

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202091916 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.11.02

(51) Int. Cl. A23J 1/14 (2006.01)
B01F 7/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.02.13

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО РАСЩЕПЛЕНИЯ БОБОВЫХ

(31) 10 2018 202 275.5

(72) Изобретатель:

(32) 2018.02.14

Бергманн Карл-Хайнц, Бунтрок
Райнер (DE)

(33) DE

(86) PCT/EP2019/053553

(74) Представитель:

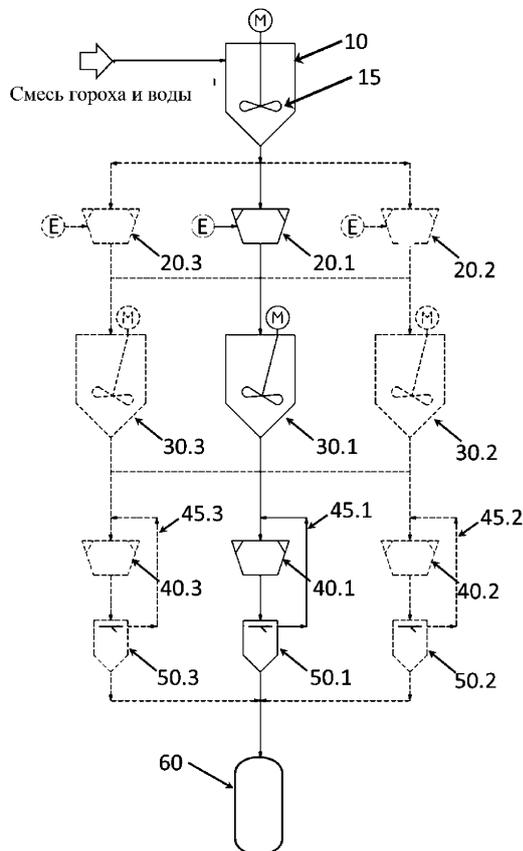
(87) WO 2019/158589 2019.08.22

Зуйков С.А. (RU)

(71) Заявитель:

ЭНДЕКО ГМБХ (DE)

(57) Изобретение относится к способу и устройству расщепления бобовых, в частности гороха. Кроме того, изобретение относится к способу выделения белков из кислой белковой суспензии, которая была получена посредством расщепления бобовых.



202091916 A1

202091916 A1

Способ и устройство расщепления бобовых

Область техники

Изобретение относится к способу и устройству расщепления бобовых, в частности, гороха. Кроме того, изобретение относится к способу выделения белков из кислой белковой суспензии, которая была получена посредством расщепления бобовых.

Предшествующий уровень техники

Белковые изоляты растительного происхождения представляют собой ценную альтернативу или добавку к животным белкам в пищевых продуктах или кормах для животных. Например, растительные белки в пищевых продуктах могут эффективно заменить животные белки, и часто это возможно при меньших затратах. Многие продукты, которые традиционно содержат животные белки, в частности, молочные продукты, также могут быть основной причиной возникновения пищевой аллергии.

Большинство бобовых отличаются тем, что они образуют симбиотические взаимосвязи с азотфиксирующими бактериями (вид *rhizobia*), живущими в их корневых клубеньках. Таким образом, бобовые не зависят от содержания нитратов в почве, и являются единственными культурами, которые жизнеспособны в почвах с очень низким содержанием азота. Корневые клубеньки также обуславливают то, что бобовые очень богаты питательными веществами и содержат большое количество белков, витаминов и минералов. Таким образом, бобовые относятся к числу лучших источников растительного белка. Благодаря тому, что бобовые, такие как горох (*Pisum sativum*), помимо высокого содержания белка, характеризуются широким распространением и имеют особо сбалансированный аминокислотный состав, они представляют собой источник белка, который является ценной альтернативой белкам животного происхождения. Следует отметить, что в дополнение к белкам бобовые содержат крахмал, а также антипитательные факторы (ANF), такие как лектины, алкалоиды, сапонин, циангликозиды, изофлавоны или дубильные вещества, которые являются нежелательными.

Существенные проблемы при получении растительных белков заключаются в составе и чистоте белка, а также связаны с особенностями, касающимися экстракции, фракционирования, предварительной и последующей обработки. Следует отметить, что отдельные этапы способа имеют значительное влияние на качество выделенного растительного белка. Следует отметить, что тип и количество загрязнений определяются по их окончательному содержанию в белковых изолятах или экстрактах. Загрязнения такого типа содержат, например, углеводы. Например, бобовые содержат значительную долю олигосахаридов, вызывающих метеоризм (например, рафиноза, стахиоза и вербаскоза), которые являются особенно нежелательными. Хотя углеводы обычно представляют собой нежелательные примеси в конечном изоляте белка, некоторые другие «загрязнения», такие как витамины или минералы, по определению не являются нежелательными и даже могут положительно влиять на пищевые и/или физико-химические свойства белкового

изолята. В дополнение к влиянию на конечный состав белковых изолятов или экстрактов, способ расщепления и/или выделения белка может оказывать существенное влияние на физико-химические или функциональные свойства белкового изолята. В частности, растворимость, вязкость, способность белка образовывать эмульсию, а также его цвет, вкус или запах сильно зависят от применяемых технологий.

Таким образом, получение высококачественного белкового изолята, обладающего конкретными требуемыми свойствами, является очень сложным и обычно включает в себя ряд дорогостоящих и длительных технологических этапов.

В частности, в предшествующем уровне техники хорошо зарекомендовали себя два различных способа разделения отдельных фракций бобовых, в частности гороха. В обоих способах в качестве первого этапа используется сухой помол гороха.

В первом способе осуществляется сухой, очень тонкий помол гороха с последующим сухим разделением или обогащением фракций посредством пневмосортирования.

Во втором способе выполняют предварительный сухой помол гороха, а затем полученную гороховую муку превращают в пюре посредством добавления водного раствора. Здесь также дополнительно может быть выполнено последующее влажное вторичное растирание на терке перед влажным разделением фракций посредством способов отбора белка, клетчатки и крахмала.

В случае первого способа частицы, от мелких до очень мелких, которые в следующем способе могут быть отделены лишь частично, получают посредством интенсивного сухого помола. Собранные таким образом компоненты (крахмал, клетчатка, белок) невозможно отделить друг от друга с достаточной точностью.

Во втором способе частицы, от мелких до очень мелких, аналогично, получают посредством сухого помола. Несмотря на промывку водой, доля связанного крахмала в клетчатке все еще остается относительно высокой (12-15%). Значительная часть такого материала меньше, чем самые мелкие отверстия в ситах для отделения клетчатки. Таким образом, в данном способе образуется повышенная доля тонкой клетчатки, что нежелательно.

Существует необходимость в усовершенствовании способов расщепления и выделения белка из бобовых культур с учетом вышеупомянутых недостатков.

Сущность изобретения

Задачей настоящего изобретения является создание усовершенствованного способа расщепления бобовых с выделением белка.

Согласно первому объекту настоящего изобретения предложен способ расщепления бобовых, который содержит следующие этапы:

- (a) смешивание бобовых с водным экстракционным агентом;
- (b) предварительное измельчение смеси из этапа (a) посредством режущего инструмента и размалывающего инструмента с добавлением водного экстракционного агента между режущим и размалывающим инструментами;

(с) инкубирование предварительно измельченных бобовых из этапа (b) с дополнительным добавлением экстракционного агента, предпочтительно, длительностью, по меньшей мере, 20 минут;

(d) тонкий помол предварительно измельченных бобовых, инкубированных согласно этапу (с), посредством размалывающего и перемешивающего инструмента;

Как определили изобретатели, крахмал практически полностью высвобождается из клеточного состава посредством многоступенчатого влажного помола по данному изобретению, без чрезмерного измельчения клетчатки или повреждения зерен крахмала. Это приводит к уменьшению доли связанного крахмала в клетчатке.

За счет применения вышеупомянутых инструментов и интенсивного обмена веществ, зерна крахмала мягко отделяют от клетчатки, при этом все частицы равномерно смачиваются экстракционным агентом.

По сравнению с сухим помолом частицы значительно большего размера обеспечивают сопоставимый выход крахмала, благодаря чему упрощается очистка.

Кроме того, этот способ также приводит к меньшему тепловому стрессу материала, что имеет большое значение с точки зрения легкости предстоящего денатурирования белков.

За счет добавления экстракционного агента между режущим и размалывающим инструментом (предпочтительно посредством так называемого впрыска через статор) можно избежать локальной передозировки этого экстракционного агента.

Дополнительным преимуществом данного способа является то, что им можно управлять посредством инструментов и, в частности, гибридных инструментов, известных из предшествующего уровня техники.

Более того, данный способ с его этапами обработки может быть без проблем интегрирован в технологическую линию и, таким образом, подходит, в частности, для крупномасштабного применения.

Подробное описание изобретения

Исходным материалом для применения в способе по настоящему изобретению являются бобовые, то есть семена растений семейств Fabaceae или Leguminosae (ранее: Papilionaceae), которые также называют бобовыми.

Таким образом, в предпочтительном варианте осуществления бобовые выбирают из группы, состоящей из видов *Sajanus sajan* (голубиный горох), *Cicer arietum* (нут, полевой горох), *Lens culinaris* (кулинарная чечевица), *phaseolus vulgaris* (фасоль обыкновенная), *Pisum sativum* (горох огородный), *Vicia faba* (конские бобы, которые также называют толстыми бобами, тиковой фасолью, кормовыми бобами, мелкосеменными бобами, крупными бобами, бобами, фасолью, широкими бобами), *Vigna mungo* (фасоль мунго, также называемая черной чечевицей), *Vigna radiata* (фасоль золотистая, также называемая бобы мунг, золотой грам или зеленый грам), *Vigna*

unguiculata (полевой горох, также называемый вигна, коровий горох), Lupinus (люпин), Glycine max. (соя) и их комбинаций.

В предпочтительном варианте осуществления данный способ используют для расщепления семян растений видов *Pisum sativum* или *Cajanus cajan* (голубиный горох).

В одном из вариантов осуществления изобретения для расщепления используются высушенные (на воздухе) семена, что представляет собой обычную форму хранения бобовых.

В альтернативном варианте осуществления также можно применять свежие или частично высушенные семена. Благодаря тому, что этот способ предусматривает влажный помол, это дает значительное преимущество по сравнению с обычными способами сухого помола.

В предпочтительном варианте осуществления в способе расщепления используют цельные, то есть не измельченные заранее, бобовые. В качестве альтернативы также можно применять бобовые, которые уже были крупно измельчены. Бобовые, используемые на этапе (а) для смешивания с экстракционным агентом, могут, соответственно, представлять собой целые бобовые или крупно измельченные бобовые.

Согласно данному изобретению для предварительного измельчения используется режущий инструмент и размалывающий инструмент или инструмент, который, соответственно, осуществляет резание и помол.

В случае данного способа расщепления бобовых инструментом для предварительного измельчения предпочтительно является роторно-статорный гомогенизатор.

В предпочтительном варианте осуществления такой инструмент представляет собой инструмент с коническим карманом и/или инструмент с рабочей камерой.

Таким образом, особо предпочтительным является применение гибридного инструмента с коническим карманом и рабочей камерой, поэтому присутствует гибридный инструмент, обеспечивающий резку и помол.

В предпочтительном варианте осуществления этап предварительного измельчения обеспечивает образование частиц, имеющих средний размер частиц d_{50} от 250 до 400 мкм, при этом d_{50} означает, что 50% частиц меньше указанного значения.

Желаемый размер частиц может быть задан в зависимости от предварительного измельчения, а также в зависимости от тонкого помола посредством выбора инструмента, конфигурации инструмента, такой, например, как величина радиального и/или осевого зазора, и скорости.

При предварительном измельчении бобовых водный экстракционный агент предпочтительно добавляют посредством впрыска через статор, в случае применения роторно-статорного гомогенизатора. Таким образом, при применении гибридного инструмента согласно настоящему изобретению, добавление экстракционного агента происходит между зоной резания и зоной помола.

Согласно настоящему изобретению водный экстракционный агент снова добавляют к предварительно измельченным бобовым после этапа предварительного измельчения и,

предпочтительно, инкубируют в течение, по меньшей мере, 20 минут после смешивания с бобовыми. Инкубацию, особо предпочтительно, осуществляют в течение периода времени от 30 до 120 минут. В ходе такой инкубации предварительно измельченные бобовые, которые имеют большую поверхность, абсорбируют значительные количества экстракционного агента и, таким образом, в виде набухших бобовых, образуют оптимальный исходный материал для последующего этапа влажного помола.

Такую инкубацию предпочтительно осуществлять в отдельном контейнере, так называемом баке для набухания. Будучи отдельным контейнером, этот контейнер отделен от контейнера, в котором осуществляется предварительное измельчение.

Такую инкубацию преимущественно осуществляют при комнатной температуре.

В качестве водного экстракционного агента предпочтительно используют щелочной раствор и, особо предпочтительно, 50% раствор каустической соды.

Соотношение (объем/масса) общего количества водного экстракционного агента к бобовым составляет от 500:1 до 300:1, предпочтительно 400:1.

В другом варианте осуществления к бобовым (предпочтительно гороху) сначала добавляют воду, а затем обеспечивают желаемое значение pH посредством добавления раствора каустической соды.

В предпочтительном варианте осуществления добавляется столько экстракционного агента, что доля сухого вещества (TS) в смеси гороха и экстракционного агента составляет менее 25% TS.

В другом варианте осуществления тонкомолотая смесь для отделения клетчатки и частиц крахмала, которое предпочтительно происходит в декантаторе, имеет содержание TS менее 17%.

В одном варианте осуществления приток в контейнер, в котором осуществляется тонкий помол, из расположенного перед ним бака для набухания происходит исключительно вследствие разности высот с баком для набухания, который находится выше, без активного перекачивания.

В одном варианте осуществления водный экстракционный агент добавляют на этапе тонкого помола. Это, предпочтительно, происходит посредством непосредственного впрыска через статор в зону смешивания гомогенизатора.

Согласно данному изобретению, в случае тонкого помола совместно используются размалывающий инструмент и смесительный инструмент или, соответственно, используется инструмент, который имеет этап помола и этап смешивания.

В случае способа расщепления бобовых инструментом для тонкого помола предпочтительно является роторно-статорный гомогенизатор.

Таким образом, роторно-статорный гомогенизатор предпочтительно представляет собой инструмент с рабочей камерой и/или инструмент с форсункой, и, особо предпочтительно, инструмент с рабочей камерой.

В предпочтительном варианте осуществления этап тонкого помола приводит к образованию частиц, имеющих средний размер d_{50} от 100 до 300 мкм, при этом d_{50} означает, что 50% частиц имеют размер меньше указанного значения.

В случае способа по настоящему изобретению, роторно-статорный гомогенизатор предпочтительно имеет относительную скорость на внешнем кольце в пределах от 30 м/с до 60 м/с. Оказалось, что такие относительные скорости позволяют обеспечить особенно хорошее измельчение или тонкий помол, соответственно, без слишком сильного нагрева бобовых.

В одном из вариантов осуществления изобретения радиальный зазор сдвига между ротором и статором в случае роторно-статорного гомогенизатора составляет от 0,5 мм до 2,5 мм, предпочтительно от 0,7 мм до 1,8 мм и, особенно предпочтительно, от 1,0 мм до 1,2 мм.

В другом варианте осуществления способа согласно данному изобретению, осевой зазор сдвига на самом внутреннем кольце составляет максимум 5 мм.

Осевой зазор сдвига предпочтительно уменьшается изнутри наружу так, что он составляет $\geq 0,2$ мм на самом внешнем кольце.

Согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения, водный экстракционный агент помещают в центрально расположенный статор и, таким образом, особо предпочтительно, подают через отверстия статора непосредственно в зону сдвига и смешивания гомогенизатора.

В предпочтительном варианте осуществления более крупные частицы отделяют на этапе тонкого помола, например, посредством центробежного сепаратора, и снова подают в гомогенизатор, предпочтительно, в зону помола.

В другом варианте осуществления процесс расщепления после влажного помола содержит следующие этапы:

(i) двухэтапное разделение белкового раствора (так называемая соковая вода) и фракций крахмала/клетчатки;

(ii) осаждение белка из белкового раствора за счет изменения значения рН до изоэлектрической точки,

(iii) выделение осажденного белка, предпочтительно посредством декантерной центрифуги.

Еще одной задачей настоящего изобретения является создание улучшенного устройства для расщепления бобовых.

Согласно второму объекту данного изобретения, предлагается устройство для расщепления бобовых.

Это устройство для расщепления бобовых содержит технологическую линию, содержащую первую секцию (I), содержащую один или несколько роторно-статорных гомогенизаторов для предварительного измельчения бобовых, и вторую секцию (II), содержащую один или несколько роторно-статорных гомогенизаторов для тонкого помола бобовых.

Предварительно измельченные бобовые можно направлять из секции (I) непосредственно в секцию (II) или через контейнер, расположенный между ними. Инкубация бобовых, предварительно измельченных в секции (I), предпочтительно может происходить в таком контейнере посредством добавленного экстракционного агента. Преимущество такого решения заключается в том, что секция (I) может быть снова загружена бобовыми, которые затем предварительно измельчают в секции (I), пока в промежуточном контейнере происходит инкубация предыдущей партии.

В этом варианте осуществления устройство содержит контейнер, присоединенный между секциями (I) и (II), так называемый бак для набухания, который соединен с обеими секциями с возможностью направления в них жидкости.

Это устройство, предпочтительно, имеет одно или несколько насосных и/или циркуляционных устройств, которые обеспечивают транспортировку бобовых, промежуточных продуктов и/или экстракционного агента.

В предпочтительном варианте осуществления такое устройство имеет один или несколько датчиков температуры для измерения температуры в секциях (I) и (II) и, необязательно, дополнительные контейнеры. Таким образом, это позволяет непрерывно контролировать температуру и, при желании, осуществлять контроль посредством изменения параметров технологического процесса, таких как, например, снижение противодавления.

В другом варианте осуществления это устройство дополнительно содержит охлаждающее устройство, которое, в частности, обеспечивает охлаждение секции (II), поскольку температура в этой секции будет повышаться, в частности, из-за значительных усилий резания, связанных с рециркуляцией частично измельченных частиц.

По третьему объекту, данное изобретение относится к применению устройства по настоящему изобретению для осуществления способа расщепления бобовых культур согласно данному изобретению.

По четвертому объекту, данное изобретение относится к способу очистки белковой кислотной суспензии, в котором технологический процесс очистки содержит следующие этапы:

(e) получение однородной суспензии посредством интенсивного перемешивания кислой белковой суспензии посредством роторно-статорного гомогенизатора;

(f) увеличение значения pH суспензии посредством роторно-статорного гомогенизатора и добавления щелочного раствора посредством впрыска через статор при вращении ротора с получением показателя pH от 5,5 до 9,0.

(g) отделение белка от жидкой фазы посредством центрифугирования или фильтрации.

По пятому объекту, данное изобретение относится к способу выделения белка из белковой кислотной суспензии, полученной в результате расщепления бобовых, в котором технологический процесс разделения содержит следующие этапы:

(e) получение однородной суспензии посредством интенсивного перемешивания кислой белковой суспензии посредством роторно-статорного гомогенизатора;

(f) увеличение значения рН суспензии посредством роторно-статорного гомогенизатора и добавления щелочного раствора посредством впрыска через статор во время вращения ротора так, чтобы показатель рН составлял от 5,5 до 9,0.

(g) отделение белка от жидкой фазы посредством центрифугирования или фильтрации.

Данный способ имеет несколько преимуществ по сравнению с предшествующим уровнем техники. Прежде всего, он позволяет спроектировать закрытую систему, чтобы не происходило загрязнение извне (например, при контакте с человеком). Кроме того, имеется лишь небольшая тепловая нагрузка на материал. Наконец, введение через статор позволяет повысить значение рН белка без локальной передозировки.

Умеренное повышение значения рН до максимального значения 9,0 и, предпочтительно, до максимального значения 8,5, приводит к тому, что белок, который присутствует в твердом виде, все еще сохраняется в виде твердого вещества, когда многочисленные загрязнения, такие как соли, растворяются и, таким образом, могут быть отделены от белка. Таким образом, это обеспечивает простоту способа очистки белковых суспензий.

Белковую суспензию, которая должна применяться в технологическом процессе очистки, предпочтительно производят посредством способа расщепления бобовых по настоящему изобретению или с применением устройства по настоящему изобретению.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления способ очистки соответствует описанному выше способу расщепления, содержащему этапы (a) - (d), а также последующие этапы (i) - (iii) способа. Таким образом, кислая белковая суспензия может быть получена суспендированием в воде осажденного белка, полученного на этапе (iii), предпочтительно в чистой воде или деминерализованной воде, и, предпочтительно, имеет величину рН от 4,0 до 5,5.

Предпочтительно, на этапах (e) и (f) для получения гомогенной суспензии и на этапе увеличения значения рН суспензии используют один и тот же роторно-статорный гомогенизатор.

Предпочтительно, материал поступает в роторно-статорный гомогенизатор в осевом направлении, и снова выпускается из него в радиальном направлении. В зависимости от используемого инструмента, при прохождении через него на материал действуют усилия сдвига, сжатия и декомпрессии. Благодаря многоступенчатому резанию, высокочастотным осциллирующим усилиям, а также интенсивному обмену веществ, все частицы смачиваются щелочным раствором по отдельности и абсолютно в одинаковой степени.

В предпочтительном варианте осуществления, в способе очистки используют один или несколько роторно-статорных гомогенизаторов, которые имеют многоступенчатые, соосно зацепляющиеся инструменты.

В предпочтительном варианте осуществления способа очистки, используемый при этом роторно-статорный гомогенизатор представляет собой инструмент с рабочей камерой или гибридный вариант инструмента с рабочей камерой и форсункой.

В другом предпочтительном варианте осуществления роторно-статорный гомогенизатор, используемый в данном способе очистки, представляет собой инструмент с рабочей камерой, который, предпочтительно, обладает одним или несколькими из следующих свойств:

- радиальный зазор сдвига между ротором и статором находится в пределах от 0,5 мм до 5 мм;
- осевой зазор сдвига между ротором и статором в самом близком к центру кольце составляет максимум 5 мм;
- осевой зазор сдвига между ротором и статором уменьшается в направлении от внутреннего кольца к внешнему кольцу;
- осевой зазор сдвига между ротором и статором на внешнем кольце находится в пределах между 0,2 мм и 1 мм;
- инструмент с рабочей камерой имеет от 2 до 5 концентрически расположенных зубчатых колец, которые, предпочтительно, обеспечивают возможность регулирования осевого и радиального зазора.

В варианте осуществления настоящего изобретения роторно-статорный гомогенизатор имеет относительную скорость на внешнем кольце от 20 м/с до 60 м/с в случае процесса выделения белка.

В предпочтительном варианте осуществления, в способе очистки белка щелочной раствор помещают в центрально расположенный статор и, предпочтительно, подают через отверстия статора непосредственно в зону смешивания гомогенизатора.

Согласно данному изобретению щелочной раствор представляет собой водный раствор. Этот раствор, предпочтительно, имеет, по меньшей мере, показатель pH 12, особо предпочтительно, по меньшей мере, 13 и, особо предпочтительно, показатель pH больший или равный 14.

В одном варианте осуществления такой щелочной раствор представляет собой раствор NaOH, содержащий от 10 до 40% NaOH, предпочтительно содержащий от 15 до 30% NaOH и, в частности, содержащий 20% NaOH.

Увеличение показателя pH согласно настоящему изобретению предпочтительно приводит к получению суспензии, имеющей показатель pH от 6,5 до 9,0, и, особо предпочтительно, показатель pH от 7,0 до 8,5.

В варианте осуществления настоящего изобретения отделение твердой белковой фазы от жидкой фазы, содержащей загрязнители, происходит посредством центрифугирования или декантирования.

В дополнительном варианте осуществления отделенный твердый белок поступает на этап сушки.

По дополнительному объекту настоящее изобретение предусматривает устройство для выделения белков из кислой белковой суспензии, причем такое устройство содержит технологическую линию, содержащую секцию (III), содержащую один или несколько роторно-

статорных гомогенизаторов по данному изобретению, и вторую секцию (IV) для отделения белка, который находится в твердом виде.

В другом варианте осуществления, такое устройство для выделения белков содержит секции (I) и (II) для расщепления бобовых, а также секции (III) и (IV) для повышения показателя pH и отделения белка, которые находятся в форме твердого вещества.

Определения

«Роторно-статорный гомогенизатор» согласно настоящему изобретению представляет собой гомогенизатор, содержащий статор в качестве стационарной неподвижной части устройства, и ротор в качестве вращающейся части гомогенизатора. Благодаря относительному перемещению ротора и статора в сочетании с достаточно малой величиной осевого и радиального зазора, продукт измельчается и/или диспергируется контролируемым образом и выводится из системы в боковом направлении.

Предпочтительно, это соосный гомогенизатор, то есть статор и ротор имеют одну и ту же центральную ось, которая, соответственно, представляет собой ось вращения.

Гомогенизатор этого типа обеспечивает эффективное распределение дисперсной фазы в окружающую сплошную фазу. В частности, в способе расщепления по настоящему изобретению, когда, например, бобовые и экстракционный агент не могут быть смешаны или могут быть смешаны только недостаточно, усилия, которые противодействуют равномерному распределению, преодолеваются посредством подводимой энергии.

Принцип действия роторно-статорных систем основан на явлении микротурбулентности, которое создается касательными напряжениями. Они формируют область высокого рассеяния энергии в зоне действия инструментов диспергирования. Таким образом, высококонцентрированная форма подводимой энергии является основой для преодоления стабилизирующего эффекта граничного поверхностного натяжения, который существует в смесях веществ. Соответственно, поверхности раздела фаз увеличиваются, за счет чего при диспергировании достигаются желаемые свойства продукта.

«Инструмент с коническим карманом», согласно данному изобретению, представляет собой роторно-статорный гомогенизатор, в котором ротор в качестве центрального элемента имеет круговой или усеченный конус, снабженный удлиненными, проходящими в радиальном направлении углублениями, так называемыми «карманами». Как ответная деталь, статор снабжен соответствующим углублением в форме конуса или усеченного конуса, образующим соответствующий дополняющий элемент, а также имеет удлиненные углубления, проходящие в радиальном направлении.

«Инструмент с форсункой», согласно данному изобретению, представляет собой роторно-статорный гомогенизатор, в котором, по меньшей мере, статор и, предпочтительно, статор и ротор имеют круглые пластины с отверстиями, содержащие отверстия определенного диаметра.

«Инструмент с рабочей камерой», согласно данному изобретению, имеет несколько концентрически движущихся колец, содержащих радиальные отверстия, причем эти кольца на стороне ротора и статора попеременно входят в зацепление соосно друг с другом и, таким образом, создают эффект срезания.

Инструменты, используемые в способе по настоящему изобретению, определяют следующим образом, в зависимости от их функциональности: «Режущий инструмент» — это инструмент, который выполняет функцию срезания и сдвига. «Размалывающий инструмент» — это инструмент, который выполняет функцию сдвига и сжатия, а «смесительный инструмент» — это инструмент, который выполняет функцию гидродинамического сдвига.

Примерные варианты осуществления

1. Сравнение разных технологий расщепления

В серии сравнительных испытаний были реализованы следующие три варианта способов расщепления с применением гороха.

1.1 Одноэтапный сухой помол

Посредством мельницы, содержащей турбо-ротор, были произведены два продукта с разной степенью измельчения, был определен гранулометрический состав и содержание крахмала (общий крахмал и связанный крахмал).

1.2 Двухэтапный влажный помол

Посредством мельницы для влажной обработки были выполнены два прохода с различными конфигурациями инструментов. В первом проходе предварительно измельчали весь горох, а затем гороховое пюре от первого прохода измельчали далее во втором проходе.

1.3 Гибридный помол (1. этап сухого помола/2. этап влажного помола)

В случае тестирования этого способа мелкую сухую измельченную гороховую муку двух типов смешали с водой и дали возможность набухнуть. Далее полученное гороховое пюре было растерто повторно посредством мельницы влажного помола.

1.2 Результаты

Результаты показаны в таблице на Фиг. 3. По сравнению с сухим помолом, двухэтапный влажный помол приводит к значительному улучшению показателя d_{50} размера частиц к связанному крахмалу от 8,82 и 8,7 [мкм/%] до 38,9 [мкм/%].

Таким образом, при показателе 8,1% с размером частиц $d_{50} = 315$ мкм, соотношение связанного и свободного крахмала находится в приемлемом соотношении.

Следует отметить, что часть связанного крахмала в случае расщепления должна быть как можно меньше, и в то же время это должны быть частицы, которые имеют как можно больший размер. Это обеспечивает значительные преимущества при разделении крахмала и клетчатки. Кроме того, при этом уменьшается доля тонкой клетчатки.

Таким образом, двухэтапный влажный помол приводит к значительному улучшению показателей разделения составляющих гороха.

Краткое описание чертежей

Эти и другие объекты изобретения будут подробно показаны на чертежах ниже.

На Фиг.1 схематично показан вариант осуществления способа расщепления согласно данному изобретению.

На Фиг.2 схематично показан вариант осуществления способа очистки согласно настоящему изобретению.

На Фиг. 3 показана таблица результатов сравнительных испытаний помола.

Подробное описание чертежей

На Фиг.1 схематично показана технологическая линия для расщепления бобовых с целью оптимального извлечения содержащихся в них белков. В баке 10 для затирания, оборудованном мешалкой 15, смесь воды и гороха доводится до щелочного значения рН посредством добавления раствора каустической соды, и инкубируется в течение непродолжительного периода (предпочтительно от 10 до 30 минут). Затем эту смесь добавляют в контейнер, содержащий роторно-статорный гомогенизатор 20.1, и предварительно измельчают там посредством добавления дополнительного экстракционного агента Е. Затем измельченный горох набухает при перемешивании в баке для набухания, содержащем мешалку 30.1, предпочтительно, в течение по меньшей мере 20 минут, после чего его тонко размалывают во втором контейнере 40.1, который оборудован роторно-статорным гомогенизатором. Крупные частицы снова поступают на этап помола через возвратную линию 45.1. Полученная тонкоизмельченная суспензия затем подается в устройство 50.1 для отделения частиц, прежде чем она затем будет расщеплена на этапе 60 разделения.

Также показан вариант увеличения пропускной способности за счет создания параллельных технологических линий (здесь Х.2 и Х.3).

На Фиг. 2 показан схематический чертеж технологической линии очистки белков, которые присутствуют в кислой суспензии в виде твердых частиц. Кислая белковая суспензия подается в смесительный бак 100, который оборудован мешалкой 105. Оттуда она перекачивается далее в контейнер, содержащий роторно-статорный гомогенизатор 110.1, и там, благодаря интенсивному перемешиванию, создается однородная суспензия. При добавлении щелочного раствора N посредством впрыска через статор во время текущей работы ротора, значение рН повышается до целевого значения от 5,5 до 9,0, из-за чего загрязнения, такие как соли, растворяются, а белок все еще остается в суспензии в виде твердого вещества. Посредством добавления кислоты или щелочного раствора в находящемся далее контейнере 120 с мешалкой 125 повторно регулируют величину показателя рН, до того, как на этапе 130 разделения произойдет отделение твердого белка от жидкой фазы, которая теперь содержит загрязнения. Также показана возможность увеличения пропускной способности посредством установки параллельных технологических линий (здесь Х.2 и Х.3).

На Фиг.3 приведен обзор примерного варианта 1 осуществления в виде таблицы результатов.

Дальнейшие модификации настоящего изобретения и его характеристики будут очевидными для специалиста в данной области техники из предшествующего описания, прилагаемых иллюстраций и формулы изобретения.

Такие термины, как «содержать», «иметь», «включать», и др., используемые в формуле изобретения, не исключают дополнительных элементов или этапов. Использование неопределенного артикля не исключает множественного числа. Отдельный механизм может выполнять функции нескольких узлов или механизмов, соответственно, упомянутых в формуле изобретения. Номера позиций, указанные в формуле изобретения, не следует рассматривать в качестве ограничения для используемых средств и этапов.

Список позиций

- 10 бак для затирания
- 15,105,125 мешалка
- 20.1 контейнер, содержащий роторно-статорный гомогенизатор для предварительного измельчения, в составе основной технологической линии
- 20.2, 20.3 контейнер, содержащий роторно-статорный гомогенизатор для предварительного измельчения, в составе двух технологических линий 2 и 3, которые расположены параллельно
- 30.1 бак для набухания, содержащий мешалку, в составе основной технологической линии
- 30.2, 30.3 бак для набухания, содержащий мешалку, в составе двух технологических линий 2 и 3, которые расположены параллельно
- 40.1 контейнер, содержащий роторно-статорный гомогенизатор для тонкого помола, в составе основной технологической линии
- 40.2, 40.3 контейнер, содержащий роторно-статорный гомогенизатор для тонкого помола, в составе двух технологических линий 2 и 3, которые расположены параллельно
- 45.1-3 линии для возврата крупных частиц на этап тонкого помола
- 50.1 устройство для отделения белка от крахмала и клетчатки в составе основной технологической линии
- 50.2, 50.3 устройство для отделения белка от крахмала и клетчатки в составе двух технологических линий 2 и 3, которые расположены параллельно
- 100 бак смешивания для кислой белковой суспензии
- 100.1 контейнер, содержащий роторно-статорный гомогенизатор для повышения показателя pH, в составе основной технологической линии
- 100.2, 100.3 контейнер, содержащий роторно-статорный гомогенизатор для повышения

показателя рН, в составе двух технологических линий 2 и 3, которые расположены параллельно

100 бак смешивания для повторного регулирования показателя рН

130 этап разделения

Е экстракционный раствор

Н щелочной раствор

Дополнительные технологические линии 2 и 3 показаны пунктирными линиями.

Формула изобретения

1. Способ расщепления бобовых, включающий следующие этапы
 - (a) смешивание бобовых с водным экстракционным агентом;
 - (b) предварительное измельчение смеси из этапа (a) посредством режущего инструмента и размалывающего инструмента с добавлением водного экстракционного агента между режущим и размалывающим инструментами;
 - (c) инкубирование предварительно измельченных бобовых из этапа (b) с дополнительным добавлением экстракционного агента;
 - (d) тонкий помол предварительно измельченных бобовых, инкубированных согласно этапу (c), посредством размалывающего и перемешивающего инструмента;
2. Способ расщепления бобовых по п. 1, в котором бобовые выбирают из группы, включающей виды *Cajanus cajan*, *Cicer arietum*, *Lens culinaris*, *phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Vicia faba*, *Vigna mungo*, *Vigna radiata*, *Vigna unguiculata* и их комбинации.
3. Способ расщепления бобовых по п. 1 или п. 2, в котором продолжительность инкубации составляет, по меньшей мере, 20 минут.
4. Способ расщепления бобовых по пунктам 1 - 3, в котором инструментом для предварительного измельчения является роторно-статорный гомогенизатор, который, предпочтительно, представляет собой инструмент с коническим карманом и/или инструмент с рабочей камерой и, в частности, предпочтительно, инструмент с рабочей камерой.
5. Способ расщепления бобовых по пунктам 1 - 4, в котором инструментом для тонкого помола является роторно-статорный гомогенизатор, который, предпочтительно, представляет собой инструмент с рабочей камерой и/или инструмент с форсункой, и, в частности, предпочтительно, инструмент с рабочей камерой.
6. Способ по любому из пунктов 4 или 5, в котором роторно-статорный гомогенизатор имеет относительную скорость внешнего кольца в пределах от 30 м/с до 60 м/с.
7. Способ по любому из пунктов 4 - 6, в котором величина радиального зазора сдвига между ротором и статором находится в пределах от 0,5 мм до 2,5 мм.
8. Способ по любому из пунктов 4 - 7, в котором величина осевого зазора сдвига между ротором и статором в самом близком к центру кольце составляет максимум 5 мм, уменьшается в направлении от внутреннего кольца к внешнему кольцу, и составляет $\geq 0,2$ мм на внешнем кольце.
9. Способ по любому из пунктов 4 - 7, в котором водный экстракционный агент находится в центрально расположенном статоре, который, предпочтительно, подают через отверстия статора непосредственно в зону резания и перемешивания гомогенизатора.
10. Устройство расщепления бобовых, включающее технологическую линию, содержащую первую секцию (I), содержащую один или несколько роторно-статорных гомогенизаторов по любому из п. 4 и 6 - 9, и вторую секцию (II), содержащую один или несколько

роторно-статорных гомогенизаторов по любому из пунктов 5 - 9, и один или несколько резервуаров для набухания, расположенных между секциями (I) и (II) и соединенных с обеими секциями с возможностью направления в них жидкости.

11. Применение устройства по п.10 для осуществления способа по любому из пунктов 1 - 9.

12. Способ выделения белков из кислой белковой суспензии, полученной посредством расщепления бобовых, включающий следующие этапы

(e) получение однородной суспензии посредством интенсивного перемешивания кислой белковой суспензии посредством роторно-статорного гомогенизатора;

(f) увеличение значения рН суспензии, полученной на этапе (e), посредством роторно-статорного гомогенизатора и добавления щелочного раствора посредством впрыска через статор при вращении ротора с получением показателя рН от 5,5 до 9,0.

(g) отделение белка от жидкой фазы посредством центрифугирования или фильтрации суспензии, полученной на этапе (f).

13. Способ по п. 12, в котором белковую суспензию получают посредством способа по любому из пунктов 1 - 9 или с применением устройства по п. 10.

14. Способ по п. 12 или п. 13, в котором на этапах (e) и (f) применяют один и тот же роторно-статорный гомогенизатор

15. Способ по любому из пунктов 12 - 14, в котором роторно-статорный гомогенизатор имеет многоступенчатые, соосно зацепленные инструменты.

16. Способ по любому из пунктов 12 - 15, в котором роторно-статорный гомогенизатор представляет собой инструмент с рабочей камерой или гибридный вариант инструмента с рабочей камерой и форсункой.

17. Способ по любому из пунктов 12 - 16, в котором роторно-статорный гомогенизатор представляет собой инструмент с рабочей камерой, который, предпочтительно, имеет одно или несколько следующих свойств

- радиальный зазор сдвига между ротором и статором находится в пределах от 0,5 мм до 5 мм;

- осевой зазор сдвига между ротором и статором в самом близком к центру кольце составляет максимум 5 мм;

- осевой зазор сдвига между ротором и статором уменьшается в направлении от внутреннего кольца к внешнему кольцу;

- осевой зазор сдвига между ротором и статором на внешнем кольце находится в пределах между 1 мм и 0,2 мм;

- инструмент с рабочей камерой имеет от 2 до 5 концентрически расположенных зубчатых колец, которые, предпочтительно, обеспечивают возможность регулирования осевого и радиального зазора.

18. Способ по любому из пунктов 12 - 17, в котором роторно-статорный гомогенизатор имеет относительную скорость внешнего кольца в пределах от 20 м/с до 60 м/с.

19. Способ по любому из пунктов 12 - 18, в котором щелочной раствор находится в центрально расположенном статоре, и, предпочтительно, подается через отверстия статора непосредственно в зону перемешивания гомогенизатора.

20. Устройство для очистки белков из кислой белковой суспензии, включающее технологическую линию, содержащую секцию (III), содержащую один или несколько роторно-статорных гомогенизаторов по любому из пунктов 14 - 19, и вторую секцию (IV), расположенную далее, для выделения из жидкой фазы белка, который присутствует в твердом виде.

Измененная формула изобретения

1. Способ расщепления бобовых, включающий следующие этапы

(a) смешивание бобовых с водным экстракционным агентом;

(b) предварительное измельчение смеси из этапа (a) посредством инструмента с коническим карманом и/или инструмента с рабочей камерой в качестве роторно-статорного гомогенизатора, посредством добавления водного экстракционного агента через отверстия статора непосредственно в зону сдвига и смешивания гомогенизатора;

(c) инкубирование предварительно измельченных бобовых из этапа (b) с дополнительным добавлением экстракционного агента;

(d) тонкий помол предварительно измельченных бобовых, инкубированных согласно этапу (c), посредством инструмента с рабочей камерой и/или инструмента с форсункой в качестве роторно-статорного гомогенизатора.

2. Способ по п. 1,

в котором бобовые выбирают из группы, включающей виды *Cajanus cajan*, *Cicer arietum*, *Lens culinaris*, *phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Vicia faba*, *Vigna mungo*, *Vigna radiata*, *Vigna unguiculata* и их комбинации.

3. Способ по п. 1 или п. 2, в котором продолжительность инкубации составляет, по меньшей мере, 20 минут.

4. Способ по любому из пп. 1 - 3, в котором роторно-статорный гомогенизатор имеет относительную скорость внешнего кольца в пределах от 30 м/с до 60 м/с.

5. Способ по любому из пп. 1 - 4, в котором радиальный зазор сдвига между ротором и статором находится в пределах от 0,5 мм до 2,5 мм;

6. Способ по любому из пп. 1 - 5, в котором величина осевого зазора сдвига между ротором и статором в самом близком к центру кольце составляет максимум 5 мм, уменьшается в направлении от внутреннего кольца к внешнему кольцу, и составляет $\geq 0,2$ мм на внешнем кольце.

7. Устройство расщепления бобовых, включающее технологическую линию, содержащую первую секцию (I), имеющую один или несколько инструментов с коническим карманом и/или инструментов с рабочей камерой в качестве роторно-статорных гомогенизаторов, и вторую секцию (II), содержащую один или несколько инструментов с рабочей камерой и/или инструментов с форсункой в качестве роторно-статорных гомогенизаторов, и один или несколько резервуаров для набухания, расположенных между секциями (I) и (II) и соединенных с обеими секциями с возможностью направления в них жидкости.

8. Применение устройства по п. 7 для осуществления способа по любому из пунктов 1 - 6.

9. Способ выделения белков из кислой белковой суспензии, полученной посредством расщепления бобовых, включающий следующие этапы

(е) производство однородной суспензии способом по любому из пунктов 1 - 6 или с применением устройства по п. 7;

(f) увеличение значения рН суспензии, полученной на этапе (е), посредством роторно-статорного гомогенизатора и добавления щелочного раствора посредством впрыска через статор при вращении ротора с получением показателя рН от 5,5 до 9,0.

(g) отделение белка от жидкой фазы посредством центрифугирования или фильтрации суспензии, полученной на этапе (f).

10. Способ по п. 9, в котором на этапах (е) и (f) применяют один и тот же роторно-статорный гомогенизатор.

11. Способ по п. 9 или п. 10, в котором роторно-статорный гомогенизатор имеет многоступенчатые, соосно зацепленные инструменты.

12. Способ по любому из пп. 9 - 11, в котором роторно-статорный гомогенизатор представляет собой инструмент с рабочей камерой или гибридный вариант инструмента с рабочей камерой и форсункой.

13. Способ по любому из пп. 9 - 12, в котором роторно-статорный гомогенизатор представляет собой инструмент с рабочей камерой, которая, предпочтительно, имеет одно или несколько следующих свойств

- радиальный зазор сдвига между ротором и статором находится в пределах от 0,5 мм до 5 мм;

- осевой зазор сдвига между ротором и статором в самом близком к центру кольце составляет максимум 5 мм;

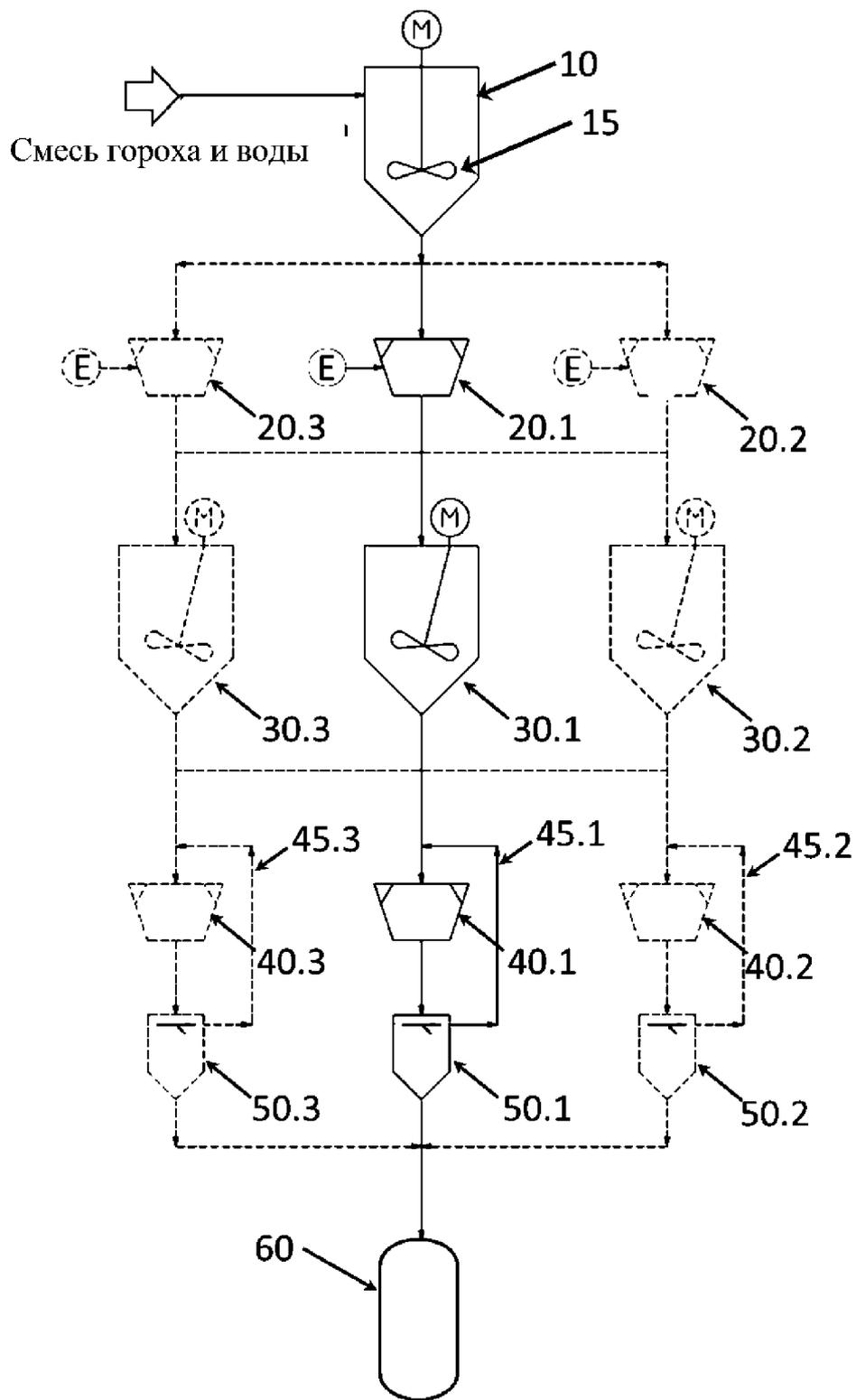
- осевой зазор сдвига между ротором и статором уменьшается в направлении от внутреннего кольца к внешнему кольцу;

- осевой зазор сдвига между ротором и статором на внешнем кольце находится в пределах между 1 мм и 0,2 мм;

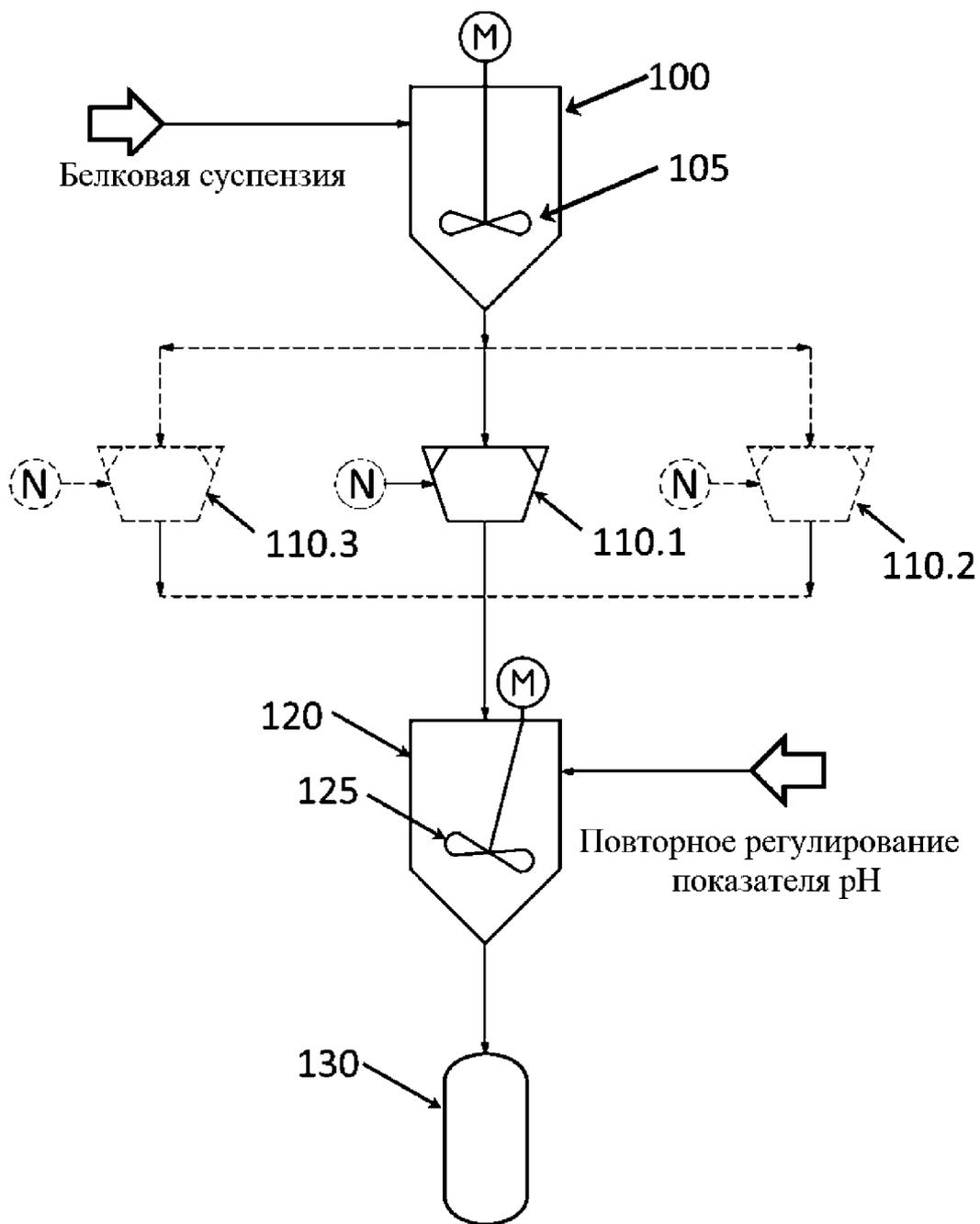
- инструмент с рабочей камерой имеет от 2 до 5 концентрически расположенных зубчатых колец, которые, предпочтительно, обеспечивают возможность регулирования осевого и радиального зазора.

14. Способ по любому из пп. 9 - 13, в котором роторно-статорный гомогенизатор имеет относительную скорость внешнего кольца от 20 м/с до 60 м/с.

15.Способ по любому из пп. 9 - 14, в котором щелочной раствор находится в центрально расположенном статоре, и, предпочтительно, подается через отверстия статора непосредственно в зону перемешивания гомогенизатора.



Фиг. 1



ФИГ. 2

Процесс помола	№ пробы	Описание	Содержание крахмала			Соотношение			Распределение размера частиц		
			всего	связанный	связанный/ свободный	d-10	d-50	d-90			
			мг/м	мг/г	%	мкм	мкм	мкм			
Сухой помол	18009-4	гороховая мука (>85% / < 400 мкм) (сухой помол)	451	65	14.4	16	127	1247			
	18009-5.2	гороховая мука (>85% / < 200 мкм) (сухой помол)	492	22	4.6	12	40	229			
Влажный помол	V4 – AL	горох (цельный) – 1. этап влажного помола (инструмент с рабочей камерой/зазор: 2,3 мм)	118	30	25.1	20	375	1278			
	V5 – AL	горох (цельный) – 2. этап влажного помола (инструмент с рабочей камерой/зазор: 0,6 мм)	123	10	8.1	17	315	726			
Гибридный помол	V6 – AL	гороховая мука (1.100 мкм) инструмент с рабочей камерой/зазор: 0,2 мм	127	14	11.3	14	153	694			
	V9 – AL	гороховая мука (>85% / < 400 мкм) инструмент с рабочей камерой/зазор: 0,2 мм	124	7	5.3	19	113	564			
	VS1 - AL	гороховая мука (>85% / < 400 мкм) инструмент с рабочей камерой/зазор: 0,4 мм	131	15	11.5	10	103	579			

Фиг. 3