



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 178 795** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **C 07 J 9/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 99120095/04, 25.02.1998
(24) Дата начала действия патента: 25.02.1998
(30) Приоритет: 26.02.1997 FI 970802
(43) Дата публикации заявки: 27.07.2001
(46) Дата публикации: 27.01.2002
(56) Ссылки: ZA 9617616, 1996. RU 2095367, 1997.
WO 9219640, 1992. US 4428885, 1984.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 16.09.1999
(86) Заявка РСТ:
FI 98/00166 (25.02.1998)
(87) Публикация РСТ:
WO 98/38206 (03.09.1998)

(71) Заявитель:
РАЙСИО БЕНЕКОЛ ЛТД. (FI)
(72) Изобретатель: ЭКБЛОМ Яри (FI)
(73) Патентообладатель:
РАЙСИО БЕНЕКОЛ ЛТД. (FI)
(74) Патентный поверенный:
Рыбаков Владимир Моисеевич

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СТАНОЛОВЫХ ЭФИРОВ

(57)
Изобретение относится к способу приготовления станоловых эфиров путем гидрирования композиции стеролов в растворителе для процесса гидрирования и при повышенной температуре в присутствии катализатора гидрирования с последующим удалением катализатора гидрирования из полученного горячего раствора, с последующей переэтерификацией промежуточной композиции станолов с метиловым эфиром жирной кислоты при повышенной температуре и в присутствии катализатора переэтерификации, и в заключение производится очистка полученной

таким образом композиции станоловых эфиров. Согласно изобретению промежуточная композиция станолов не кристаллизуется или удаляется из реакционного раствора, но растворитель для процесса гидрирования по меньшей мере частично заменяется реагентом процесса переэтерификации. Альтернативно растворитель для процесса гидрирования может быть использован в качестве растворителя для процесса переэтерификации и предпочтительно также представляет собой реагент процесса переэтерификации.



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 178 795** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **C 07 J 9/00**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99120095/04, 25.02.1998
(24) Effective date for property rights: 25.02.1998
(30) Priority: 26.02.1997 FI 970802
(43) Application published: 27.07.2001
(46) Date of publication: 27.01.2002
(85) Commencement of national phase: 16.09.1999
(86) PCT application:
FI 98/00166 (25.02.1998)
(87) PCT publication:
WO 98/38206 (03.09.1998)

(71) Applicant:
RAJSIO BENEKOL LTD. (FI)
(72) Inventor: EhKBLOM Jari (FI)
(73) Proprietor:
RAJSIO BENEKOL LTD. (FI)
(74) Representative:
Rybakov Vladimir Moiseevich

(54) **METHOD OF PREPARING STANOLIC ESTERS**

(57) Abstract:

FIELD: chemical industry. SUBSTANCE: described is method of preparing stanolic esters by hydrogenation of sterol composition in solvent for hydrogenation process at elevated temperature in the presence of hydrogenation catalyst followed by removal of hydrogenation catalyst from the resulting hot solution followed by transesterification of intermediate stanol composition with fatty acid methyl ester at elevated temperature in the presence of transesterification catalyst and finally

stanolic ester composition thus prepared is purified. Intermediate stanol composition is neither crystallized nor removed from reaction solution, but solved for hydrogenation process is at least partially replaced by transesterification process reagent. Alevatively, solvent for hydrogenation process is useful as solvent for transesterification process and is preferably transesterification process reagent. EFFECT: more efficient preparation method. 2 cl, 5 ex

Изобретение относится к способу получения станоловых эфиров, в частности, путем гидрирования, по меньшей мере, одного стерола в растворителе и при повышенной температуре в присутствии катализатора гидрирования стерола в соответствующий станол или композицию станолов, с последующим удалением катализатора гидрирования из образованного реакционного раствора, с последующей переэтерификацией станола или композиции станолов с эфиром, содержащим более низший алкил, при повышенной температуре и в присутствии катализатора переэтерификации, и наконец полученные таким образом станоловый эфир или композиция станоловых эфиров проходят стадию очистки.

Соединения, содержащие станол, обычно присутствуют в растениях и животных, хотя и в небольших количествах. Соединения стерола в большинстве случаев присутствуют в организмах животных в виде холестерина. Соединения стерола, присутствующие в растениях, обычно состоят из нескольких стерольных структур, которые имеют структурное сходство между собой. Среди последних наиболее часто встречаются β -ситостерол, кампестерол и сигмастерол. В зависимости от источников растительного сырья могут также присутствовать различные другие соединения, имеющие сходство с выше указанными стеролами, например брассикастерол в рапсе, α -ситостерол и бетулинол в березе, метилениклоартанол и циклоартенол, авенастеролы и т. д.

Стероиды, содержащиеся в древесных материалах, также включают насыщенные стерольные соединения, в частности двойная связь между 5 и 6 атомами углерода в структуре стерола гидрирована с образованием насыщенной углерод-углеродной связи. Эти соединения называются станолами. Станол, соответствующий наиболее распространенному растительному стеролу- β -ситостеролу, является таким образом β -ситостанолом. Процесс гидрирования станолов описан, например, в "Organic Preparations and Procedures" 1 (2) (1969) 107-109 (Augustine, R. L. и Reardon Jr, E. J. : The Palladium catalyzed hydrogenation of cholesterol) и в "Atherosclerosis" 24 (1975) 301-309 (Sugano, M. et al. : Lipid-lowering activity of phytosterols in rats).

Холестерин является необходимым соединением для организма человека, а также других позвоночных, например, в качестве ингредиента скелетных структур. В высоких концентрациях, однако, холестерин вреден, так как он накапливается на стенках кровеносных сосудов и увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний.

При проведении исследований наблюдалось, что растительные соединения, содержащие стерол, и, в частности, растительные соединения, содержащие станол, добавляемые к диете, понижают концентрацию холестерина в сыворотке крови в организме человека. В том случае, когда для понижения уровня холестерина желательно использовать соединения, которые являются производными от растительных стеролов, с точки зрения

эффективности и применимости указанных соединений важно, чтобы они находились в подходящей химической и физической форме.

В патенте США 5502045 выдвигается предположение, что наиболее выгодной формой использования растительных соединений, содержащих стерол, является перевод этих соединений в насыщенные формы станолов и эстерификация их с жирными кислотами. В этом случае, с одной стороны, функциональная эффективность соединений является самой высокой и, с другой стороны, являясь жирорастворимыми, они могут легко быть добавлены к различным продуктам питания.

Метод, традиционно используемый для получения рассматриваемых соединений, так называемых станоловых эфиров, соответствует способу, согласно которому на первом этапе стерол подвергается каталитическому гидрированию в растворителе процесса гидрирования. Гидрированный стерол (станол) кристаллизуется и впоследствии отфильтровывается от реакционной смеси, а затем подается на процесс переэтерификации, при котором реагентом переэтерификации обычно является метиловый эфир растительного масла (Южно Африканский патент ZA 96/7616).

Известный способ, описанный выше, имеет недостаток, заключающийся в том, что стоимость станолового эфира, произведенного указанным способом, становится относительно высокой вследствие высоких капитальных затрат, требуемых для фильтрации кристаллизованного промежуточного соединения, содержащего станол. Считалось, что для получения достаточно чистого конечного продукта промежуточное соединение, содержащее станол, должно быть отделено от реакционной смеси перед процессом переэтерификации.

Таким образом, задачей, поставленной перед настоящим изобретением, является создание более совершенного, чем предыдущий, способа получения жирорастворимых станоловых эфиров, при этом упрощается процесс получения станоловых эфиров и понижаются капитальные затраты предприятия для получения станоловых эфиров, обеспечивается почти количественный выход продукта, за счет чего максимизировано производство конечного продукта станолового эфира с достаточно высоким качеством.

Таким образом, настоящее изобретение обеспечивает создание способа получения станолового эфира, подобного охарактеризованному в ограничительной части первого пункта формулы изобретения, основные характеристики способа отражены в формуле изобретения.

Изобретение основано на идее о том, что капитальные затраты предприятия для получения станоловых эфиров могут быть существенно снижены, если опустить этапы кристаллизации и фильтрации кристаллического промежуточного соединения, содержащего станол, от реакционной смеси, когда растворитель процесса гидрирования оставлен в реакционном растворе, из которого был удален катализатор гидрирования. Если необходимо, то растворитель процесса

гидрирования удаляется из реакционной смеси только после добавления к реакционной смеси реагента процесса переэтерификации и растворителя для процесса переэтерификации, если таковые имеются.

Предпочтительно, однако, чтобы растворитель, используемый в процессе гидрирования, использовался не только как растворитель, но и в качестве реагента в процессе переэтерификации.

В том случае, когда станол, образованный в качестве промежуточного продукта в реакции гидрирования, не отделен от реакционной смеси перед этапом переэтерификации, тогда достигается не только понижение капитальных затрат, но также почти количественный выход конечного продукта, так как избегаются потери выхода продукции, которые иначе были бы неизбежны при промежуточном отделении и фильтровании кристаллического промежуточного продукта.

В особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения в качестве реагента процесса переэтерификации и, возможно, в качестве растворителя для процесса гидрирования используют метиловый эфир жирной кислоты, полученный из растительного масла. Особенно выгодно использовать для процесса гидрирования растворитель, имеющий более низкую точку кипения, чем реагент процесса переэтерификации; в этом случае растворитель для процесса гидрирования может быть удален дистилляцией от реакционного раствора, к которому добавлен или ранее был добавлен реагент процесса переэтерификации. По этой же причине избегают добавления насыщенных жирных кислот к конечному продукту станолового эфира. В этом случае используемый растворитель для процесса гидрирования предпочтительно является метиловым эфиром кокосовых жирных кислот или жирных кислот пальмового масла, тогда как реагент процесса переэтерификации является метиловым эфиром жирных кислот рапсового масла. Источником жирной кислоты или композиции жирных кислот в эфире спирта, который используется в качестве реагента процесса переэтерификации, могут быть жирные кислоты любого жира, масла или их композиции.

Станоловые эфиры действительно могут быть получены согласно изобретению, без кристаллизации и отделения станолов, также и с использованием обычных растворителей для процесса гидрирования вместо метиловых эфиров жирных кислот. В этом случае подходящими растворителями являются спирты, углеводороды и эфиры типа тетрагидрофурана. Особенно выгодно использование в качестве растворителя для процесса гидрирования высококипящего неароматического и, следовательно, инертного алифатического углеводорода, поскольку он не взаимодействует с реагентом процесса переэтерификации на этапе переэтерификации. Это альтернативное решение более предпочтительно в том случае, когда желательно предотвратить включение насыщенных жирных кислот в получаемый станоловый эфир. В этом случае метиловый эфир жирной кислоты, используемый в процессе переэтерификации,

добавляют к реакционной смеси, оставшейся после гидрирования и от которой отделен катализатор гидрирования, после чего перед фактическим проведением процесса переэтерификации удаляют путем дистилляции растворитель для процесса гидрирования. Однако использование метиловых эфиров жирных кислот может быть оправдано, так как они имеют более высокую температуру вспышки, чем обычные растворители типа н-пропанола, что обеспечивает лучшую пожарную безопасность.

Катализатор гидрирования предпочтительно представляет собой катализатор на основе благородного металла, такого как палладий на угле или на органическом полимерном соединении. Процесс гидрирования предпочтительно проводят при температуре не выше 120 °C, но давление водорода может варьироваться в широком диапазоне. Количество катализатора гидрирования, используемого в реакции, также может быть различным, но предпочтительным является использование активного компонента в количестве 0,1-2% от массы стерола, который должен быть подвергнут гидрированию. При использовании этих условий процесса гидрирования сам процесс гидрирования может быть проведен при высоких концентрациях твердых веществ, быстро и без образования нежелательных вредных продуктов.

На заключительной стадии гидрирования катализатор процесса гидрирования удаляют посредством фильтрации горячей реакционной смеси. Фильтрование катализатора гидрирования является простым процессом и не требует высоких затрат.

В качестве катализатора процесса переэтерификации предпочтительно используют алкоголь щелочного металла, такого как метилат или этилат натрия. В этом случае количество катализатора процесса переэтерификации составляет 0,1-1% от массы реакционного раствора. Процесс переэтерификации проводят при 100-130 °C и при использовании стехиометрического избытка реагента процесса переэтерификации, например двойного избытка относительно станолола или станоловой композиции.

Согласно изобретению, в способе в качестве исходного вещества может быть использован любой стерол или композиция стеролов растительного происхождения, и в принципе также животные стеролы, например холестерин и ланостерол. Однако предпочтительно, чтобы гидрируемая композиция стеролов содержала главным образом ситостерол и добавочно кампестерол и, возможно, стигмастерол. Особенно предпочтительно, чтобы гидрируемая смесь стеролов была на основе таллового или растительного масла.

Неожиданным является то, что даже если опустить необходимые с точки зрения предшествующего известного способа получения станоловых эфиров, такие операции, как кристаллизацию промежуточного соединения, содержащего станол, и удаление кристаллов фильтрацией, конечный продукт станолового эфира тем не менее может быть получен в достаточно чистом состоянии и, прежде всего, с более

высоким выходом при использовании процесса очистки после стадии переэтерификации, который сам по себе известен. Даже если концентрация примесей (например, продуктов дегидрирования токоферолов и стеролов, углеводов с длинной цепочкой атомов углерода, и спиртов жирного ряда), образованных в реакции и принесенных с сырьем, были достаточно высоки, то, согласно изобретению, возможно их удаление с использованием известного метода, например дистилляции с водяным паром и адсорбции. Дополнительно к этим процессам очистки может быть также использован, например, процесс тонкопленочного испарения.

На первом этапе проводимой серии реакций - стадии гидрирования - предпочтительно использование таких катализаторов, как катализаторы, содержащие благородные металлы: палладий, платину или рутений. Также возможно, например, использование никеля Ренея, кобальта, или меднохромитных катализаторов. Носителем катализатора может быть, например, углерод, оксид алюминия, силикагель или органический полимерный носитель.

Процесс гидрирования проводят предпочтительно при температуре ниже примерно 120°C. Давление в реакционной смеси может варьироваться в очень широких пределах. Концентрация катализатора также может меняться в широких пределах. Путем поддержания температуры на указанном выше уровне наиболее эффективно избегают образования побочных продуктов (например, реакции отщепления гидроксила).

Таким образом, при соответствующем выборе условий гидрирования непосредственно сам процесс гидрирования может быть выполнен при высокой концентрации сухого вещества, быстро и без образования вредных побочных продуктов.

Перед окончанием реакции гидрирования катализатор процесса гидрирования удаляют из реакционной смеси путем фильтрования. Если перед переэтерификацией желательно удалить часть растворителя процесса гидрирования (метилового эфира или подобного другого растворителя), его необходимо осуществить на последующем этапе. Это выполняется путем добавления к реакционной смеси метилового эфира жирной кислоты, который должен быть использован в процессе переэтерификации, перед проведением или после проведения дистилляции. Условия проведения процесса дистилляции растворителя, конечно, зависят от физических свойств используемого растворителя. При этом желательное условие состоит в том, что точка кипения растворителя для процесса гидрирования должна значительно отклоняться (в нижнюю сторону) от точки кипения метилового эфира жирной кислоты, использующегося в качестве реагента, для того, чтобы обеспечить возможность фракционного удаления растворителя процесса гидрирования.

Следующим этапом получения станолового эфира является стадия переэтерификации станолола с эфиром жирной кислоты, содержащимся в реакционном растворе.

Реакция эстерификации по существу может протекать под влиянием любых

реагентов, катализирующих переэтерификацию (например, неорганические кислоты, толуолсульфокислота, органические соединения олова или щелочные катализаторы). Однако особенно предпочтительно использование в процессе переэтерификации алколюлятов щелочных металлов, например метилата или этилата натрия - катализаторов переэтерификации, которые сами по себе известны из литературы. Концентрация катализатора и другие реакционные условия варьируют в широких пределах в зависимости от типа используемого катализатора. В реакции с использованием метилата натрия желательно использовать катализатор в количестве примерно 0,1-1% от количества реакционной смеси. При 100-130°C в течение 60-180 мин реакция проходит полностью при примерно двойном стехиометрическом избытке метилового эфира жирной кислоты относительно количества станолола, использующегося в процессе переэтерификации.

После этапа переэтерификации образованные в реакции и внесенные с исходным сырьем примеси (катализаторы, продукты разложения стерола и др.) могут быть удалены промывкой водой и путем дистилляции с водяным паром и дополнительно, если необходимо, абсорбцией примесей подходящим абсорбционным материалом (например, содержащим активированный уголь и/или отбеливающую землю). Дистилляция с водяным паром является необходимым этапом очистки и для удаления избытка любого реагента. Подходящими условиями стадии дистилляции при использовании метилового эфира рапсовых жирных кислот в качестве растворителя являются: температура 180-230 °C, давление 0,1-1 кПа и количество подаваемого пара примерно 2-10% от общего количества реакционной смеси.

Ниже представлены примеры способа получения станоловых эфиров согласно изобретению.

ПРИМЕР 1. 300 г стерола, полученного из таллового масла (10% кампестерол/станол, 90% β-ситостерол/станол) были суспендированы в 700 г метилового эфира кокосовой жирной кислоты (в котором содержались эфиры жирных кислот, в основном C₆-C₁₄). Pd катализатор, нанесенный на волокнистый полипропилен, Smop-20 (произведен Stoptech, Turku, Финляндия), был добавлен в количестве 0,7% от количества стерола, температура была повышена до 120°C, и реакционный автоклав был продут азотом. После этого в течение 130 мин в реакционную смесь подавали водород. Во время проведения гидрирования давление в реакционной смеси варьировалось в диапазоне 1-2 атм. Катализатор гидрирования был удален из горячей реакционной среды путем фильтрации. После этого в реакционную смесь ввели 360 г метилового эфира жирной кислоты рапсового масла, и добавленный в качестве растворителя метиловый эфир кокосовой жирной кислоты был удален путем дистилляции при 140°C и давлении 0,8 кПа. После этого в качестве катализатора переэтерификации добавили 3 г

метилата натрия, и процесс перэтерификации проводили при 120°C в течение 5 ч при давлении 0,5 кПа. Полученный эфир был дважды промыт водой, а избыток метилэфирного реагента и примеси были дистиллированы с водяным паром при 200°C и 0,3 кПа. Продукт был отфильтрован через отбеливающую землю и слой активированного угля. Полученный продукт на основе станолового эфира содержал 0,02% свободных жирных кислот, 0,3% метиловых эфиров жирных кислот, и 0,8% не подвергшихся эстерификации стерольных соединений. По данным метода ДСК (дифференциальной сканирующей калориметрии), точка плавления эфира станола составляла 36-39°C

ПРИМЕР 2. 295 г стерола, полученного из растительного масла (25% кампестерола, 55% β -ситостерола и 15% стигматерола), были суспендированы в 705 г метилового эфира кокосовой жирной кислоты (в котором содержались эфиры жирных кислот, в основном C_6 - C_{14}). Был добавлен катализатор Pd/C (5% Pd на углеродном носителе, 0,2% палладия от количества стерола), температура была повышена до 120°C. Реакционный автоклав был продут азотом. После этого азот был заменен водородной атмосферой, при этом водород поступал в реакционную смесь в течение 110 мин. Во время гидрирования давление водорода в реакционной смеси было 1-2 атм.

Катализатор гидрирования был удален из реакционной смеси путем фильтрации.

После этого 3 г метилата натрия было добавлено в качестве катализатора эстерификации, и реакция эстерификации протекала при 125°C в течение 1,5 ч при давлении 0,7-0,9 кПа, в это время был удален образовавшийся метанол. Эфирный продукт на первом этапе был дистиллирован с водяным паром при 140-145°C и 0,7-0,9 кПа. В заключение температура была повышена до 200-205°C (давление 0,3-0,4 кПа) для удаления высококипящих примесей. Полученный продукт был отфильтрован через отбеливающую землю и слой активированного угля. Полученный продукт на основе станолового эфира содержал 0,025% свободных жирных кислот, 0,3% метиловых эфиров жирных кислот, 0,6% не подвергшихся эстерификации стерольных соединений. Точка плавления станолового эфира составляла 93-97°C по данным метода ДСК.

ПРИМЕР 3. В способе, описанном в примере 2, метиловый эфир жирной кислоты рапсового масла был использован в качестве растворителя для процесса гидрирования и в тоже время он же был использован в качестве реагента процесса эстерификации вместо метилового эфира кокосовой жирной кислоты. Этапы взаимодействий и очистки были проведены согласно примеру 2 (однако температура и давление во время проведения дистилляции с водяным паром составляли 200-205°C/0,3-0,4 кПа). Полученный пластичный продукт имел температуру плавления в диапазоне 98-104°C.

ПРИМЕР 4. В этом примере, используемым растворителем для процесса гидрирования, был метиловый эфир кокосовой жирной кислоты, который перед этапом перэтерификации был частично удален

дистилляцией с водяным паром и заменен метиловым эфиром жирной кислоты рапсового масла.

250 г стерола, полученного из растительного масла, были суспендированы в 650 г метилового эфира кокосовой жирной кислоты. Катализатор Pd/C был добавлен в количестве 0,2%, и процесс гидрирования стерола проводили как в предыдущих примерах.

Катализатор гидрирования был удален из реакционной смеси путем фильтрации.

После этого 300 г метилового эфира жирной кислоты рапсового масла было направлено в реакционную смесь, и насыщенный эфир кокосовой жирной кислоты был дистиллирован при 140-150°C и 0,7-0,9 кПа. Смесь была подвергнута перэтерификации и очищена способами, указанными в предыдущих примерах. Полученный пластичный продукт светло-желтого цвета имел температуру плавления в диапазоне 69-74°C.

ПРИМЕР 5. Согласно способу, описанному в примере 1, высококипящий алифатический углеводород (температурный диапазон дистилляции 180-210°C), свободный от ароматических соединений, был использован в качестве растворителя для процесса гидрирования вместо эфира кокосовой жирной кислоты. Процессы взаимодействий и очистки были проведены согласно примеру 1. Полученный продукт был пластичной массой, соответствующей продукту в примере 1 и имеющей температуру плавления в диапазоне 37-40°C.

Формула изобретения:

1. Способ получения станоловых эфиров путем гидрирования по меньшей мере одного стерола в растворителе и при повышенной температуре в присутствии катализатора гидрирования с образованием по меньшей мере одного станола, с последующим удалением катализатора гидрирования из полученного реакционного раствора, с последующим проведением процесса перэтерификации, по меньшей мере одного указанного станола с эфиром, содержащим более низший алкил, при повышенной температуре и в присутствии катализатора перэтерификации и последующей очисткой полученного таким образом станолового эфира или композиции станоловых эфиров, отличающийся тем, что растворитель для процесса гидрирования оставляют в реакционном растворе, из которого удален катализатор гидрирования, при этом растворитель для процесса гидрирования а) по меньшей мере частично заменяют реагентом перэтерификации и/или б) используют в качестве растворителя также для процесса перэтерификации и предпочтительно одновременно в качестве реагента процесса перэтерификации.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве реагента процесса перэтерификации и, по возможности, в качестве растворителя для процесса гидрирования используют метиловый эфир жирной кислоты, полученный из растительного масла.

3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что растворитель для процесса гидрирования является более низкокипящим, чем реагент

процесса переэтерификации, и его удаляют путем фракционной дистилляции из реакционного раствора, в который при этом или ранее добавляют реагент процесса переэтерификации.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что в качестве растворителя для процесса гидрирования используют метиловый эфир кокосовой жирной кислоты, а в качестве реагента в процессе переэтерификации - метиловый эфир жирной кислоты рапсового масла.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве растворителя для процесса гидрирования и одновременно в качестве растворителя для процесса переэтерификации используют спирт или высококипящий алифатический углеводород, свободный от ароматических соединений.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что в качестве катализатора гидрирования используют катализатор, содержащий благородный металл, предпочтительно палладий на угле или на органическом полимерном соединении.

7. Способ по п. 6, отличающийся тем, что катализатор гидрирования используют в количестве 0,1-2,0% от массы активного компонента стерола, подлежащего гидрированию.

8. Способ по любому из предыдущих

пунктов, отличающийся тем, что процесс гидрирования проводят при температуре не выше около 120°C и катализатор гидрирования удаляют из реакционного раствора предпочтительно путем фильтрации.

9. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что в качестве катализатора переэтерификации используют алкоголят щелочного металла, предпочтительно метилат или этилат натрия.

10. Способ по п. 9, отличающийся тем, что катализатор переэтерификации используют в количестве 0,1-1,0% от массы реакционного раствора.

11. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что процесс переэтерификации проводят при 100-130°C и при использовании стехиометрического избытка реагента процесса переэтерификации относительно станола или композиции станолов.

12. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что композиция стеролов, подлежащая гидрированию, состоит в основном из ситостерола и дополнительно из кампестерола и возможно стигмастерола.

13. Способ по п. 12, отличающийся тем, что композицию стеролов, подлежащую гидрированию, получают на основе таллового или растительного масла.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60