



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 052 223** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **G 21 B 1/00, G 21 G 1/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95100839/25, 18.01.1995
(46) Дата публикации: 10.01.1996
(56) Ссылки: 1. Международная заявка N WO 91/06103, G 21B 1/00, 1991. 2. H. Komaki. observations on the Biological Cold Fusion ov the Biological Transmutation of Elements "Frantiers of cold fusion" Procee-ding's of the third. Jntern. Conf. on Cold Fasion, Nagoya, Japan, 1993, 4 b, pp.555-558.

(71) Заявитель:
Товарищество с ограниченной
ответственностью Научно-производственное
объединение "Интер-Нарт"
(72) Изобретатель: Высоцкий В.И.,
Корнилова А.А., Самойленко И.И.
(73) Патентообладатель:
Товарищество с ограниченной
ответственностью Научно-производственное
объединение "Интер-Нарт"

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ ЗА СЧЕТ ЯДЕРНОЙ ТРАНСМУТАЦИИ ТИПА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА ЭЛЕМЕНТОВ В МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ

(57) Реферат:
Использование: получение стабильных изотопов ядерной трансмутацией типа низкотемпературного ядерного синтеза в клетках микроорганизмов и может быть использовано в ядерной спектроскопии и прикладной ядерно-физической технологии. Сущность изобретения: на клетки микроорганизмов, растущие на питательной среде, дефицитной по целевому изотопу / целевым изотопам/, воздействуют факторами, способствующими разрушению межатомных связей и приводящими к увеличению в ней

концентрации свободных атомов или ионов изотопов водорода. Питательную среду формируют на основе тяжелой воды. В питательную среду вводят извне изотопы, результатом реакции которых являются дефицитные для питательной среды нестабильные изотопы, распадающиеся, в конечном счете, с образованием целевых стабильных изотопов. Изобретение позволяет увеличить скорость образования стабильных изотопов и увеличить число типов получаемых изотопов. 4 з. п. ф-лы.

RU 2 0 5 2 2 2 3 C 1

RU 2 0 5 2 2 2 3 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 052 223** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **G 21 B 1/00, G 21 G 1/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 95100839/25, 18.01.1995

(46) Date of publication: 10.01.1996

(71) Applicant:
Tovarishchestvo s ogranichennoj
otvetstvennost'ju Nauchno-proizvodstvennoe
ob"edinenie "Inter-Nart"

(72) Inventor: Vysotskij V.I.,
Kornilova A.A., Samojlenko I.I.

(73) Proprietor:
Tovarishchestvo s ogranichennoj
otvetstvennost'ju Nauchno-proizvodstvennoe
ob"edinenie "Inter-Nart"

(54) **METHOD FOR PRODUCING STABLE ISOTOPES DUE TO NUCLEAR TRANSMUTATION, SUCH AS LOW-TEMPERATURE NUCLEAR FUSION OF ELEMENTS IN MICROBIOLOGICAL CULTURES**

(57) Abstract:

FIELD: nuclear physics. SUBSTANCE: microorganism cells growing in nutrient medium deficient in respect to target isotope (target isotopes) are subjected to action of factors enhancing failure of interatomic binding and causing concentration of free atoms or ions of hydrogen isotopes. Nutrient medium is formed

on heavy water base. Nutrient medium is doped with outside isotopes whose reaction results in nonstable isotopes deficient for nutrient medium which decay in the end and form target stable isotopes. Improved speed of formation of stable isotopes. EFFECT: enlarged number and types of isotopes produced. 5 cl

RU 2 0 5 2 2 2 3 C 1

RU 2 0 5 2 2 2 3 C 1

Изобретение относится к способам получения стабильных изотопов и может быть использовано в ядерной спектроскопии и прикладной ядерно-физической технологии. Известен способ получения конкретных стабильных изотопов путем выделения их из исходной естественной многокомпонентной смеси изотопов с помощью диффузионного, масс-спектрометрического или лазерного метода (Андреев Б.М. и др. Разделение стабильных изотопов физико-химическими методами. М. 1982; Басов Н.Г. и др. Новые методы разделения изотопов. Успехи физических наук, 1977, т.121, с.427).

Недостатком способа является невозможность получения необходимых стабильных изотопов в случае их отсутствия в исходной многокомпонентной среде. Кроме того, способ является очень дорогостоящим и трудоемким.

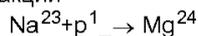
Известен способ получения изотопов в процессе низкотемпературного ядерного синтеза, протекающего при насыщении кристаллов палладия или титана дейтерием в процессе электролиза тяжелой воды (Обзор: Царев В.А. Низкотемпературный ядерный синтез. Успехи физических наук, 1992, т.160, с.19-20).

Способ основан на явлении низкотемпературного ядерного синтеза, заключающегося в том, что при создании оптимальных условий (температура и структура матрицы палладия или титана, степень насыщения матрицы дейтерием и др.) имеет место реакция синтеза D+D без придания взаимодействующим дейтеронам большой кинетической энергии, требуемой в реакциях горячего (термоядерного) синтеза для преодоления кулоновского барьера.

Известен способ получения стабильных изотопов за счет ядерного синтеза элементов в микробиологических культурах, включающий приготовления питательной среды для роста микробиологических культур, дефицитной по изотопу, получаемому в результате трансмутации, и содержащей необходимые для трансмутации исходные изотопные компоненты; выращивание в питательной среде микробиологических культур, требующих эти изотопы для своего роста; выделение из питательной среды выращенной культуры и выделение стабильных изотопов [2]

В известном способе описана процедура выращивания микробиологических культур *Aspergillus niger* IFO 4066, *Penicillium chrysogenum* IFO 4689; *Phizopus nigricans* IFO 5781; *Mucor rouxii* IFO 0369; *Saccharomuces cerevisiae* IFO 0308; *Torulopsis utilis* IFO 0396; *Saccharomyces ellipideus* IFO 0213; *Hansenula anomala* IFO 0118 в питательных средах, представляющих собой водный раствор ряда химических соединений и дефицитных по одной из необходимых для роста культур компонент (калий, магний, железо, кальций) и, для контроля, в стандартных для них средах. В экспериментах по реализации способа было показано, что при выращивании этих культур в дефицитных по соответствующему элементу средах (в этих средах данных конкретных элементов вообще не было) в полученной культуре данные элементы присутствовали, что может быть связано только с их синтезом в ходе ядерной трансмутации из других

присутствующих элементов и изотопов. Например, магний образовывался по схеме реакции



Недостаток известного способа состоит в малой вероятности необходимой реакции ядерной трансмутации из-за неоптимизированных условий по температуре и ионно-молекулярному составу питательной среды, что проявляется в малом количестве атомов или ионов.

Опыт проведения исследований по низкотемпературному ядерному синтезу показывает, что такие реакции успешно идут только при специальном подборе свойств среды и температуры. Кроме того, количество возможных типов стабильных изотопов, получаемых в известном способе и соответствующих одному из основных элементов, из которых состоит выращиваемая микробиологическая культура, является недостаточным. Имеется много типов изотопов, получение которых представляет большой интерес, но которые не являются составными частями микробиологических культур.

Целью изобретения является увеличение скорости наработки стабильных изотопов и увеличение количества типов получаемых стабильных изотопов.

Это достигается тем, что в известном способе получения стабильных изотопов за счет ядерной трансмутации типа низкотемпературного ядерного синтеза элементов в микробиологических культурах, включающем приготовление питательной среды для роста микробиологических культур, дефицитной по изотопу, получаемому в результате трансмутации, и содержащей необходимые для трансмутации исходные изотопные компоненты; выращивание в питательной среде микробиологических культур, требующих эти изотопы для своего роста и развития; выделение из питательной среды выращенной культуры и выделение стабильных изотопов, на питательную среду воздействуют факторами, увеличивающими в ней концентрацию свободных атомов или ионов водорода за счет разрушения межатомных связей.

Кроме того, питательная среда может формироваться на основе тяжелой воды D_2O .

Кроме того, в состав питательной среды включают необходимые для трансмутации исходные изотопные компоненты, для которых результатом реакции синтеза являются дефицитные для питательной среды нестабильные изотопы, которые необходимы для роста и формирования микробиологических культур и являются материнскими по отношению к итоговым дочерним стабильным изотопам.

В качестве фактора, разрушающего межатомные связи, используют добавку в питательную среду раствора LiOH или LiOD , а также ионизирующее излучение.

Суть достигаемого технического результата изобретения состоит в следующем.

Все процессы ядерной трансмутации на основе низкотемпературного ядерного синтеза (НТС) в биологических культурах проходят при очень низкой (в масштабах обычного термоядерного синтеза, для которого необходима температура порядка

многих миллионов градусов) энергии относительного движения взаимодействующих частиц, которой безусловно недостаточно для прямого преодоления кулоновского барьера реакции. Существует несколько разных физических моделей, описывающих механизм протекания НТС. Необходимым условием осуществления реакции НТС является формирование в среде локальных структурных неоднородностей, в пределах которых и происходят реакции с образованием новых изотопов. В работах (Высоцкий В.И. Кузьмин О.Н. Теория, механизм и динамика безбарьерного катализа в твердых телах. Препринт института теоретической физики АН УССР ИТФ-90-82Р, Киев, 1991; Высоцкий В.И. Кузьмин Р.Н. Механизмы безбарьерного взаимодействия при ХЯС на основе явлений неравновесного ферми-конденсата для малочисленного ансамбля и импульсной двухдейтонной локализации в микрополостях оптимальной формы и размера. В книге: Международный симпозиум Холодный ядерный синтез и новые источники энергии. Минск, 1994, с.288-295) было показано, что явление НТС наиболее эффективно может протекать в микрополостях и микротрещинах с характерным размером $2R_1 \approx 10-15 \text{ \AA}$ или в пределах объемных неоднородностей с близким к параболическому потенциальным профилем при соотношении их радиуса R_0 и U_0 в форме $U_0/R_0^2 \approx 0,05-0,1 \text{ эВ/\AA}$. Процесс НТС может проходить при взаимодействии не только легких изотопов (например, $D+D$, $p+p$), но и с участием тяжелого изотопа и атома (или иона) водорода или дейтерия D.

На вероятность процессов синтеза очень сильно влияет температура среды и атомов, поскольку от нее зависит как вероятность заселения оптимальных для НТС уровней энергии в микрополости, так и время нахождения частиц в микрополости: при высокой температуре влетевшая частица очень быстро покидает микрополость, а при низкой мала вероятность попадания частиц в ту микрополость, где уже имеется другая частица. Если в микрополости находятся несколько частиц, то температура очень сильно влияет на их относительное движение.

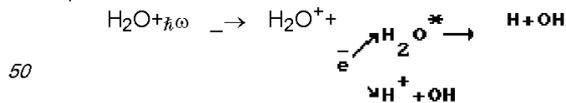
Все предпосылки для протекания НТС имеют место и в ходе роста микробиологических культур. В области роста из-за процесса репродукции, формирования и ориентации биомолекул происходит быстрое структурное преобразование развивающейся культуры. Непрерывно возникают структурные микронеоднородности с изменяющимися во времени размерами. Когда эти размеры в течение некоторого интервала времени оказываются близкими к характерным оптимальным значениям R_1 или R_0 , в пределах микронеоднородностей создаются предпосылки для синтеза и трансмутации элементов.

Такой процесс непрерывного структурирования с неизбежным проходом характерных размеров микронеоднородностей R через оптимальные значения R_1 или R_0 в разные моменты времени неизбежно охватывает все без исключения области растущей микробиологической культуры. Это

обстоятельство принципиально отличает развивающуюся микрокультуру от почти статичных кристаллов палладия или титана (на которых проводятся традиционно эксперименты по НТС), в которых размеры, форма и количество микронеоднородностей практически фиксированы и отсутствует механизм самонастройки на оптимальные условия НТС. Если в составе питательной среды имеются необходимые для трансмутации исходные изотопные компоненты, то при их попадании в объем микронеоднородностей с оптимальными параметрами происходит реакция синтеза и возникает изотоп, который изначально отсутствовал в питательной среде (она была дефицитной по этому изотопу), но является необходимым для дальнейшего роста культуры. Этот изотоп сразу усваивается микробиологической культурой и встраивается в ее структуру. Такой процесс непрерывно повторяется по всей области роста. После завершения роста полученный изотоп может быть выделен из итоговой культуры.

Для наибольшей эффективности этого процесса необходимо, чтобы хотя бы одна из исходных изотопных компонент была в виде свободных атомов или ионов, а не связанных в молекуле. Такой процесс диссоциации может быть и случайным (флуктуационным), но он при этом будет характеризоваться очень малой вероятностью $f \approx \exp(-E_d/kT)$, где E_d энергия диссоциации, T температура.

В предлагаемом изобретении для обеспечения такого требования на питательную среду воздействуют факторами, способствующими разрыву межатомных связей и, как следствие, увеличению концентрации свободных атомов или ионов водорода. В случае НТС в обычных кристаллах эту роль выполняет добавка 0,1 моль/л KIO_3 в тяжелую воду, в которой проводится электролиз с палладием или титановым электродами. В предлагаемом изобретении микробиологической трансмутации возможна также аналогичная добавка раствора $LiOH$ или $LiOD$ в водный раствор питательной среды. Возможно использование и других факторов, например слабого ионизирующего излучения, способствующего образованию свободных радикалов H и H^+ по схемам:



Кроме того, возможности предполагаемого способа значительно расширяются, т.е. становится возможным получение новых типов изотопов или использование других исходных компонентов, если в качестве основы для питательной среды использовать тяжелую воду D_2O вместо обычной (легкой) воды H_2O в прототипе. При этом появляется возможность проведения реакций трансмутации ядер на основе НТС с участием дейтерия D.

Кроме прямой трансмутации исходных изотопных компонент, имеющих в питательной среде, в отсутствующий в этой среде (дефицитный) стабильный изотоп, который необходим для развития микробиологической культуры и поэтому

сразу усваивается ей, предлагаемый способ включает операцию получения из исходных изотопных компонент из начально дефицитных нестабильных изотопов, которые усваиваются до необходимого стабильного изотопа. При этом оказывается возможным получение таких стабильных изотопов, которые не являются необходимыми для роста микробиологических культур и не входят в их состав.

Изобретение иллюстрируется следующими конкретными примерами его осуществления.

Пример 1. Готовят питательную среду, содержащую сахарозу (10%), тартрат аммония (1%), $MgSO_4 \times 7 H_2O$ (0,25%), $CaHPO_4 \times 2 H_2O$ (0,008%), K_3PO_4 (0,5%), $MnSO_4 \times 7 H_2O$ (0,001%), воду H_2O (до 100%). В раствор питательной среды добавляют 0,1 моль/л $LiOH$ для увеличения концентрации свободных атомов водорода. После внесения в среду посевной культуры дрожжей-сахаромицетов (*Saccharomyces cerevisiae* штамм Т-8) проводят выращивание на качалке при температуре 30°C в течение 24-72 ч. Выращивание клетки собирают с помощью центрифугирования. Осадок высушивают, микробную массу дезинтегрируют и стабильный изотоп определяют известными физико-химическими методами.

Пример 2. Готовят питательную среду, содержащую сахарозу (10%), тартрат аммония (1%), $MgSO_4 \times 7 H_2O$ (0,25%), $CaHPO_4 \times 2 H_2O$ (0,008%), K_3PO_4 (0,5%), $MnSO_4 \times 7 H_2O$ (0,001%), воду H_2O (до 100%).

Раствор питательной среды облучают ионизирующим облучением в дозе менее 10 кГр, что одновременно дает возможность достичь стерильности среды. После внесения в среду посевной культуры дрожжей-сахаромицетов (*Saccharomyces cerevisiae* штамм Т-8) проводят выращивание на качалке при температуре 30°C в течение 24-72 ч. Выращенные клетки собирают с помощью центрифугирования. Осадок высушивают, микробную массу дезинтегрируют и стабильный изотоп определяют известными физико-химическими методами.

Пример 3. Готовят питательную среду, дефицитную по калию в составе, сахароза 3; $NaNO_3$ 0,03; $MgSO_4 \times 7 H_2O$ 0,05; $FeSO_4 \times 7 H_2O$ 0,001; $CaHPO_4$ 0,008; Na_2HPO_4 0,1; $NaCl$ 0,05; вода H_2O до 100. Насыщают эту среду основным стабильным изотопом аргона Ar^{40} . В питательную среду добавляют 0,1 моль/л $LiOH$ для увеличения концентрации свободных атомов водорода. Выращивают в этой среде культуру плесени, прототипа *Mucor rontic*.

В ходе реакции синтеза

$Ar^{40+p1} \rightarrow K^{41}$ в объеме развивающейся микробиологической культуры образуется редкий стабильный изотоп К, который усваивается плесенью и после ее выращивания выделяется известными химическими методами.

Выращенные клетки собирают с помощью центрифугирования, осадок высушивают, из осадка выделяют полученный изотоп известными химическими методами.

Пример 4. Готовят питательную среду,

дефицитную по калию в составе, сахароза 3; $NaNO_3$ 0,03; $MgSO_4 \times 7 H_2O$ 0,05; $FeSO_4 \times 7 H_2O$ 0,001; $CaHPO_4$ 0,008; Na_2HPO_4 0,1; $NaCl$ 0,05; вода H_2O до 100. Насыщают эту среду основным стабильным изотопом аргона Ar^{40} . Питательную среду облучают ионизирующим излучением в дозе менее 10 кГр, что позволяет одновременно достичь стерильности среды. Выращивают в этой среде культуру плесени, прототипа *Mucor rontic*.

В ходе реакции синтеза

$Ar^{40+p1} \rightarrow K^{41}$ в объеме развивающейся микробиологической культуры образуется редкий стабильный изотоп К, который усваивается плесенью и после ее выращивания выделяется известными химическими методами.

Выращивание клетки собирают с помощью центрифугирования, осадок высушивают, из осадка выделяют полученный изотоп известными методами.

Пример 5. Выбирают культуру дрожжей-сахаромицетов из числа тех, для роста которых требуется наличие марганца или никеля. Готовят питательную среду для этих культур, содержащую все необходимые для их роста химические элементы, а также стабильные изотопы Cr или Co , но не содержащую марганца или никеля. В процессе выращивания этих культур с одновременным воздействием одного из факторов, увеличивающего концентрацию свободных атомов (как в примере 1), будут происходить реакции

$Cr^{52+p1} \rightarrow Mn^{53}$ или

$Co^{58+p1} \rightarrow Ni^{60}$ продукты которых

Mn^{53} или Ni^{60} будут усваиваться растущей культурой. После завершения цикла выращивания этих культур синтезированные стабильные изотопы Mn^{53} или Ni^{60} выделяются химическими методами, выращенные клетки собирают, осадок высушивают, из осадка выделяют полученный изотоп.

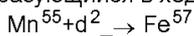
Пример 6. Формируют питательную среду, дефицитную по железу (например, в составе, сахароза 3% $NaNO_3$ 0,3; K_2HPO_4 0,1; KCl 0,05; $MgSO_4 \times 7 H_2O$ 0,05; $CaHPO_4$ 0,008; $MnSO_4 \times 7 H_2O$ 0,001; тяжелая вода D_2O до 100). В раствор питательной среды добавляют 0,1 моль/л $LiOH$ для увеличения концентрации свободных атомов водорода. Выращивают в этой среде при $T=30^\circ C$ культуру дрожжей, прототипа *Saccharomyces cerevisiae* штамм Т-8, выращенные клетки собирают с помощью центрифугирования, осадок высушивают, и выделяют полученный изотоп Fe^{57} , известными методами, образующийся в ходе реакции НТС

$Mn^{55+d2} \rightarrow Fe^{57}$

Пример 7. Формируют питательную среду, дефицитную по железу (например, в составе, сахароза 3; $NaNO_3$ 0,3; K_2HPO_4 0,1; KCl 0,05; $MgSO_4 \times 7 H_2O$ 0,05; $CaHPO_4$ 0,008; $MnSO_4 \times 7 H_2O$ 0,001; тяжелая вода D_2O до 100). Питательную среду облучают ионизирующим облучением в дозе менее 10 кГр, что позволяет одновременно достичь стерильности среды.

Выращивают в этой среде при $T=30^\circ C$

культуру дрожжей прототипа *Saccharomyces cerevisiae* штамм Т-8, выращенные клетки собирают с помощью центрифугирования, осадок высушивают и выделяют полученный изотоп Fe^{57} , известными методами, образующийся в ходе реакции НТС



Пример 8. Способ получения стабильных изотопов вследствие распада нестабильного материнского изотопа, синтезированного в процессе НТС в дефицитной по этому материнскому изотопу среде, вовлекаемого в ходе роста микробиологической культуры в ее состав.

Конструируют питательную среду, дефицитную по азоту в составе, сахара 3% K_2HPO_4 0,1; KCl 0,05; $MgSO_4 \times 7 H_2O$ 0,05; $FeSO_4 \times 7 H_2O$ 0,001; $CaHPO_4$ 0,008; $MnSO_4 \times 7 H_2O$ 0,001; легкая вода H_2O до 100. В раствор питательной среды добавляют 0,1 моль/л $LiOH$ для увеличения концентрации свободных атомов водорода. Выращивают в этой среде при $T=30^\circ C$ *Saccharomyces cerevisiae*, штамм Т-8. В ходе реакции НТС (с участием основного стабильного изотопа углерода C^{12} , входящего в состав сахарозы)

$C^{12+p^1} \rightarrow N^{13}$ образуется нестабильный изотоп N^{13} , имеющий период полураспада ≈ 10 мин. Этот изотоп сразу после появления усваивается растущей плесенью из состава дефицитной по азоту питательной среды и фиксируется в состав плесени. Через время τ нестабильности изотоп N^{13} самопроизвольно распадается по схеме:

$N^{13+} \beta^+ \rightarrow C^{13}$ и преобразуется в конечный редкий стабильный изотоп C^{13} , который после выращивания всей плесени выделяется известным способом.

Пример 9. Способ получения стабильных изотопов вследствие распада нестабильного материнского изотопа, синтезированного в процессе НТС в дефицитной по этому материнскому изотопу среде, вовлекаемого в ходе роста микробиологической культуры в ее состав.

Конструируют питательную среду, дефицитную по азоту в составе, сахара 3; K_2HPO_4 0,1; KCl 0,05; $MgSO_4 \times 7 H_2O$ 0,05; $FeSO_4 \times 7 H_2O$ 0,001; $CaHPO_4$ 0,008; $MnSO_4 \times 7 H_2O$ 0,001, легкая вода H_2O до 100. Питательную среду облучают ионизирующим излучением в дозе менее 10 кГр, что позволяет одновременно достичь стерильности среды. Выращивают в этой среде при $T=30^\circ C$ *Saccharomyces cerevisiae*, штамм Т-8. В ходе реакции НТС (с участием основного стабильного изотопа углерода C^{12} , входящего в состав сахарозы)

$C^{12+p^1} \rightarrow N^{13}$ образуется нестабильный изотоп N^{13} , имеющий период полураспада ≈ 10 мин. Этот изотоп сразу после появления усваивается растущей плесенью из состава дефицитной по азоту питательной среды и фиксируется в состав плесени. Через время τ нестабильный изотоп N^{13} самопроизвольно распадается по схеме

$N^{13} \rightarrow \beta^+ + C^{13}$ и преобразуется в конечный редкий стабильный изотоп C^{13} , который после выращивания всей плесени

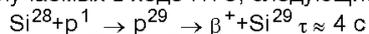
выделяется известным способом.

Пример 10. По схеме аналогично примеру 8 и 9 возможно получение изотопа O^{17} в процессе выращивания микробиологических культур, требующих для роста, соответственно, фтор в питательной среде, дефицитной по фтору, но содержащий стабильный изотоп O^{16} . Типы реакций, приводящих к усвоению промежуточных нестабильных изотопов, получаемых в ходе НТС, следующие:



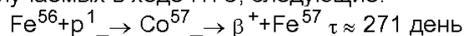
После завершения цикла выращивания культуры и распада материнских ядер полученные стабильные изотопы выделяют известными физико-химическими методами.

Пример 11. По схеме аналогично примеру 8 и 9 возможно получение изотопа Si^{29} в процессе выращивания микробиологических культур, требующих для роста соответственно, фосфор в питательной среде, дефицитной по фосфору, но содержащий стабильный изотоп Si^{28} . Типа реакций, приводящих к усвоению промежуточных нестабильных изотопов, получаемых в ходе НТС, следующие:



После завершения цикла выращивания культуры и распада материнских ядер полученные стабильные изотопы выделяют известными физико-химическими методами.

Пример 12. По схеме аналогично примеру 8 и 9 возможно получение изотопа Fe^{57} в процессе выращивания микробиологических культур, требующих для роста соответственно, кобальт в питательной среде, дефицитной по кобальту, но содержащий стабильный изотоп Fe^{56} . Типы реакций, приводящих к усвоению промежуточных нестабильных изотопов, получаемых в ходе НТС, следующие:



После завершения цикла выращивания культуры и распада материнских ядер полученные стабильные изотопы выделяют известными физико-химическими методами.

Формула изобретения:

1. Способ получения изотопов за счет ядерной трансмутации элементов в клетке микроорганизмов, включающий приготовление водного раствора питательной среды для роста микроорганизмов, дефицитной по изотопу, получаемому в результате трансмутации, и содержащей необходимые для трансмутации исходные изотропные компоненты, выращивание в питательной среде микроорганизмов, требующих для своего роста и развития эти изотопы, выделение из питательной среды выращенной культуры и выделение стабильных изотопов, отличающийся тем, что в питательной среде увеличивают концентрацию свободных атомов и/или ионов изотопов водорода путем воздействия на нее факторами, разрушающими межатомные связи.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что питательную среду формируют на основе тяжелой воды.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что в состав питательной среды включают такие необходимые для трансмутации исходные изотопные

компоненты, для которых результатом реакции синтеза являются дефицитные для питательной среды нестабильные изотопы, требуемые для роста и формирования микробиологических культур и являющиеся материнскими по отношению к итоговым дочерним стабильным изотопам.

4. Способ по одному из пп. 1 - 3,

отличающийся тем, что в качестве разрушающего межатомные связи фактора используют добавку в питательную среду раствора LiOH или LiOD.

5. Способ по одному из пп. 1 - 3, отличающийся тем, что в качестве разрушающего межатомные связи фактора используют ионизирующее излучение.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

-7-

RU 2052223 C1

RU 2052223 C1