

ISSN 2518-1629 (Online),  
ISSN 2224-5308 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институтының

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Института биологии и биотехнологии растений

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
of the Institute of Plant Biology and Biotechnology

**БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ МЕДИЦИНА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ**



**SERIES**

**OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

**3 (321)**

**МАМЫР – МАУСЫМ 2017 ж.**

**МАЙ – ИЮНЬ 2017 г.**

**MAY – JUNE 2017**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі, м. ғ. д., проф.

**Ж. А. Арзықұлов**

**Абжанов Архат** проф. (Бостон, АҚШ),  
**Абелев С.К.** проф. (Мәскеу, Ресей),  
**Айтқожина Н.А.** проф., академик (Қазақстан)  
**Акшулаков С.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Алшынбаев М.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Березин В.Э.**, проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Бисенбаев А.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Бишимбаева Н.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Ботабекова Т.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Жамбакин К.Ж.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Ishchenko Alexander**, prof. (Villejuif, France)  
**Қайдарова Д.Р.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Күзденбаева Р.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Лось Д.А.** prof. (Мәскеу, Ресей)  
**Lunefeld Bruno** prof. (Израиль)  
**Миербеков Е.М.** проф. (Қазақстан)  
**Муминов Т.А.** проф., академик (Қазақстан)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Рахыпбеков Т.К.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сапарбаев Мұрат** проф. (Париж, Франция)  
**Сарбассов Дос** проф. (Хьюстон, АҚШ)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Биология және медициналық сериясы».

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5546-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [biological-medical.kz](http://biological-medical.kz)

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
академик НАН РК, д.м.н., проф.

**Ж. А. Арзыкулов**

**Абжанов Архат** проф. (Бостон, США),  
**Абелев С.К.** проф. (Москва, Россия),  
**Айтхожина Н.А.** проф., академик (Казахстан)  
**Акшулаков С.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Алчинбаев М.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Березин В.Э.**, проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Бисенбаев А.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Бишимбаева Н.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Ботабекова Т.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Жамбакин К.Ж.** проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Ishchenko Alexander** prof. (Villejuif, France)  
**Кайдарова Д.Р.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Кузденбаева Р.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Лось Д.А.** prof. (Москва, Россия)  
**Lunenfeld Bruno** prof. (Израиль)  
**Миербеков Е.М.** проф. (Казахстан)  
**Муминов Т.А.** проф., академик (Казахстан)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Рахыпбеков Т.К.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сапарбаев Мурат** проф. (Париж, Франция)  
**Сарбассов Дос** проф. (Хьюстон, США)

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская».

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов  
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5546-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

academician of NAS RK, doctor of medical science, professor

**Zh. A. Arzykulov**

**Abzhanov Arkhat** prof. (Boston, USA),  
**Abelev S.K.** prof. (Moscow, Russia),  
**Aitkhozhina N.A.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Akshulakov S.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Alchinbayev M.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Berezin V.Ye.**, prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Bisenbayev A.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Bishimbayeva N.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Botabekova T.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Ellenbogen Adrian** prof. (Tel-Aviv, Israel),  
**Zhambakin K.Zh.** prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Ishchenko Alexander**, prof. (Villejuif, France)  
**Kaydarova D.R.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Kuzdenbayeva R.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Los D.A.** prof. (Moscow, Russia)  
**Lunefeld Bruno** prof. (Israel)  
**Miyerbekov Ye.M.** prof. (Kazakhstan)  
**Muminov T.A.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Purton Saul** prof. (London, UK)  
**Rakhypbekov T.K.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Saparbayev Murat** prof. (Paris, France)  
**Sarbassov Dos**, prof. (Houston, USA)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biology and medicine.**

**ISSN 2518-1629 (Online),**

**ISSN 2224-5308 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5546-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 3, Number 321 (2017), 165 – 170

**B. Sh. Kedelbaev<sup>1</sup>, K. M. Lakhanova<sup>2</sup>**<sup>1</sup>South Kazakhstan state university of M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan,<sup>2</sup>Yassawi International Kazakh-Turkish university, Turkestan, Kazakhstan,

E-mail: kedelbaev@yandex.ru

**RESEARCH OF THE PROCESS OF XYLITOL PRODUCTION  
BY HYDROLYTIC HYDROLYSIS AND HYDROGENATION  
OF THE BREWERY MASH**

**Abstract.** The work purpose – development of technology of deep processing of a beer pellet for receiving xylitol by means of the chemical hydrolytic hydrolysis and hydrogenation based on use of the combined (hybrid) process.

Researches on studying of process of chemical hydrolytic hydrolysis and hydrogenation of a beer pellet are conducted, optimum parameters of process are developed. Therefore we have realized the combined (hybrid) hydrolysis hydrogenation process of receiving xylitol. Catalysts are developed for this process, their activity is investigated. Influence of temperature of experience, pH, pressure of hydrogen, the nature of the used acid, the recovery agent, quantity and the nature of the put catalyst promoting ferroalloy additives on conversion of polysaccharide and selectivity on xylitol is studied.

Developed by us will allow to improve traditional processes in respect of elimination of numerous stages of cleaning and allocation of intermediate products. They give the chance of realization of the one-reactor combined (hybrid) process of receiving such valuable chemical as xylitol.

**Key words:** beer pellet, hydrolysis, hydrogenation, polysaccharides, hydrolytic hydrogenation, pentozana, xyrod, xylitol, isopropanol, ferroalloy.

УДК 541.128

**Б. Ш. Кедельбаев<sup>1</sup>, К. М. Лаханова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Южно-Казахстанский государственный университет М. Ауезова, Шымкент, Казахстан,<sup>2</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясауи, Туркестан, Казахстан**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КСИЛИТА  
ПУТЕМ ГИДРОЛИТИЧЕСКОГО ГИДРОЛИЗА  
И ГИДРИРОВАНИЯ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ**

**Аннотация.** Цель работы – разработка технологии глубокой переработки пивной дробины для получения ксилита посредством химического гидролитического гидролиза и гидрирования, основанного на использовании совмещенного (гибридного) процесса.

Проведены исследования по изучению процесса химического гидролитического гидролиза и гидрирования пивной дробины, разработаны оптимальные параметры процесса. В результате чего нами реализован совмещенный (гибридный) гидролиз-гидрирование процесс получения ксилита. Разработаны катализаторы для данного процесса, исследована их активность. Изучено влияние температуры опыта, pH, давления водорода, природы используемой кислоты, восстановительного агента, количества и природы нанесенного катализатора, промотирующей добавки ферросплава на конверсию полисахарида и селективности по ксилиту.

Разработанное нами позволит усовершенствовать традиционные процессы в плане ликвидации многочисленных стадий очистки и выделения промежуточных продуктов. Они дают возможность реализации одnoreакторного совмещенного (гибридного) процесса получения такого ценного химического вещества, как ксилит.

**Ключевые слова:** пивная дробина, гидролиз, гидрирование, полисахариды, гидролитическое гидрирование, пентозаны, ксилоза, ксилит, изопропанол, ферросплав.

**Введение.** Углеводсодержащее растительное сырье и отходы являются весьма перспективным альтернативным ресурсом для производства ценных химических соединений. Преимущества их заключаются в возобновляемости, или даже практической неисчерпаемости [1-4]. Особый интерес, в настоящее время, представляет поиск каталитических технологий одностадийного, совмещенного (гибридного) процесса получения ценных веществ напрямую из данного сырья, исключающего технологические стадии выделения и очистки полупродуктов. [5-11]. Одностадийная организация процесса делает возможным получение из растительного полисахарида путем реакции гидролиза-гидрирования такого соединения, как ксилит. В мире ведутся интенсивные исследования в этом направлении. Предложен широкий ряд каталитических систем для гидролитических превращений возобновляемого полисахарида, например каталитические системы на основе углерода, оксидов, цеолитов, ионообменных смол. [12-15]. Разработаны различные технологические схемы осуществления подобных процессов, предлагаются различные вариации способов одностадийной переработки полисахаридов углеводсодержащего растительного сырья и отходов. Однако опубликованные к настоящему времени литературные данные, посвященные использованию различных каталитических систем в превращении данных полисахаридов, зачастую противоречат друг другу, а предложенные катализаторы проявляют невысокую активность или стабильность [16-20]. Необходимо отметить, что большинство исследователей изучало исключительно гидролиз полисахаридов в глюкозу, а число работ, посвященных возможности получения, например, из пивной дробины ксилита в результате совмещенных (гибридных) процессов процесса, крайне мало. Хотя, данное соединения является веществом, крайне востребованным во многих современных отраслях химической, пищевой, парфюмерной, медицинской и др. промышленности. В частности, ксилит широко используются в производстве ПАВ, синтетических смол, лаков, олифы, пищевых продуктов и т.д.

Значительное увеличение за последние 10 лет количества научных публикаций, посвященных одностадийной переработке компонентов биомассы и особенно полисахаридов, свидетельствует о высокой актуальности проблемы ее превращения в ценные химические вещества. К настоящему моменту получено достаточно большое количество экспериментальных данных о гидролизе в ксилозу, однако информации об одностадийных совмещенных (гибридных) процессах для получения ксилита недостаточно, а описанные в литературе результаты зачастую не согласуются друг с другом.

Вышеперечисленные обстоятельства определяют актуальность научных исследований, направленных на создание новых технологий химического гидролитического гидролиза и гидрирования полисахаридов растительного сырья до ксилита.

**Материалы и методы.** В настоящей работе исследовалась пивная дробина, образующаяся в качестве отходов на заводе «Шымкентпиво». Солодовая дробина (ОСТ 18-341-79 «Дробина пивная сырая») образуется как остаток после отделения после жидкой фазы – пивного сула в процессе фильтрации затора. Дробина состоит из жидкой (45%) и твердой (55%) фаз. Твердая фаза дробины содержит оболочку и нерастворимую часть зерна. Дробина пивная сырая представляет собой гущу светло-коричневого цвета со специфическим запахом и вкусом. Анализ сахаров проводили методом Бертрана и Макена-Шоорля, индивидуальные сахара определяли на жидкостном хроматографе HPLC; ShimadzuLC10-ATVP, дифференциальный цифровой детектор ТЕСТ-900, колонки Luna

Для химических анализов использовалось сырье, фракционированное через сита с размером частиц 2-3 мм.

Разработанная нами усовершенствованная малогабаритная лабораторная универсальная установка для исследования процесса химического гидролитического гидрирования пивной дробины позволяет варьировать температуру от 50 до 200 °С. Загрузка и пивной дробины, кислоты и рас-

творя восстановительного агента осуществляется через горловину, приваренную к верхней части корпуса. После одновременной загрузки всех компонентов, образовавшаяся суспензия гидролизующего материала быстро нагревается до заданной температуры с помощью «внешнего» нагревателя, представляющего собой спираль в керамической изоляции, намотанную вокруг корпуса аппарата. При достижении заданной температуры, «внешний» нагреватель отключается и включается автоматический терморегулятор, подающий напряжение на встроенный нагреватель патронного типа. В ходе процесса гидролиза отбор проб осуществляется через сетчатый фильтр, установленный на уровне середины столба жидкой фазы. Для предотвращения опасного превышения давления, например, при выходе терморегулятора из строя, на корпусе гидролизера установлен предохранительный клапан, настроенный на предельное давление 0,43 МПа. Типичный эксперимент по гидролизу-гидрированию целлюлозы проводился следующим образом. В реактор помещали навески 50 мг целлюлозы и 50 мг катализатора, затем добавляли 45 мл изопропанола. Реактор закрывали, продували аргоном и нагревали до 180 °С. После достижения заданной температуры начинался отчет времени реакции. Из закрытого автоклава по ходу эксперимента через специальный пробоотборник отбирались аликвоты объемом ~ 1 мл в 0, 1, 2, 3, 5 и 7 часов для анализа.

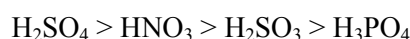
**Результаты и обсуждение.** Изучение влияния различных технологических параметров на протекание процесса имеет большое как теоретическое, так и практическое значение, поскольку позволяет не только представить картину взаимодействия реагирующих молекул, но и, в конечном итоге, выбрать наиболее оптимальный состав катализатора и условия проведения процесса в промышленных условиях. При этом исследования дают возможность сделать предположения о механизме реакции.

При изучении влияния температуры процесса на конверсию пивной дробины и селективность по ксилиту и манниту было показано, что с увеличением температуры с 75 до 175 °С конверсия пивной дробины возросла с 20,5 до 64,8% (таблица). Это объясняется тем, что при высоких температурах возрастает концентрация ионов  $H_3O^+$  и  $OH^-$  в воде, что вызывает увеличение кислотности среды, необходимой для гидролиза пивной дробины. Селективность по ксилиту с ростом температуры от 75 до 125 °С увеличилась с 12,3 до 19,8% и понизилась до 10,3% при повышении температуры от 150 до 175 °С. Понижение селективности по ксилиту обусловлено тем, что при температурах выше 125 °С начинают увеличиваться скорости процессов распада сахаров (гидрогенолиза) с образованием низших полиолов. Из таблицы видно, что оптимальной температурой опыта является 125 °С, так как при этой температуре нами было получено максимальные селективность по ксилиту и суммарные выходы ксилита и маннита.

Влияние температуры опыта на процесс химического гидролитического гидролиза и гидрирования пивной дробины

№ п/п	T, °С	Степень конверсии, %	Селективность по ксилиту, %	Селективность по манниту, %	Суммарный выход, %
1	75	20,5	12,3	2,4	13,6
2	100	48,4	15,5	2,3	17,4
3	125	53,0	19,8	2,1	21,8
4	150	62,2	14,0	1,1	14,8
5	175	64,8	10,3	1,6	11,0

В ходе исследования влияния природы используемой кислоты на процесс химического гидролитического гидролиза и гидрирования пивной дробины на конверсию и селективность по полиолам было установлено, то с наибольшие значения селективности по ксилиту – 19,8% и конверсии – 75% наблюдаются в случае использования серной кислоты. При использовании фосфорной кислоты наблюдаются наименьшие значения конверсии – 55,7% и селективности по ксилиту – 12,3%. По активности в процессе химического гидролитического гидролиза и гидрирования пивной дробины исследованные кислоты образуют следующий ряд:



От эффективности действия восстановительного агента зависит протекание второй части процесса химического гидролитического гидролиза и гидрирования пивной дробины, а именно гидрогенизации образующейся ксилозы до ксилита или маннита. Конверсия пивной дробины и селективность по ксилиту имеют наиболее высокие значения при применении изопропанола. При использовании этанола и метанола процесс химического гидролитического гидролиза и гидрирования практически не протекает. В случае использования бутанола и глицерина, скорость реакции незначительна и процесс не может быть использован для реализации. Показано, что в интервале содержания ферросплава в промотированном никелевом катализаторе от 1,0 до 7,0% наблюдается повышение степени конверсии от 38,7 до 75%, а селективности по ксилиту от 12,9 до 19,8%. При повышении содержания ферросплава в промотированном никелевом катализаторе выше 7,0 масс.% наблюдалось уменьшение селективности по ксилиту с одновременным увеличением выхода пентодов, тетродов и низших полиолов.

Для реализации процесса химического гидролитического гидролиза и гидрирования пивной дробины были использованы промотированные ферросплавами катализаторы трех типов: никелевые, медные и кобальтовые. Эти катализаторы в изучаемом процессе проявили различную активность, которая оценивалась степени конверсии и селективности по полиолам. В ходе исследования было показано, что такое различие обусловлено структурными и физико-химическими свойствами данных катализаторов. Например, фазовым и гранулометрическим составами, пористостью, состоянием поверхности и адсорбционными свойствами. Было выявлено, что наибольшей селективностью по ксилиту (19,8) и степенью конверсии (75%) характеризуется промотированный ферросплавами никелевый катализатор. Наименьшей селективностью по ксилиту (8,8%) и степенью конверсии (43,1%) промотированный ферросплавами медный катализатор. По активности данные контакты образуют следующий ряд: Ni-FS > Co-FS > Cu-FS.

**Заключение.** Разработана технология одностадийного совмещенного (гибридного) процесса химического гидролитического гидролиза и гидрирования пивной дробины, выявлены оптимальные параметры процесса. Исследовано влияние температуры опыта, pH, давления водорода, природы используемой кислоты, восстановительного агента, количества и природы катализатора, промотирующей добавки ферросплава на конверсию полисахарида и селективности по ксилиту и манниту. В результате нами разработан процесс совмещенного (гибридного) гидролиз-гидрирование получения сорбита и ксилита, исследована кинетика процессов деполимеризации полисахаридов. Разработаны катализаторы нового поколения для представленных процессов.

Разработанная одностадийная совмещенная (гибридная) технология химического гидролитического гидролиза и гидрирования пивной дробины может с успехом использоваться при организации предприятий по комплексной переработке углеводсодержащего растительного сырья и отходов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Yang P., Kobayashi H., Fukuoka A. Recent Developments in the Catalytic Conversion of Cellulose into Valuable Chemicals // *Chin. J. Catal.* – 2011. – Vol. 32. – P. 716-722.
- [2] Kobayashi H., Ito Y., Komano Y., Hosaka Y., Dhepe P. L., Kasai K., Hara K., Fukuoka A. Synthesis of sugar alcohols by hydrolytic hydrogenation of cellulose over supported metal catalysts // *Green Chem.* – 2011. – 13. – P. 326-333.
- [3] Huber G.W., Iborra S., Comita A. Synthesis of transportation fuels from biomass: Chemistry, catalysts, and engineering // *Chem. Rev.* – 2006. – Vol. 106. – P. 4044-4098.
- [4] Corma A., Iborra S., Velty A. Chemical routes for the transformation of biomass into chemicals // *Chem Rev.* – 2007. – Vol. 107. – P. 2411-2502. Binder J.B., Raines R.T. Simple chemical transformation of lignocellulosic biomass into furans for fuels and chemicals // *J. Am. Chem. Soc.* – 2009. – Vol. 131. – P. 1979-1985.
- [5] Fukuoka A., Dhepe P.L. Catalytic Conversion of Cellulose into Sugar Alcohols // *Angew. Chem., Int. Ed.* – 2007. – Vol. 45. – P. 5161-5163.
- [6] Palkovits R. Pentenoic acid pathways for cellulosic biofuels. // *Angew. Chem. Int. Ed.* – 2010. – Vol. 49, N 26. – P. 4336-4338.
- [7] Palkovits R., Tajvidi K., Procelewska J., Ruppert A. Efficient conversion of cellulose to sugar alcohols combining acid and hydrogenation catalysts // *From Abstracts of Papers, 241st ACS National Meeting & Exposition, Anaheim, CA, United States, March 27-31, 2011, CELL-240.*
- [8] Palkovits R., Tajvidi K., Procelewska J., Rinaldi R., Ruppert A. Hydrogenolysis of cellulose combining mineral acids and hydrogenation catalysts // *Green Chem.* – 2010. – Vol. 12. – P. 972-978.



- [9] Jianrong Li, Helena S. M. P. Soares, Jacob A. Moulijn and Michiel Makkee. Simultaneous hydrolysis and hydrogenation of cellobiose to sorbitol in molten salt hydrate media. *Catalysis Science & Technology* // This journal is c The Royal Society of Chemistry 2013 Catal. Sci. Technol. – 2013. – 3. – P. 1565-1572.
- [10] Geboers J., S. Van de Vyver, Carpentier K., K. de Blochouse, Jacobs P., Sels B. Efficient catalytic conversion of concentrated cellulose feeds to hexitols with heteropoly acids and Ru on carbon // *Chem. Commun.* – 2010. – Vol. 46, N 20. – P. 3577-3579.
- [11] Geboers J., Van de Vyver S., Carpentier K., Jacobs P., Sels B. Efficient hydrolytic hydrogenation of cellulose in the presence of Ru-loaded zeolites and trace amounts of mineral acid // *Chem. Commun.* – 2011. – Vol. 47. – P. 5590-5592.
- [12] Joung Woo Han, Hyunjoon Lee, Joung Woo Han, Hyunjoon Lee. Direct conversion of cellulose into sorbitol using dual-functionalized catalysts in neutral aqueous solution. *Catalysis Communications* 19 (2012), 115-118.
- [13] Van de Vyver S., Peng L., Geboers J., Schepers H., De Clippel F., Gommès C.J., Goderis B., Jacobs P.A., Sels B.F. Sulfonated silica/carbonnanocomposites as novel catalysts for hydrolysis of cellulose to glucose // *Green Chem.* – 2010. – Vol. 12. – P. 1560-1563.
- [14] Ding L., Wang A. Zheng M., Zhang T. Selective Transformation of Cellulose into Sorbitol by Using a Bifunctional Nickel Phosphide Catalyst // *ChemSusChem.* – 2010. – Vol. 3. – P. 818-821.
- [15] Tian J., Wang J., Zhao S., Jiang C., Zhang X., Wang X. Hydrolysis of cellulose by the heteropoly acid H<sub>5</sub>PW<sub>10</sub>O<sub>40</sub> / Cellulose. – 2010. – Vol. 17. – P. 587-594.
- [16] Shimizu K., Furukawa H., Kobayashi N., Itaya Y. and Satsuma A. Effects of Bronsted and Lewis acidities on activity and selectivity of heteropolyacid- based catalyst for hydrolysis of cellobiose and cellulose // *Green Chem.* – 2009. – Vol. 11. – P. 627-1632.
- [17] Dae Sung Park, Danim Yun, Tae Yong Kim, Jayeon Baek, Yang Sik Yun, Jongheop Yi. A Mesoporous Carbon-Supported Pt Nanocatalyst for the Conversion of Lignocellulose to Sugar Alcohols. – DOI: 10.1002/cssc.201300751/ 2013 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim *ChemSusChem.* – 2013, 6, 2281-2289.
- [18] Будаева В.В., Митрофанов Р.Ю., Золотухин В.Н., Обрезкова М.В., Скиба Е.А., Ильясов С.Г., Сакович Г.В., Опарина Л.А., Высоцкая О.В., Колыванов Н.А., Гусарова Н.К., Трофимов Б.А. Пути полной и экологически чистой переработки возобновляемого растительного сырья // *Ползуновский вестник.* – 2010. – № 4-1. – С. 158-167.
- [19] Манаенков О.В., Кислица О.В., Филатова А.Е. Катализаторы на основе спс для гидролитического гидрирования целлюлозы // *Успехи в химии и химической технологии.* – 2015. – Т. XXIX. – P. 2015-220.
- [20] Мурзин Д.Ю., Симакова И.И. Катализ в переработке биомассы // *Катализ в промышленности.* – 2011. – № 3. – С. 8-40.

## REFERENCES

- [1] Yang R., Kobayashi N., Fukuoka A. Recent Developments in the Catalytic Conversion of Cellulose into Valuable Chemicals // *Chin. J. Catal.* 2011. Vol. 32. P. 716-722.
- [2] Kobayashi N., Ito U., Komanoya T., Hosaka U., Dhepe R. L., Kasai K., Hara K., Fukuoka A. Synthesis of sugar alcohols by hydrolytic hydrogenation of cellulose over supported metal catalysts // *Green Chem.* 2011. 13. P. 326-333.
- [3] Huber G.W., Iborra S., Sotgiu A. Synthesis of transportation fuels from biomass: Chemistry, catalysts, and engineering // *Chem. Rev.* 2006. Vol. 106. P. 4044-4098.
- [4] Corma A., Iborra S., Velty A. Chemical routes for the transformation of biomass into chemicals // *Chem Rev.* 2007. Vol. 107. P. 2411-2502. Binder J.V., Raines R.T. Simple chemical transformation of lignocellulosic biomass into furans for fuels and chemicals // *J. Am. Chem. Soc.* 2009. Vol. 131. P. 1979-1985.
- [5] Fukuoka A., Dhepe R.L. Catalytic Conversion of Cellulose into Sugar Alcohols // *Angew. Chem., Int. Ed.* 2007. Vol. 45. P. 5161-5163.
- [6] Palkovits R. Pentenoic acid pathways for cellulosic biofuels. // *Angew. Chem. Int. Ed.* 2010. Vol. 49, N 26. P. 4336-4338.
- [7] Palkovits R., Tajvidi K., Procelewska J., Ruppert A. Efficient conversion of cellulose to sugar alcohols combining acid and hydrogenation catalysts // *From Abstracts of Papers, 241st ACS National Meeting & Exposition, Anaheim, SA, United States, March 27-31, 2011, CELL-240.*
- [8] Palkovits R., Tajvidi K., Procelewska J., Rinaldi R., Ruppert A. Hydrogenolysis of cellulose combining mineral acids and hydrogenation catalysts // *Green Chem.* 2010. Vol. 12. P. 972-978.
- [9] Jianrong Li, Helena S. M. P. Soares, Jacob A. Moulijn and Michiel Makkee. Simultaneous hydrolysis and hydrogenation of cellobiose to sorbitol in molten salt hydrate media. *Catalysis Science & Technology* // This journal is c The Royal Society of Chemistry 2013 Catal. Sci. Technol. 2013. 3. P. 1565-1572.
- [10] Geboers J., S. Van de Vyver, Carpentier K., K. de Blochouse, Jacobs R., Sels V. Efficient catalytic conversion of concentrated cellulose feeds to hexitols with heteropoly acids and Ru on carbon // *Chem. Commun.* 2010. Vol. 46, N 20. P. 3577-3579.
- [11] Geboers J., Van de Vyver S., Carpentier K., Jacobs R., Sels V. Efficient hydrolytic hydrogenation of cellulose in the presence of Ru-loaded zeolites and trace amounts of mineral acid // *Chem. Commun.* 2011. Vol. 47. P. 5590-5592.
- [12] Joung Woo Han, Hyunjoon Lee, Joung Woo Han, Hyunjoon Lee. Direct conversion of cellulose into sorbitol using dual-functionalized catalysts in neutral aqueous solution. *Catalysis Communications* 19 (2012), 115-118.
- [13] Van de Vyver S., Peng L., Geboers J., Schepers N., De Clippel F., Gommès S.J., Goderis V., Jacobs R.A., Sels B.F. Sulfonated silica/carbonnanocomposites as novel catalysts for hydrolysis of cellulose to glucose // *Green Chem.* 2010. Vol. 12. P. 1560-1563.
- [14] Ding L., Wang A. Zheng M., Zhang T. Selective Transformation of Cellulose into Sorbitol by Using a Bifunctional Nickel Phosphide Catalyst // *ChemSusChem.* 2010. Vol. 3. P. 818-821.

- [15] Tian J., Wang J., Zhao S., Jiang S., Zhang H., Wang H. Hydrolysis of cellulose by the heteropoly acid N PW, O40- °/ Cellulose. 2010. Vol. 17. P. 587-594.
- [16] Shimizu K., Furukawa N., Kobayashi N., Itaya U. and Satsuma A. Effects of Bronsted and Lewis acidities on activity and selectivity of heteropolyacid- based catalyst for hydrolysis of cellobiose and cellulose // Green Chem. 2009. Vol. 11. P. 627-1632.
- [17] Dae Sung Park, Danim Yun, Tae Yong Kim, JayeonBaek, Yang Sik Yun, Jongheop Yi. A Mesoporous Carbon-Supported Pt Nanocatalyst for the Conversion of Lignocellulose to Sugar Alcohols. DOI: 10.1002/cssc.201300751/ 2013 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, WeinheimChemSusChem. 2013, 6, 2281-2289.
- [18] Budaeva V.V., Mitrofanov R.Ju., Zolotuhin V.N., Obrezkova M.V., Skiba E.A., Il'jasov S.G., Sakovich G.V., Oparina L.A., Vysockaja O.V., Kolyvanov N.A., Gusarova N.K., Trofimov B.A. Puti polnoj i jekologicheski chistoj pererabotki vozobnovljaemogo rastitel'nogo syr'ja // Polzunovskij vestnik. 2010. – N 4-1. P. 158-167.
- [19] Manaenkov O.V., Kislica O.V., Filatova A.E. Katalizatory na osnove sps dlja gidroliticheskogo gidrirovaniya celljulozoj // Uspehi v himii i himicheskoj tehnologii. 2015. Vol. XXIX. P. 2015-220.
- [20] Murzin D.Ju., Simakova I.L. Kataliz v pererabotke biomassy // Kataliz v promyshlennosti. 2011. N 3. P. 8-40.

**Б. Ш. Кедейбаев<sup>1</sup>, К. М. Лаханова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан,

<sup>2</sup>Х. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

### **СЫРА ҮГІНДІСІ ГИДРОЛИТИКАЛЫҚ ГИДРОЛИЗ ЖӘНЕ ГИДРЛЕУ АРҚЫЛЫ КСИЛИТ АЛУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Жұмыстың мақсаты – сыра жармасын терең өңдеу технологиясы арқылы ксилит алу үшін химиялық гидролитикалық гидролиз және гидрлеу, яғни процесс біріктіріліп (гибридті) пайдалануға негізделген.

Сыра жармасын химиялық гидролитикалық гидролиз және гидрлеу процессін оқыту жөнінде зерттеулер жүргізілді, процесстің оңтайлы параметрлері әзірленді. Нәтижесінде біріктірілген (гибридті) гидролиз-гидрлеу процесі ксилит алуға қолайлы екенін анықтадық. Катализаторлар осы процесс үшін әзірленген және олардың белсенділігі зерттелген. Температураның әсері, рН, сутегінің қысымы, табиғаттың қышқыл пайдалануы, агенттің қалпына келуі, саны және табиғаттың келтірілген катализаторы, полисахарид конверсиялауға арналған қозғалатын феррокорытпа қоспалар және ксилит бойынша селективті.

Жоспар бойынша бірнеше тазарту қадамдарын жою және өнімдерді аралық бөлу бізге арналған дәстүрлі процестерді жетілдіруге мүмкіндік береді. Бір реакторлы біріктірілген (гибридті) процесс арқылы ксилит сияқты құнды химиялық заттарды алуға зор мүмкіндік бар.

**Түйін сөздер:** сыра үгіндісі, гидролиз, сүтектендіру, полисахаридтер, гидролитикалық сүтектендіру, пентозаналар, ксилоза, ксилит, изопропанол, феррокорытпа.

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1629 (Online), ISSN 2224-5308 (Print)**

<http://www.biological-medical.kz/index.php/ru/>

Редактор *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 15.05.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
12,4 п.л. Тираж 300. Заказ 3.