Это особенно выгодно, поскольку позволяет избежать или уменьшить добавление консервантов, таких как антиоксиданты.

2. Водная фракция

Результаты для водной фракции показаны на фиг. 7-13.

Из фиг. 7 видно, что более низкое влагосодержание наблюдается для водной фракции, полученной способом согласно изобретению. Концентрация сухого вещества в сравнительном процессе меньше вследствие разбавления, что, соответственно, требует более сложного оборудования для извлечения части (сухое вещество), которая представляет интерес, и более интенсивное использование, с точки зрения потребления энергии и особенно воды.

Фиг. 8-10, относящиеся к содержанию осадкой, эмульсии и липидов, показывают, что отделение водной фракции заметно лучше в способе согласно изобретению. Действительно, из этих фигур можно видеть более высокое содержание осадков, эмульсии и липидов в масляной фракции по сравнительному примеру. Этот результат является неожиданным, поскольку специалистам хорошо известно, что увеличение количества одной фазы и/или нагревание обычно позволяет улучшить разделение фаз сложной среды..

Отметим также, что

согласно фиг. 11 перевариваемость пепсином белка водной фракции, полученной способом по изобретению, лучше, чем водной фракции по сравнительному способу, и

согласно фиг. 12 содержание трегалозы в водной фракции, полученной способом по изобретению, лучше, чем в водной фракции, полученной сравнительным способом.

Присутствие трегалозы выгодно, поскольку трегалоза обладает способностью стабилизировать белки и поэтому считается естественным биологическим консервантом.

Наконец, на фиг. 13 показаны 3 фотографии водной фракции, полученной либо способом по изобретению, либо сравнительным способом, и лиофилизованной. Водная фракция, полученная способом согласно изобретению, имеет значительно более светлый цвет. Из этих фигур следует, что способом согласно изобретению получен другой продукт. Это различие в цвете можно потенциально объяснить реакцией Майяра, которая может иметь место на этапах коагуляции и нагревания в водной среде, которые проводятся в соответствии со сравнительным способом. В реакции Майяра белки малого размера, присутствующие в среде, с большей вероятностью будут реагировать, тем самым уменьшая содержание белков малого размера в среде. Это может, в частности, привести к снижению усвояемости водной фракции.

3. Твердая фракция

Результаты для твердой фракции представлены на фиг. 14-17.

На фиг. 14 можно видеть, что содержание трегалозы в твердой фракции, полученной способом согласно изобретению, лучше, чем в твердой фракции, полученной сравнительным способом.

Из фиг. 15 можно видеть, что содержание растворимых веществ в твердой фракции, полученной способом согласно изобретению, лучше, чем в твердой фракции, полученной сравнительным способом. Выгодно иметь высокое содержание растворимых веществ, поскольку растворимые вещества облегчают составление кормов и обеспечивают лучшую биодоступность, в частности, высвобождение белков меньшего размера.

Из фиг. 16 и 17 следует, что содержание мелких белков, а именно белков массой меньше 550 Да, в твердой фракции, полученной способом по изобретению, выше, чем в твердой фракции, полученной

сравнительным способом.

Таким образом, можно констатировать, что белки малого размера лучше сохраняются благодаря способу по изобретению. Это выражается в более высокой растворимости в воде или подвижной фазе и в большей доле белков малого размера в этой твердой фракции, при этом очевидно, что сравнительный способ способствует разрушению этих продуктов на стадиях коагуляции и нагрева.

4. Расход энергии

Наконец, были проведены расчеты энергопотребления для сравнения способа по изобретению с двумя сравнительными способами.

Сравнительный способ с разведением в отношении 1:0,5 приводит к повышению издержек в 19,8 раз по сравнению со способом согласно изобретению, а сравнительный способ с разведением в отношении 1:0,75 приводит к повышению издержек в 20,2 раза по сравнению со способом по изобретению.

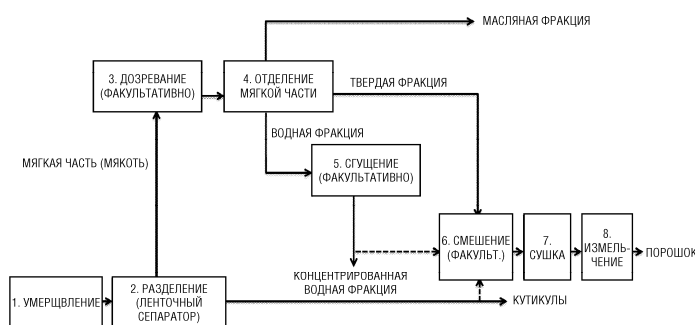
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Твердая фракция для питания, полученная из насекомых, содержащая по меньшей мере 71 вес.% белка и от 0,1 до 2 вес.% хитина, причем весовые процентные содержания указаны в расчете на полный сухой вес твердой фракции, где по меньшей мере 60% растворимых белков твердой фракции имеют размер менее 550 г/моль.

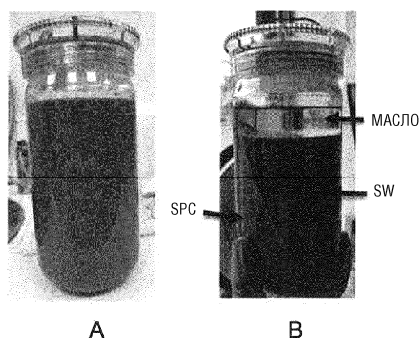
2. Твердая фракция по п.1, содержащая по меньшей мере 73 вес.% белков в расчете на полный сухой вес твердой фракции.

3. Твердая фракция по п.1 или 2, содержащая от 5 до 17 вес.% липидов в расчете на полный сухой вес твердой фракции.

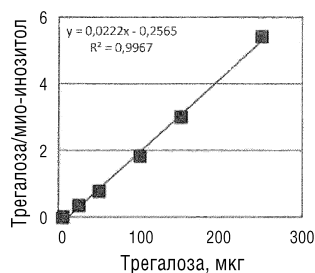
4. Твердая фракция по любому одному из пп.1-3, содержащая от 1 до 10 вес.% золы в расчете на полный сухой вес твердой фракции.



Фиг. 1



Фиг. 2



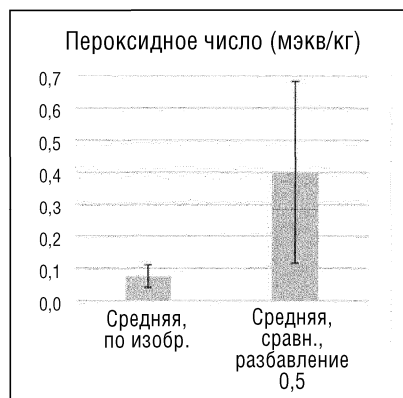
Фиг. 3



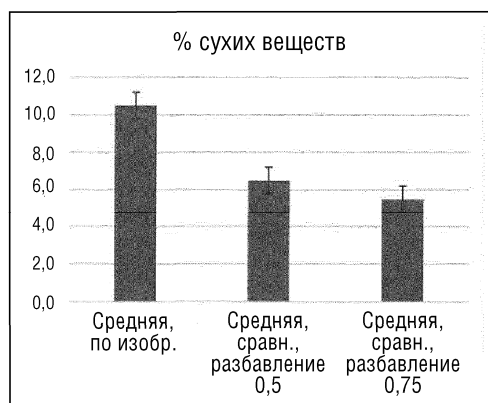
Фиг. 4



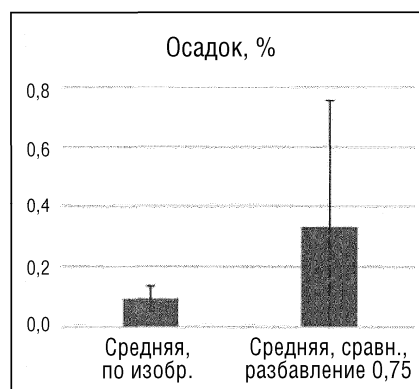
Фиг. 5



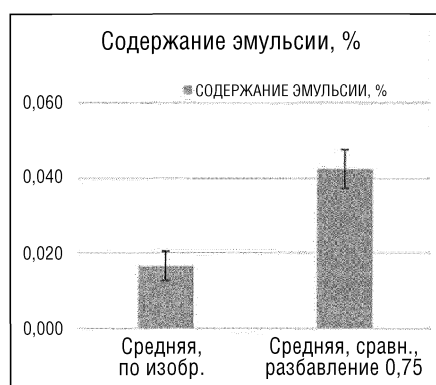
Фиг. 6



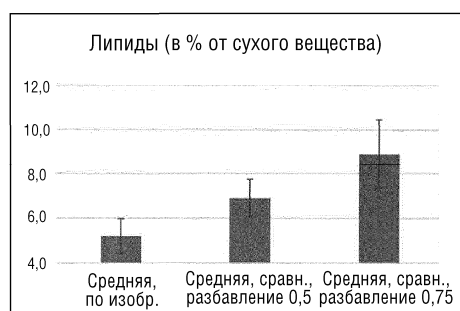
Фиг. 7



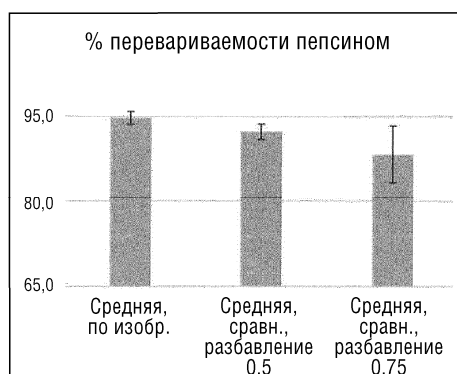
Фиг. 8



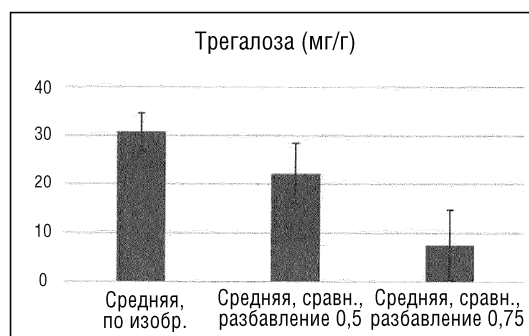
Фиг. 9



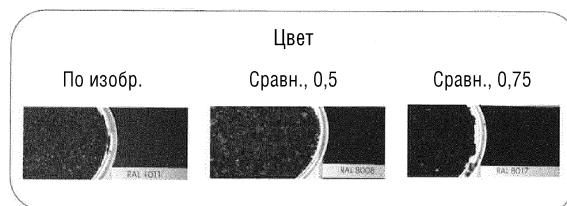
Фиг. 10



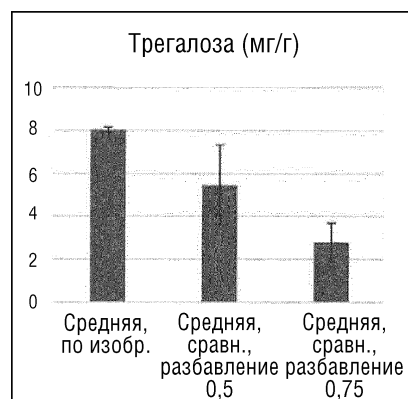
Фиг. 11



Фиг. 12



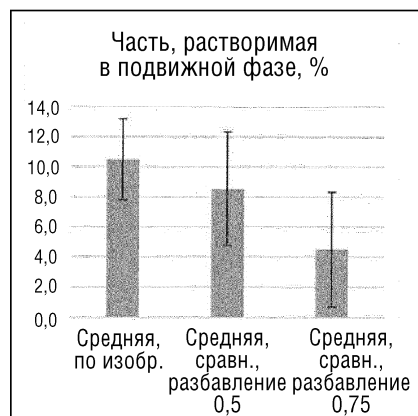
Фиг. 13



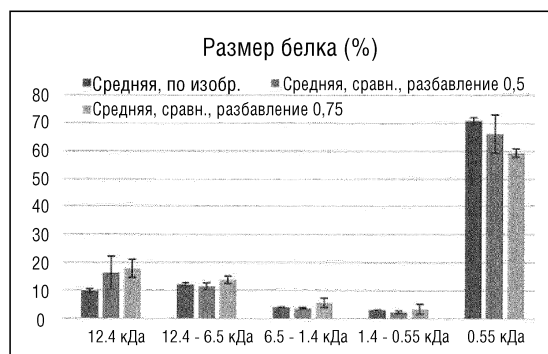
Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17

