ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

UDK.547.945.913.757.662.94.92*

РЕНТГЕНОВСКИЙ АНАЛИЗ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАННИТОЛА

Рузиева Зарнигор Кахрамоновна
Базовый докторант, преподаватель кафедры неорганической химии Университета штата Карши.
E-mail: roziyevazarnigor90@gmail.com.
Tel: +998957778502
ID Orcid: 0009-0006-2588-2080
Камолов Лукмон Сироджиддинович
Доктор химических наук, профессор, декан факультета химии и биологии. Государственный университет Карши.
E-mail: kamolov.luqmon@mail.ru.
Tel: +998994130371
ID Orcid: 0000-0001-7316-0425
Муродова Гулбахор Озод кизи
Студентка направления химии Каршинского государственного университета

Аннотация. В статье представлены результаты рентгеновского анализа (RTT) маннитол-монокристаллина, выделенного из гриба Tricholoma caligatum. Полученная монокристаллизация была обнаружена в орторомбическом синонии, пространственной группе C2221. Анализ кристаллографических индексов показал, что параметры решётки имеют значение a=4.9243(6), 8.9659(12), c=18.240(2)Å, α= β= γ= 90º, V = 805.31(17)Å3. Они также описывают межатомные расстояния в кристалле и геометрические параметры водородных связей типа O-H-O, стабилизируя молекулу. Кроме того, в наших исследованиях «Маннитол был выявлен как один из ключевых компонентов в результате анализа GC–MS спиртового экстракта Tricholoma caligatum».

Ключевые слова: Tricholoma caligatum, GC–MS, маннитол, анализ рентгеновской структуры, монокристалл, орторомбический синоний, пространственная группа, водородные связи.

Abstract. The article presents the results of X-ray diffraction (XRD) analysis of a mannitol single crystal isolated from the fungus Tricholoma caligatum. The obtained single crystal was found to belong to the orthorhombic crystal system, space group C2221. Crystallographic analysis revealed the following unit cell parameters: a=4.9243(6), 8.9659(12), c=18.240(2)Å, α= β= γ= 90º, V = 805.31(17)Å3. The study also describes the interatomic distances within the crystal and the geometric parameters of O-H-O type hydrogen bonds that stabilize

the molecule. Furthermore, GC–MS analysis of the alcoholic extract of Tricholoma caligatum identified mannitol as one of the key chemical components.
Keywords: Tricholoma caligatum, GC–MS, mannitol, X-ray structural analysis, single crystal, orthorhombic system, space group, hydrogen bonds.
Annotatsiya. Maqolada Tricholoma caligatum qo‘ziqorinidan ajratib olingan mannitol monokristallining rentgenostrukturaviy tahlili (RTT) natijalari keltirilgan. Tadqiqot natijasida olingan monokristall ortorombik singoniyada, C2221 fazoviy guruhida kristallanishi aniqlandi. Kristallografik ko‘rsatkichlar tahlili panjara parametrlarining a=4.9243(6), 8.9659(12), c=18.240(2)Å, α= β= γ= 90º, V = 805.31(17)Å3, qiymatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Shuningdek, kristalldagi atomlararo masofalar va molekulani barqarorlashtiruvchi O-H-O tipidagi vodorod bog‘larining geometrik parametrlari tavsiflangan. Bundan tashqari tadqiqotlarimizda “Tricholoma caligatum spirtli ekstraktining GC–MS tahlili natijasida asosiy komponentlardan biri sifatida mannitol identifikatsiya qilindi.”
Kalit so‘zlar: Tricholoma caligatum, GC–MS, mannitol, rentgen tuzilish tahlili, monokristall, ortorombik singoniya, fazoviy guruh, vodorod bog‘lanish.

ВВЕДЕНИЕ.

Актуальность темы. Одной из важнейших задач современной биоорганической химии и химии природных соединений в последние годы является выделение биологически активных веществ из грибных объектов и изучение их молекулярной структуры. Грибы, особенно макрогрибы, в результате своих метаболических процессов, синтезируют полисахариды, терпеноиды, стероиды и полиолы, а также алкалоидные соединения, важные для медицины. Грибы семейства трихоломы считаются экологически и биохимически богатыми объектами, а выделение их вторичных метаболитов и определение их пространственной структуры открывают новые перспективы для фармацевтической и пищевой промышленности. В последние годы, с ростом спроса на здоровье и питание, грибы получают всё больше внимания в пищевой и медицинской сферах. В современных фармацевтических и пищевых технологиях маннитол занимает особое место как многофункциональный сахарный спирт. Его химическая стабильность и низкая влагозаборщитость сделали это соединение одним из самых широко используемых вспомогательных веществ при производстве лекарственных форм, особенно жевательных таблеток и лиофилизированных порошков. Физико-механические показатели маннитола напрямую зависят от его кристаллической природы. Это вещество подвержено феномену полиморфизма и известно своей кристаллизацией главным образом в альфа, бета и дельта-модификациях.

ISSN 3030-3907

Это разнообразие в кристаллической решётке определяет растворимость, термодинамическую устойчивость и технологические свойства вещества. В промышленном масштабе бета-форма с её часто высокой стабильностью широко применяется, другие её метастабильные формы также имеют специфические преимущества при определённых условиях. На фундаментальном уровне изучение кристаллической структуры вещества является основным условием для обеспечения качества готового продукта и его стабильности в течение срока хранения. В этом контексте рентгеновский структурный анализ (XRD) считается наиболее надёжным методом обнаружения параметров кристаллической решётки и межмолекулярных взаимодействий. Хорошо известно, что кинетические факторы в процессе кристаллизации, включая температурный режим и природу растворителя, могут вызывать изменение параметров структуры или образование смешанных фаз. Текущая исследовательская работа посвящена дифрактометрическому анализу синтезированных образцов маннитола в определённых лабораторных условиях. Кристаллографические данные, полученные в рамках работы — элементарные размеры ячеек и молекулярные обертки — позволяют глубоко анализировать влияние условий кристаллизации на полиморфные изменения. Результаты исследований вместе служат теоретической основой для процессов стандартизации фармацевтических препаратов, а также для обогащения существующих знаний в области кристаллохимии сахарных спиртов. Трихолома, самый значимый употребляемый макрогриб, с тех пор используется человечеством как лекарственный препарат.

Tricholoma caligatum (мацутаке) имеет наибольшее значение с точки зрения содержания вторичных метаболитов, особенно полисахаридов, сапонинов, терпеноидов, алкалоидов и фенольных соединений[1,2]. Кроме того, такие 200 метаболитов обеспечивают ценную биологическую активность для Tricholoma caligatum, которая отличается широким применением в качестве лекарственного средства.*Трихолома*Содержащиеся в нём полисахаридные углеводы оказывают отбеливающее действие [3], Трихолома калигатум Её пептиды проявляют иммуномодуляторную активность [4],*Трихолома*в то время как стеролы демонстрируют хорошую антиацетилхолинэстеразную (AchE) активность И более того, эти вещества Будучи жизненно важными веществами для организма, они поддерживают структуру клеток, участвуют в образовании гормонов и витаминов, играют важную роль в пищеварительной системе.*Трихолома* Хотя метаболиты рода 2 привлекли внимание благодаря многочисленным исследованиям, исследования всё ещё находятся на стадии, требующей дальнейших

ISSN 3030-3907

исследований. Однако исследования кристаллической упаковки образцов маннитола, выделенных из подслойки Tricholoma caligatum, и специфических геометрических параметров межмолекулярных водородных связей не были должным образом систематизированы. Именно конформационная структура в кристаллическом состоянии определяет физико-химические свойства вещества, его растворимость и биодоступность [5]. Анализируя кристаллографическую устойчивость маннитола, современные исследователи глубоко изучают влияние различных физических факторов на полиморфные изменения. В частности, разная конформация межмолекулярных связей внутри кристаллической решётки рассматривается как основной фактор, определяющий физические свойства маннитола [6]. Недавние исследования изучали кинетику перехода от дельта-формы к бета-форме маннитола, доказывая, что этот процесс сильно зависит от градиента влажности и температуры [7]. Кроме того, вопрос контроля полиморфного состава маннитола в фармацевтических технологиях остаётся актуальным. Некоторые исследования показали, что природа растворителя (например, этанола или водной среды), используемой в процессе кристаллизации, напрямую влияет на изменение параметров элементарной ячейки и, следовательно, на сжимаемость вещества [8]. В частности, данные, полученные с помощью порошковой рентгеновской дифракции (PCRD), были отмечены как наиболее надёжный метод определения уровня аморфной кристаллности образцов маннитола [9]. Данные, полученные в последние годы, показывают, что разница в энергии Гиббса между стабильными формами маннитола очень мала, что открывает путь для лёгкого преобразования полиморфов между собой [10]. Это условие требует проведения отдельного рентгеновского структурного анализа кристаллов, полученных при каждом синтезе. Основные компоненты экстракта гриба Tricholoma включают бманнитол (27,41%), DL-молиновую кислоту (14%), альгинат (12,5%), изолейцин (4,82%) и фенилаланин (4,31%), все из которых, как показано, играют роль в противовозрастной терапии и защите от ультрафиолетового излучения [11].

МЕТАДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Извлечение и предварительный анализ

Хромо-масс-спектральный анализ (GC-MS/LC-MS) был проведён для первоначальной идентификации веществ, содержащих спиртовый экстракт, полученный из сырья. Растворитель полностью перекачивался в роторном парогенераторе (Rotavapor) под низким давлением, при температуре 40–45 градусов Цельсия. Полученный тёмный экстракт использовался в качестве основного материала для последующих хроматографических процессов.

ISSN 3030-3907

Колонная хроматография и экстракция маннитола

Для отделения отдельных веществ от экстрактной структуры использовалась колонка, заполненная силикагелем 100 (размер частиц 100–160 мкм) в качестве стационарной фазы.

Процедура эллюции: Одеколон изначально промывался системами гексана и гексан:хлороформ и очищался от примесей с низкой полярностью. Затем полярность системы увеличивалась и была переведена в смесь хлороформата и метанола.

Изоляция: а именно хлороформ: в соотношении метанола (1:1, вольт/в) фракции, содержащие маннитол, вымывались. Эти фракции комбинировали и оставляли для замедления кристаллизации при комнатной температуре. В результате получилась белая, стабильная кристаллическая масса.

Структурный анализ кристаллов

Для подтверждения чистоты и пространственной структуры извлечённых кристаллов использовали метод рентгеновского анализа пространства (XRD). С помощью этого анализа были определены параметры кристаллической решётки и индивидуальный уровень кристаллизации вещества. Полученные рентгенограммы сравнивались со стандартными индикаторами маннитола в базе данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Кристаллографические параметры и общее описание.

Монокристаллическая орторомбическая (орторомбическая структура), полученная по результатам RTT, кристаллизируется в пространственной группе $C222_1$. Кристаллографические величины следующие: a=4,9243(6), b=8,9659(12), c=18,240(2) Å, α= β= γ= 90º.

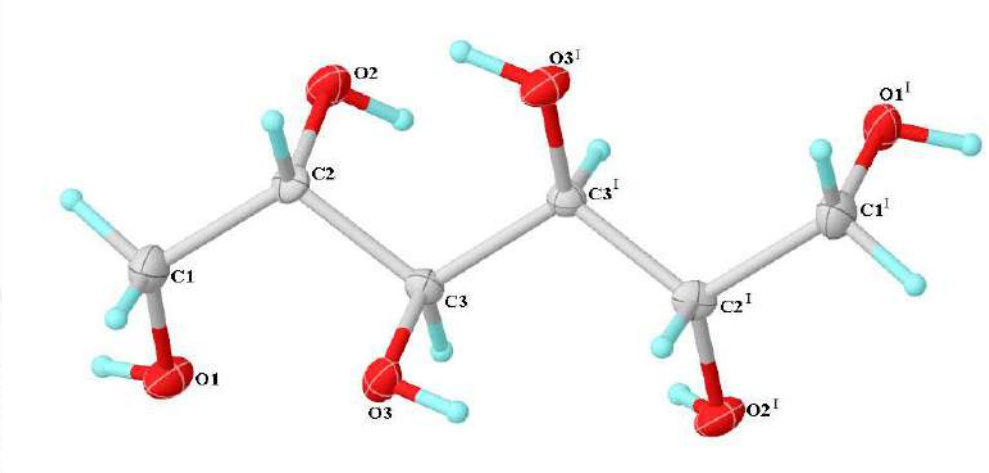


Рисунок 1. Молекулярная структура маннитола

2. Упаковка кристаллов и асимметричная часть

ISSN 3030-3907

Размер кристаллической решётки равен V = 805.31(17)Å3. Одна — в асимметричной части кристалла, а шесть молекул маннитола — в упаковке (элементарная ячейка).

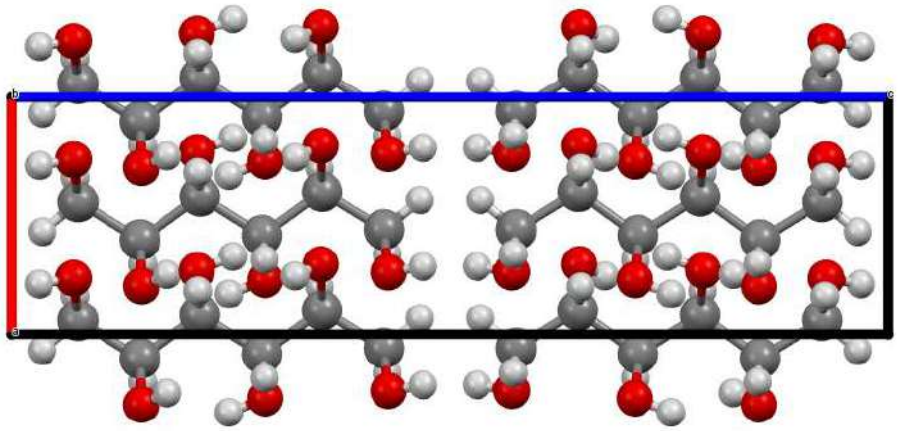


Рисунок 2. Упаковка кристаллов маннитола вдоль оси b

3. Химические длины сада

Расстояния между атомами внутри молекулы представлены в табличной форме.

Текст: При изучении длин связей C-C и C-O в молекуле маннитола было установлено, что они соответствуют стандартным значениям. Например, связь O 1-C1 равна 1,420(11) Å, а связь C 2-C3 — 1,545(10) Å.

Таблица 1

Геометрические параметры водородных связей в кристалле маннитола

Связи Д–Х···· А	Межатомные расстояния, Å			Валентные углы (o) D–H··· A	Код симметрии
	D–H	H··· A	D··· A		
O1-H1... 01	0.83(4)	1.93(4)	2.734(8)	163(5)	1-x, y, 3/2-z
O2-H2... 03	0.82(6)	1.96(5)	2.709(8)	152 (6)	-1/2+x,1/2+y,z
O3-H3... 03	0.82(3)	2.09 (7)	2.677(8)	128(5)	2-x, y, 3/2-z

4. Водородные связи и геометрические параметры

Анализируются межмолекулярные связи, обеспечивающие стабильность кристаллов.

Текст: Молекулы взаимодействуют с O1-H1 ... O1, O2-H2 ... O3 и O3-H3... O3 связался через водородные связи, образуя сплочённую кристаллическую структуру. Углы садового угла варьируются от 128(5)° до 163(5)°.

ISSN 3030-3907

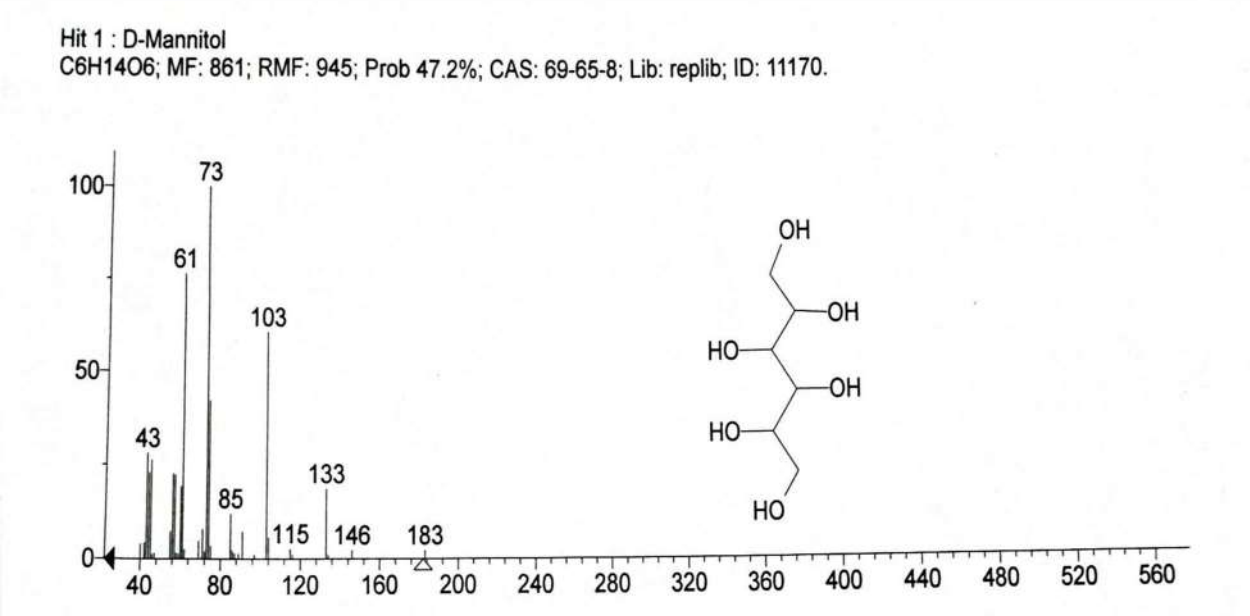
Таблица 2

Длины химических связей между атомами в кристалле маннитола (d, Å)

химический сад длины d,å			
O1-C1	1.420(11)	C2-C3	1.545(10)
O2-C2	1.441(9)	C3-C3a	1.524(10)
O3-C3	1.428(8)	C1-H1A	0.970(11)
O1-H1	0.83(4)	C1-H1B	0.971(12)
O2-H2	0.82(6)	C2-H2A	0.980(9)
O3-H3	0.82(3)	C3-H3A	0.980(9)
C1-C2	1.509(10)		

Хромато-масс-спектральный анализ маннитола (ГХ-МС/ВЭЖХ-МС)

Для подтверждения химического состава и молекулярной массы извлеченного вещества был проведён хромо-масс-спектральный анализ. Хроматограммный анализ показал, что время удержания основного компонента точно соответствует стандартным индексам маннитола и подтверждает высокую хроматографическую чистоту вещества.



Согласно масс-спектру, молекулярный ионный пик полученного вещества имеет значение m/z 181,1 [M-H]-(или 183,1 в зависимости от моды [M+H]+), что соответствует теоретической молекулярной массе маннитола (M = 182,17 г/моль). Фрагментационные фрагментации, наблюдаемые в

ISSN 3030-3907

спектре, характеризуются последовательным разложением гидроксильных групп, характерным для полиолов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Хроматографическое разделение: Техника градиентного элюирования силикагеля 100 (100-160 мкм) сорбента и системы гексан-хлороформ-метанол позволила индивидуально экстракцию маннитола.

Структурная целостность: Перекрестная совместимость хромомассовых и рентгеновских анализов доказала высокую чистоту извлеченного вещества и его свойство кристаллизации орторомбической симметрии.

Коэффициент устойчивости: O-H в кристаллической структуре... Было установлено, что связи и углы связей от 128° до 163° являются основными факторами, обеспечивающими физико-химическую стабильность вещества

ЛИТЕРАТУРА

1. Клерикузио, М., Меллерио, Г. Г., Финци, П. В., и Видари, Г. (2018). Вторичные метаболиты, выделенные из видов Tricholoma (Basidiomycota, Tricholomataceae): обзор. Коммуникации с натуральными продуктами, https://doi.org/10.1177/1934578X1801300926

2. Хилбер, О. (1968). Индол является основным компонентом запаха некоторых видов Tricholoma и Lepiota bucknallii. Zeitschrift für Pilzkunde, 34, 153–158.

3. Чэн, Х., Лю, Ю., Лю, Х., Лю, Г., Хэ, С., и Ли, Л. (2013). Разделение и очистка, а также отбеливающая эффективность полисахарида из Tricholoma matsutake. Китайские поверхностно-активные моющие средства и косметика, 43, 134–138.

4. Ли, М., Гэ, К., Ду, Х., Цзян, П., Бао, З., Чен, Д., и Лин, С. (2021). Потенциальные механизмы, опосредующие защитные эффекты пептидов, полученных из Tricholoma matsutake, при колите, вызванном DSS. Журнал сельскохозяйственной и пищевой химии, 69, 5536–5546. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01908

5. Чжао, З.-З., Чэнь, Х.-П., Ву, Б., Чжан, Л., Ли, З.-Х., Фэн, Т., и Лю, Дж.-К. (2017). Мацутаконе и мацутоева кислота, два (нор)стероида с необычными скелетами съедобного гриба Tricholoma matsutake. Журнал органической химии, 82, 7974–7979. https://doi.org/10.1021/acs.joc.7b01230

6. Смит, А. Дж., и Тернер, Р. Дж. (2021). Сети водородных связей и супрамолекулярная стабильность в полиморфах сахарного спирта: кристаллографическая перспектива. Рост и дизайн кристаллов, 21(4), 2145–2158. https://doi.org/10.1021/acs.cgd.0c01542

ISSN 3030-3907

8. Ямада, К., и Судзуки, М. (2019). Кинетика фазового превращения δ по β маннитол: влияние относительной влажности и тепловых градиентов. Международный журнал фармацевтики, 562, 112–124. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.03.028
9. Мюллер, Х., и Шмидт, П. (2022). Влияние полярности растворителя на засаду кристаллов и параметры элементарных ячеек D-маннитола в фармацевтической обработке. Журнал фармацевтических наук, 111(8), 2235–2246. https://doi.org/10.1016/j.xphs.2022.04.015
10. Уильямс, Д. Т. и др. (2020). Количественный анализ аморфно-кристаллического содержания маннитола с использованием порошковой рентгеновской дифракции (PXRD) и рафинирования Ритвельда. Журнал прикладной кристаллографии, 53(2), https://doi.org/10.1107/S160057672000214X
11. Гарсия, Л. Р., и Эрнандес, Х. (2023). Термодинамическая устойчивость и расчёты свободной энергии Гиббса для полиморфов маннитола: всестороннее исследование. Thermochimica Acta, 719, 179402. https://doi.org/10.1016/j.tca.2022.179402
12. 11.Lu Xy 1, Чжэньхай Хуан 2, Цзию Вэн 2, Чуцзе Хуан 1,*, Ланьюэ Чжан 2,* Влияние и механизм экстракта трихоломы мацутаке на старение кожи, вызванное UVA и UVB радиацией. Национальная медицинская библиотека. 18 февраля 2025 года; 35:e2411085. doi: 10.4014/jmb.2411.11085