

# Геномы штаммов *Listeria monocytogenes*, выделенных от пациентов с инвазивными формами листериоза и из пищевых продуктов

М.В.Фурсов<sup>1</sup>, А.Е.Соломенцева<sup>1</sup>, Л.А.Шишкина<sup>1</sup>, К.В.Детушев<sup>1</sup>, Т.Н.Мухина<sup>1</sup>, А.И.Козлов<sup>1</sup>,  
Н.А.Сухаричева<sup>1</sup>, А.А.Кисличкина<sup>1</sup>, Е.А.Алексеева<sup>1,2</sup>, Н.К.Фурсова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора, Оболенск, Московская область, Российская Федерация;

<sup>2</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области» Роспотребнадзора, Вологда, Российская Федерация

В исследовании проведено полногеномное секвенирование 217 штаммов *Listeria monocytogenes*, выделенных с 2010 по 2024 г. в 14 регионах Российской Федерации от больных людей, пищевых продуктов и окружающей среды. Полученные геномные данные направлены на совершенствование эпидемиологического надзора и профилактики листериоза, а последующий анализ генетических линий, факторов вирулентности и устойчивости к антибиотикам позволит оптимизировать стратегии контроля заболевания.

**Ключевые слова:** *Listeria monocytogenes*, полногеномное секвенирование

**Для цитирования:** Фурсов М.В., Соломенцева А.Е., Шишкина Л.А., Детушев К.В., Мухина Т.Н., Козлов А.И., Сухаричева Н.А., Кисличкина А.А., Алексеева Е.А., Фурсова Н.К. Геномы штаммов *Listeria monocytogenes*, выделенных от пациентов с инвазивными формами листериоза и из пищевых продуктов. Бактериология. 2025; 10(1): 112–115. DOI: 10.20953/2500-1027-2025-1-112-115

## Genomes of *Listeria monocytogenes* strains isolated from patients with invasive listeriosis and from foods

M.V.Fursov<sup>1</sup>, A.E.Solomentseva<sup>1</sup>, L.A.Shishkina<sup>1</sup>, K.V.Detushev<sup>1</sup>, T.N.Mukhina<sup>1</sup>, A.I.Kozlov<sup>1</sup>,  
N.A.Suharicheva<sup>1</sup>, A.A.Kislichkina<sup>1</sup>, E.A.Alekseeva<sup>1,2</sup>, N.K.Fursova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор, Obolensk, Moscow Region, Russian Federation;

<sup>2</sup>The Center for Hygiene and Epidemiology in the Vologda Region, Rosпотребнадзор, Vologda, Russia

The study performed whole-genome sequencing of 217 *Listeria monocytogenes* strains isolated from sick people, food, and the environment across 14 Russian regions between 2010 and 2024. The genomic data aim to improve epidemiological surveillance and prevention of listeriosis, while further analysis of genetic lineages, virulence factors, and antibiotic resistance will help refine disease control strategies.

**Key words:** *Listeria monocytogenes*, whole genome sequencing

**For citation:** Fursov M.V., Solomentseva A.E., Shishkina L.A., Detushev K.V., Mukhina T.N., Kozlov A.I., Suharicheva N.A., Kislichkina A.A., Alekseeva E.A., Fursova N.K. Genomes of *Listeria monocytogenes* strains isolated from patients with invasive listeriosis and from foods. Bacteriology. 2025; 10(1): 112–115. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2025-1-112-115

**В**озбудитель листериоза *Listeria monocytogenes* – энтероинвазивная грамположительная факультативная анаэробная бактерия, внутриклеточный патоген, вызывающий инвазивные заболевания у человека и более чем у 40 видов животных [1]. Клетки *L. monocytogenes* могут про-

никать через кишечный, плацентарный и гематоэнцефалический барьеры, приводя к гастроэнтериту, внутриутробным инфекциям и менингоэнцефалиту, при этом общий уровень летальности у людей составляет от 20 до 30%. Заболеваемость листериозом человека колеблется от 0,1 до 11,3 слу-

### Для корреспонденции:

Фурсов Михаил Васильевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела коллекционных культур ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Адрес: 142279, Московская обл., г.о. Серпухов, р.п. Оболенск, Территория «Квартал А», 24  
Телефон: (4967) 36-0000  
E-mail: fursov@obolensk.org

Статья поступила 06.07.2024, принята к печати 31.03.2025

### For correspondence:

Mikhail V. Fursov, PhD in Biological Sciences, Leading Researcher of Culture Collection Dep., State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор

Address: 24 "Quarter A" Territory, Obolensk, City District Serpukhov, Moscow region, 142279, Russian Federation  
Phone: (4967) 36-0000  
E-mail: fursov@obolensk.org

The article was received 06.07.2024, accepted for publication 31.03.2025

чая на 1 млн населения в год, в зависимости от географического региона [2]. Заболеваемость листериозом связана с обсемененностью продуктов питания, включая как нативное сырье (мясо птицы, говядина, свинина, рыба), так и готовые к употреблению продукты (пельмени, долма, салаты и др.) [3]. Несмотря на то, что все штаммы *L. monocytogenes* являются потенциальными патогенами, различные генетические

линии вносят разный вклад в возникающие вспышки: >95% случаев листериоза у людей связано с 3 из 13 сероваров (серовары 1/2b и 4b из линии I и серовар 1/2a из линии II) [4]. Современные данные по геномной эпидемиологии листериоза, показавшие дифференциальную вирулентность разных генотипов/клональных комплексов *L. monocytogenes*, могут помочь прояснить дискуссию и нацелить применение крите-

Таблица. Геномы штаммов *L. monocytogenes*, выделенных из разных источников на территории Российской Федерации в 2010–2024 гг.

Table. Genomes of *L. monocytogenes* strains isolated from different sources in the Russian Federation in 2010–2024

Источник / Source	Регионы / Regions	Годы / Years	Код доступа генома в базе данных GenBank / Genome access code in GenBank database	Размер генома, п.о. / Genome size, bp	Кол-во контигов / Number of contigs	Кол-во генов / Number of genes
Человек / Human	ВОО, КУО, ЛИО, РУД, САО, СХО, ТАО. ЯРО	2015-2023	SAMN41078365, SAMN41078366, SAMN41078367, SAMN41078368, SAMN41078378, SAMN41078385, SAMN41078387, SAMN41078388, SAMN41078389, SAMN41078390, SAMN41078391, SAMN41078392, SAMN41078393, SAMN41078394, SAMN41078431, SAMN41078486, SAMN41078494, SAMN41078495, SAMN41078496, SAMN41078497, SAMN41078503, SAMN41078515, SAMN41078521, SAMN41078522, SAMN41078523, SAMN41078524, SAMN41078525, SAMN41078526, SAMN41078527, SAMN41078528, SAMN41078529, SAMN41078530, SAMN41078531, SAMN41078532, SAMN41078533, SAMN41078534, SAMN41078535.	2876632-3023094	36-97	2913-3083
Пищевые продукты / Food	ВОО, КАО, МОО, НОО, РУД, СХО, ТВО, ТУО, ЯРО	2013-2024	SAMN41078373, SAMN41078407, SAMN41078408, SAMN41078409, SAMN41078410, SAMN41078411, SAMN41078412, SAMN41078413, SAMN41078414, SAMN41078415, SAMN41078416, SAMN41078418, SAMN41078419, SAMN41078420, SAMN41078421, SAMN41078422, SAMN41078423, SAMN41078432, SAMN41078433, SAMN41078434, SAMN41078435, SAMN41078436, SAMN41078437, SAMN41078438, SAMN41078439, SAMN41078440, SAMN41078441, SAMN41078442, SAMN41078443, SAMN41078444, SAMN41078445, SAMN41078446, SAMN41078447, SAMN41078448, SAMN41078449, SAMN41078450, SAMN41078451, SAMN41078452, SAMN41078453, SAMN41078454, SAMN41078455, SAMN41078456, SAMN41078457, SAMN41078458, SAMN41078459, SAMN41078460, SAMN41078461, SAMN41078462, SAMN41078463, SAMN41078464, SAMN41078465, SAMN41078466, SAMN41078467, SAMN41078468, SAMN41078469, SAMN41078470, SAMN41078471, SAMN41078472, SAMN41078473, SAMN41078474, SAMN41078475, SAMN41078476, SAMN41078477, SAMN41078478, SAMN41078479, SAMN41078480, SAMN41078481, SAMN41078482, SAMN41078483, SAMN41078484, SAMN41078485, SAMN41078487, SAMN41078488, SAMN41078489, SAMN41078490, SAMN41078491, SAMN41078492, SAMN41078493, SAMN41078498, SAMN41078499, SAMN41078500, SAMN41078501, SAMN41078502, SAMN41078536, SAMN41078537, SAMN41078538, SAMN41078539, SAMN41078540, SAMN41078541, SAMN41078542, SAMN41078543, SAMN41078544, SAMN41078545, SAMN41078546, SAMN41078547, SAMN41078548, SAMN41078549, SAMN41078358, SAMN41078359, SAMN41078360, SAMN41078429, SAMN41078504, SAMN41078505, SAMN41078506, SAMN41078507, SAMN41078508, SAMN41078374, SAMN41078364, SAMN41078369, SAMN41078370, SAMN41078371, SAMN41078372, SAMN41078509, SAMN41078379, SAMN41078380, SAMN41078381, SAMN41078382, SAMN41078383, SAMN41078384, SAMN41078386, SAMN41078395, SAMN41078397, SAMN41078398, SAMN41078399, SAMN41078400, SAMN41078401, SAMN41078402, SAMN41078403, SAMN41078404, SAMN41078405, SAMN41078406, SAMN41078424, SAMN41078425, SAMN41078426, SAMN41078427, SAMN41078428, SAMN41078516, SAMN41078517, SAMN41078518, SAMN41078519, SAMN41078520.	2991455-3092737	20-100	2723-3062
Окружающая среда / Environment	ВОО, ЛИО, МОО, САО, ЯРО	2010-2021	SAMN41078353, SAMN41078354, SAMN41078355, SAMN41078356, SAMN41078357, SAMN41078361, SAMN41078362, SAMN41078363, SAMN41078375, SAMN41078376, SAMN41078377, SAMN41078417, SAMN41078511, SAMN41078512, SAMN41078513, SAMN41078514, SAMN41078430, SAMN41078510, SAMN41078511, SAMN41078512, SAMN41078513, SAMN41078514.	2848517-3114330	20-97	2754-3017

ВОО – Вологодская область; КАО – Калужская область; КУО – Курская область; ЛИО – Липецкая область; МОО – Московская область; НОО – Новгородская область; РУД – Республика Удмуртия; САО – Саратовская область; СХО – Сахалинская область; ТАО – Тамбовская область; ТВО – Тверская область; ТУО – Тульская область; ЯРО – Ярославская область. / ВОО – Vologda Oblast; КАО – Kaluga Oblast; КУО – Kursk Oblast; ЛИО – Lipetsk Oblast; МОО – Moscow Oblast; НОО – Novgorod Oblast; РУД – Udmurt Republic; САО – Saratov Oblast; СХО – Sakhalin Oblast; ТАО – Tambov Oblast; ТВО – Tver Oblast; ТУО – Tula Oblast; ЯРО – Yaroslavl Oblast.

риев нулевой толерантности к тем генотипам, которые с наибольшей вероятностью могут вызвать инвазивный листериоз [5, 6].

**Целью** данной работы было полногеномное секвенирование штаммов *L. monocytogenes* ( $n = 217$ ), выделенных в 2010–2024 гг. в 14 субъектах Российской Федерации (Вологодской обл.  $n = 130$ ; Ярославская обл.  $n = 23$ ; Московская обл.  $n = 15$ ; Липецкая обл.  $n = 12$ ; Сахалинская обл.  $n = 8$ ; Саратовская обл.  $n = 6$ ; Республика Удмуртия  $n = 6$ ; Курская обл.  $n = 5$ ; Калужская обл.  $n = 3$ ; Тверская обл.  $n = 3$ ; Новгородская обл.  $n = 2$ ; Тамбовская обл.  $n = 2$ ; Республика Саха  $n = 1$ ; Тульская обл.  $n = 1$ ), в т.ч. от пациентов с инвазивным листериозом ( $n = 40$ ), из пищевых продуктов ( $n = 156$ ) и из окружающей среды ( $n = 21$ ).

ДНК выделяли с использованием набора DNeasy UltraClean Microbial Kit (Qiagen, Хильден, Германия). Полногеномное секвенирование проводили на следующих платформах: Illumina MiSeq, с использованием наборов Nextera DNA Library Preparation Kit (Illumina, Карлсбад, США) и MiSeq Reagent Kits v3 (Illumina, Карлсбад, США); DNBSEQ-G400 (MGISEQ-2000), с использованием предварительной фрагментации молекул ДНК в системе BioRuptor (Diagenode, Милуоки, США) и наборов MGIEasy Universal DNA Library Prep Set (Wuhan MGI Tech Co., Ltd, Ухань, Китай) и MGISEQ-2000 PE150 High-throughput Sequencing Set (Wuhan MGI Tech Co., Ltd, Ухань, Китай); GenoLab M, с использованием наборов SG GM Plus («Сесана», Москва, Россия) и GenoLab M Sequencing set V 2.0 (GeneMind Biosciences Co., Ltd., Шэньчжэнь, Китай). Полученные единичные прочтения собирали в контиги с использованием программы Unicycler 0.5.0 (<https://github.com/rwrick/Unicycler>). Собранные de novo геномы аннотировали в базу данных GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>) (таблица).

Подробный анализ принадлежности штаммов к генетическим линиям *L. monocytogenes*, наличия в геномах генетических детерминант факторов вирулентности и устойчивости к антимикробным препаратам, а также филогенетический анализ будут представлены в последующих работах. Полученные данные могут быть использованы для совершенствования эпидемиологического надзора за листериозной инфекцией, организации и проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий в Российской Федерации.

#### **Информация об исследованиях, где в качестве объектов выступали люди**

В соответствии с требованиями Биоэтического комитета Российской Федерации в работе использованы клинические штаммы *L. monocytogenes* без указания персональных данных пациентов, таких как имя, дата рождения, адрес, история болезни и др.

#### **Информация о финансировании**

Секвенирование штаммов *L. monocytogenes* выполнено в рамках: федерального проекта «Санитарный щит – безопасность для здоровья (предупреждение, выявление, реагирование)» соглашение №141-02-2023-290 (100 штаммов), гранта Минобрнауки (соглашение №075-15-2019-1671) (96 штаммов) и отраслевой программы Роспотребнадзора (5 штаммов).

#### **Financial support**

Sequencing of *L. monocytogenes* strains was carried out within the framework of: the federal project “Sanitary Shield – health safety (prevention, detection, response)” agreement No 141-02-2023-290 (100 strains), a grant from the Ministry of Education and Science (agreement No 075-15-2019-1671) (96 strains) and the industry program of Rosпотребнадзор (5 strains).

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

#### **Литература**

1. Quereda JJ, Morón-García A, Palacios-Gorba C, Dessaux C, García-Del Portillo F, Pucciarelli MG, et al. Pathogenicity and virulence of *Listeria monocytogenes*: A trip from environmental to medical microbiology. *Virulence*. 2021 Dec;12(1):2509-2545. DOI: 10.1080/21505594.2021.1975526
2. Koopmans MM, Brouwer MC, Vázquez-Boland JA, van de Beek D. Human *Listeriosis*. *Clin Microbiol Rev*. 2023 Mar 23;36(1):e0006019. DOI: 10.1128/cmr.00060-19
3. Груздева ОА, Тартаковский ИС, Малеев ВВ, Саятгареев РШ, Кормилицина ВГ, Шарапченко СО, и др. *Listeria monocytogenes* сегодня. Российский медицинский журнал. 2021;27(5):491-500. DOI: 10.17816/0869-2106-2021-27-5-491-500
4. Chenal-Francisque V, Lopez J, Cantinelli T, Caro V, Tran C, Leclercq A, et al. Worldwide distribution of major clones of *Listeria monocytogenes*. *Emerg Infect Dis*. 2011 Jun;17(6):1110-2. DOI: 10.3201/eid1706.101778
5. Bergholz TM, Shah MK, Burall LS, Rakic-Martinez M, Datta AR. Genomic and phenotypic diversity of *Listeria monocytogenes* clonal complexes associated with human listeriosis. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2018 Apr;102(8):3475-3485. DOI: 10.1007/s00253-018-8852-5
6. Асташкин ЕИ, Алексеева ЕА, Борзенков ВН, Кисличкина АА, Мухина ТН, Платонов МЕ, и др. Молекулярно-генетическая характеристика полирезистентных штаммов *Listeria monocytogenes* и идентификация новых сиквентипов. Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. 2021;39(4):3-13. DOI: 10.17116/molgen2021390413

#### **References**

1. Quereda JJ, Morón-García A, Palacios-Gorba C, Dessaux C, García-Del Portillo F, Pucciarelli MG, et al. Pathogenicity and virulence of *Listeria monocytogenes*: A trip from environmental to medical microbiology. *Virulence*. 2021 Dec;12(1):2509-2545. DOI: 10.1080/21505594.2021.1975526
2. Koopmans MM, Brouwer MC, Vázquez-Boland JA, van de Beek D. Human *Listeriosis*. *Clin Microbiol Rev*. 2023 Mar 23;36(1):e0006019. DOI: 10.1128/cmr.00060-19
3. Груздева ОА, Tartakovskiy IS, Maleev VV, Saitgareev RSh, Kormilitsina VG, Sharapchenko SO, et al. *Listeria monocytogenes* today. *Russian Medicine*. 2021;27(5):491-500. DOI: 10.17816/0869-2106-2021-27-5-491-500 (In Russian).
4. Chenal-Francisque V, Lopez J, Cantinelli T, Caro V, Tran C, Leclercq A, et al. Worldwide distribution of major clones of *Listeria monocytogenes*. *Emerg Infect Dis*. 2011 Jun;17(6):1110-2. DOI: 10.3201/eid1706.101778
5. Bergholz TM, Shah MK, Burall LS, Rakic-Martinez M, Datta AR. Genomic and phenotypic diversity of *Listeria monocytogenes* clonal complexes associated with human listeriosis. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2018 Apr;102(8):3475-3485. DOI: 10.1007/s00253-018-8852-5
6. Astashkin EI, Alekseeva EA, Borzenkov VN, Kislichkina AA, Mukhina TN, Platonov ME, et al. Molecular-Genetic Characteristics of Polyresistant *Listeria monocytogenes* Strains and Identification of New Sequence Types. *Molecular Genetics, Microbiology and Virology*. 2021;39(4):3-13. DOI: 10.17116/molgen2021390413 (In Russian).

**Информация о соавторах:**

Соломенцева Александра Евгеньевна, младший научный сотрудник отдела коллекционных культур ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Шишкина Лидия Алексеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела коллекционных культур ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Детушев Константин Владимирович, младший научный сотрудник отдела коллекционных культур ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Мухина Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела коллекционных культур ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Козлов Алексей Игоревич, младший научный сотрудник отдела коллекционных культур ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Сухаричева Наталья Алексеевна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник отдела коллекционных культур ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Кисличкина Ангелина Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела коллекционных культур ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Алексеева Елена Андреевна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела информационных технологий ФБУН Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора, заведующая отделом лабораторных исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области» Роспотребнадзора

Фурсова Надежда Константиновна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела молекулярной микробиологии ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

**Information about co-authors:**

Alexandra E. Solomentseva, Junior Researcher, Culture Collection Dep., State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор

Lidia A. Shishkina, PhD in Biological Sciences, Leading Researcher, Culture Collection Dep., State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор

Konstantin V. Detushev, Junior Researcher, Collection Cultures Department, Federal State Scientific Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Rosпотребнадзор

Tatyana N. Mukhina, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher, Culture Collection Dep., State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор

Aleksey I. Kozlov, Junior Researcher, Culture Collection Dep., State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор

Natalya A. Sukharicheva, PhD in Biological Sciences, Junior Researcher, Culture Collection Dep., State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор

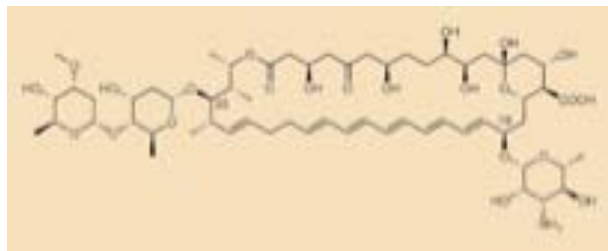
Angelina A. Kislichkina, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher, Culture Collection Dep., State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор

Elena A. Alekseeva, MD, PhD, Senior Researcher, Information Technology Dep., State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор, Head of the Laboratory Research Department, Center for Hygiene and Epidemiology in the Vologda Region

Nadezhda K. Fursova, PhD in Biological Sciences, Leading Researcher, of Molecular Microbiology Dep., State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор

**НОВОСТИ НАУКИ****Новое природное соединение против резистентных грибов**

Сообщается об открытии полиенового противогрибкового антибиотика мандимицина с использованием платформы обнаружения природных продуктов, ориентированной на филогению. Мандимицин синтезируется кластером генов *mand*, эволюционировал отличным от известных полиеновых макролидных антибиотиков образом и модифицирован тремя дезоксисахарами. Вещество демонстрирует мощную и широкую гаммацидную активность против широкого спектра грибковых патогенов с множественной лекарственной устойчивостью как в условиях *in vitro*, так и *in vivo*. Мандимицин обладает уникальным механизмом действия, нацеленным на различные фосфолипиды в клеточных мембранах грибов, что приводит к высвобождению необходимых ионов из клеток грибов. Эта уникальная способность связывать несколько мишеней придает ему надежную фунгицидную активность, а также способность избегать резистентности. Идентификация мандимицина с использованием стратегии обнаружения природных продуктов, направленной на филогению, представляет собой важный шаг вперед в раскрытии антимикробных соединений с различными механизмами действия, которые могут быть разработаны для борьбы с грибковыми патогенами с множественной лекарственной устойчивостью.



Deng Q, Li Y, He W, Chen T, Liu N, Ma L, et al.  
A polyene macrolide targeting phospholipids in the fungal cell membrane.  
*Nature*. 2025 Mar 19. DOI: 10.1038/s41586-025-08678-9