DOI: 10.17117/na.2015.05.153

Поступило в редакцию: 27.05.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.05.153.pdf>**Гущина Е.А., Вдовичева В.В., Тихомиров Г.А.****О трисахаридах с точки зрения химика****Guschina E.A., Vdovicheva V.V., Tihomirov G.A.****About the trisaharidakh from the point of view of the chemist**

Трисахаридами называют углеводы, состоящие из трёх остатков моносахаридов, связанных гликозидными связями. Наиболее важными представителями являются раффиноза, мелецитоза, генцианоза, солатриоза, целлотриоза и др. Свойства трисахаридов определяются тем, к какому типу (восстанавливающих или не восстанавливающих) они относятся, а также их моносахаридным составом. Для получения трисахаридов часто используется частичный гидролиз высших полисахаридов. Основной задачей при получении трисахаридов из любого природного источника является выделение индивидуальных соединений из сложной смеси моно- и олигосахаридов

Ключевые слова: трисахариды, углеводы, раффиноза, моносахариды, химические свойства

Trisaharidami is called by the carbohydrates consisting of three remains of the monosaccharides connected by glycosidny communications. The most important representatives are a raffinosa, a meletsitoza, a gentsianoza, a solatrioza, a tsellotrioza, etc. Properties of trisaharid are defined by to what type (restoring or not restoring) they belong, and also their monosaccharidny structure. For receiving trisaharid partial hydrolysis of the highest polysaccharides is often used. The main objective when receiving trisaharid from any natural source is allocation of individual connections from difficult mix mono – and oligosaccharides

Key words: trisaharida, carbohydrates, raffinoz, monosaccharides, chemical properties

Гущина Елена Аркадьевна

Кандидат химических наук, доцент
Нижегородская государственная
сельскохозяйственная академия
г. Н. Новгород, пр. Гагарина, 97

Guschina Elena Arkadyevna

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Nizhny Novgorod state agricultural academy
Nizhny Novgorod, Gagarin ave., 97

Вдовичева Валентина Владимировна

Кандидат химических наук, доцент
Нижегородская государственная медицинская
академия
Н. Новгород, пл. Минина, 10/1

Vdovicheva Valentina Vladimirovna

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Nizhny Novgorod state medical academy
Nizhny Novgorod, pl. Minina, 10/1

Тихомиров Геннадий Александрович

Кандидат военных наук, профессор, заведующий
кафедрой
Институт пищевых технологий и дизайна
(филиал) НИЭУ
г. Н. Новгород, мкр. Щербинки, 21

Tihomirov Gennady Aleksandrovich

Candidate of Military Sciences, Professor, Head of
Department
Institute of Food Technology and Design (branch)
NEEU
N. Novgorod, Shcherbinki ave., 21

Трисахариды относятся к углеводам и состоят из трёх остатков моносахаридов. Наиболее важными представителями трисахаридов являются раффи-

ноза, мелецитоза, генцианоза, солатриоза, мальтотриоза, маннитотриоза, рамниноза, целлотриоза, микотриоза, плантеоза, бифуркоза, фукозиллактоза [1, с. 96; 2, с. 417; 4, с. 141; 6, с. 173].

Трисахариды, построенные из остатков одного и того же моносахарида, относятся к гомотрисахаридам. Их примерами служат:

– мальтотриоза, построенная из остатков α ,D-глюкопиранозы:

– целлотриоза, построенная из трёх остатков β ,D-глюкопиранозы:

Если трисахариды состоят из остатков разных моносахаридов, то их относят к гетеротрисахаридам. Этих трисахаридов большинство. Одним из важнейших их представителей является раффиноза [1, с. 96; 4, с. 125]. Она содержится в сахарной свёкле, семенах хлебных злаков, риса, хлопчатника, бобовых растениях и высушенном соке эвкалипта (манне).

Раффиноза состоит из α ,D-галактопиранозы; α , β -глюкопиранозы и β ,D-фруктофуранозы. Остаток галактопиранозы соединён с остатком глюкопиранозы гликозидной связью 1,6, а последний с остатком фруктофуранозы – гликозидной связью 1,2:

Трисахариды различаются строением входящих в них остатков моносахаридов, их последовательностью в цепи, наличием или отсутствием разветв-

лений, размерами цикла (фуранозной или пиранозной), а также конфигурацией гликозидных центров (α -, β -). Кроме того каждый моносахаридный остаток может соединяться гликозидной связью с любой гидроксильной группой соседнего остатка, включая полуацетальный гидроксил. Всё это в совокупности приводит к возникновению огромного числа возможных изомеров [1, 2]. Так три разные гексозы, например D-глюкоза, D-галактоза и D-манноза, теоретически дают 4896 изомерных трисахаридов [5, с. 746].

Для названия олигосахаридов (трисахаридов в том числе) часто используются тривиальная номенклатура, обычно связанная с источниками получения вещества, и сокращённая запись структур, в которых остатки моносахаридов обозначаются тремя буквами (символами).

Например, глюкоза – Glc; манноза – Man;
галактоза – Gal; фруктоза – Fru;
рамноза – Rha; фукоза – Fuc.

После символа помещают буквы «p» или «f», обозначая этим пиранозную или фуранозную форму соответствующего моносахарида. Цифры в скобках обозначают положение гидроксильных групп, участвующих в межмолекулярной связи. Направление гликозидной связи указывается стрелкой.

Примеры сокращённой записи структур некоторых трисахаридов:

1. Раффиноза или α ,D- Gal p(1 $\rightarrow$ 6) α ,D- Glc p(1 $\leftrightarrow$ 2) β ,D- Fru f.
2. Мелетитоза или α ,D- Glc p(1 $\leftrightarrow$ 2) β ,D- Fru f(3 $\leftarrow$ 1) α ,D- Gle p.
3. Генцианоза или β ,D- Glc p(1 $\rightarrow$ 6) α ,D- Glc p(1 $\leftrightarrow$ 2) β ,D- Fru f.
4. Фукозиллактоза или β ,D- Gal p (1 $\rightarrow$ 4) α ,D- Glc p.

Фукозиллактоза вместе с другими олигосахаридами группы лактозы содержится в молоке млекопитающих. На её долю приходится около 10% от общего количества сопровождающих лактозу олигосахаридов. Одна из функций олигосахаридов молока заключается в формировании бактериальной флоры в кишечнике новорождённых, необходимой для нормального пищеварения. В женском молоке содержание олигосахаридов, включая лактозу, составляет около трёх граммов в литре.

По химическим свойствам трисахариды подразделяются на восстанавливающие и невосстанавливающие. Если в молекуле трисахарида все гликозидные связи образованы полуацетальным гидроксидом одного и спиртовым гидроксидом другого моносахаридного остатка, то в конце цепи остаётся свободный полуацетальный гидроксил, способный таутомерно переходить в карбонильную группу. Такие трисахариды называются восстанавливающими и проявляют все свойства моносахаридов, в том числе дают реакцию Троммера и серебряного зеркала. Например, восстанавливающими трисахаридами являются мальтотриоза, целлотриоза, маннитотриоза, рамниноза, солактриоза и другие [2, с. 420].

Трисахариды, которые не содержат свободного полуацетального гидроксильного, называются невосстанавливающими [1, с. 96]. Они проявляют только свойства многоатомных спиртов. Типичные представители: раффиноза, гентианоза (содержится в корнях горечавки) и мелецитоза (находится в некоторых сортах манной, в листьях липы, в некоторых сортах мёда до 20%).

Структурная формула мелецитозы имеет вид:

Большинство трисахаридов представляют собой бесцветные аморфные или кристаллические вещества. Они растворимы в воде, меньше растворяются в полярных органических растворителях и практически нерастворимы в неполярных [5, с. 749]. При нагревании трисахариды растворимы в пиридине и уксусной кислоте. Уксусная кислота особенно эффективна для проведения кристаллизации восстанавливающих трисахаридов, поскольку в среде уксусной кислоты мутаротационное равновесие устанавливается быстро, что ускоряет и облегчает кристаллизацию. Восстанавливающие трисахариды обычно кристаллизуются в виде одного определённого аномера и труднее, чем невосстанавливающие. Как аморфные, так и кристаллические трисахариды нередко плавятся в некотором интервале температур и, как правило с разложением [6, с. 175]. Многие трисахариды обладают слабым сладким вкусом (маннитриоза, рамниноза и другие). Раффиноза не имеет сладкого вкуса.

Наиболее характерной реакцией, свойственной всем трисахаридам, является их гидролиз, в результате которого происходит расщепление гликозидных связей и образование моносахаридов. Различают:

Кислотный гидролиз. Например, полный гидролиз раффинозы протекает таким образом:

раффиноза

α,D-
галактоза

α,D-
глюкоза

β,D-фруктоза

Ферментативный гидролиз. Например, раффиноза под действием фермента инвертазы распадается на фруктозу и дисахарид мелибиозу, состоящую

из галактозы и глюкозы. С другой стороны гидролиз под действием фермента галактозидазы приводит к образованию галактозы и сахарозы.

Кислотный и ферментативный гидролиз используются для установления моносахаридного состава и последовательности отдельных моносахаридов в цепи трисахарида. Окисление или восстановление карбонильной группы позволяет идентифицировать моносахарид, расположенный на восстанавливаемом конце молекулы трисахарида. Превращение всех гидроксильных групп трисахарида в метиловые эфиры с последующим гидролизом и идентификацией метилированных моносахаридов (так называемый метод метилирования) служит химическим способом определения размера циклов (фуранозный, пиранозный) и расположения межмономерных связей в молекуле трисахарида.

Трисахариды, находящиеся в свободном состоянии в пищевых продуктах, извлекают водной экстракцией. Для получения трисахаридов часто используется частичный гидролиз высших полисахаридов [3, с. 201; 4, с. 140]. Основной задачей при получении трисахаридов из любого природного источника является выделение индивидуальных соединений из сложной смеси моно- и олигосахаридов. Для этой цели разработано несколько методов, основанных на хроматографии. Существуют и синтетические способы получения трисахаридов (ферментативный и микробиологический синтез).

Список литературы:

1. Брейтбург А.М. Биологическая химия. М.: Государственное издательство торговой лит-ры, 1959. 408 с.
2. Кочетков Н.К., Бочков А.Ф., Дмитриев Б.А., и другие. Химия углеводов. М.: Химия, 1967. 671 с.
3. А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, В.Н. Буянов. Основы органической химии пищевых, кормовых и биологически активных добавок. М.: Химия, 2006. 278 с.
4. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочаткова А.А. Пищевая химия. СПб.: ГИОРД, 2004. 640 с.
5. Химическая энциклопедия. Т. 3. М.: Большая Российская энцикл., 1992. 639 с.
6. Шорыгин П.П. Химия углеводов. М.: ОНТИ, 1938. 331 с.

© 2015, Гущина Е.А., Вдовичева В.В.,
Тихомиров Г.А.
О трисахаридах с точки зрения химика

© 2015, Guschina E.A., Vdovicheva V.V.,
Tihomirov G.A.
About the trisaharidakh from the point of view
of the chemist