DOI: 10.20953/2500-1027-2026-2-25-29

Бактериология, 2026, том 11, №2, с. 25–29
Bacteriology, 2026, volume 11, No 2, p. 25–29

Конструирование продуцента рекомбинантного пестицина

М.Е.Платонов, П.Х.Копылов, С.В.Дентовская, А.П.Анисимов

ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора, Оболенск, Московская область, Российская Федерация

В статье представлены данные по разработке контрольного образца для определения специфической активности бактериоцина *Yersinia pestis* – пестицина – в отношении патогенных бактерий, обладающих иерсиниабактинзависимой системой поглощения железа. Приведены результаты, подтверждающие сохранение бактериолитической активности и субстратной специфичности рекомбинантного пестицина Pst-His_6. Контрольный образец рекомбинантного пестицина Pst-His_6 используется при проведении сравнительной оценки специфической антибактериальной активности разрабатываемых генноинженерных препаратов – кандидатов в лекарственные средства.

Ключевые слова: бактериоцины, пестицин, контрольный образец, специфическая активность

Для цитирования: Платонов М.Е., Копылов П.Х., Дентовская С.В., Анисимов А.П. Конструирование продуцента рекомбинантного пестицина. Бактериология. 2026; 11(2): 25–29. DOI: 10.20953/2500-1027-2026-2-25-29

Designing a recombinant pesticide producer

M.E.Platonov, P.Kh.Kopylov, S.V.Dentovskaya, A.P.Anisimov

State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rospotrebnadzor, Obolensk, Moscow region, Russian Federation

This article presents data on the development of a control sample for determining the specific activity of the *Yersinia pestis* bacteriocin, pesticin, against pathogenic bacteria possessing a yersiniabactin-dependent iron uptake system. Results confirming the retention of bacteriolytic activity and substrate specificity of the recombinant pesticin Pst-His_6 are presented. The control sample of the recombinant pesticin Pst-His_6 is used in comparative evaluations of the specific antibacterial activity of genetically engineered drug candidates under development.

Key words: bacteriocins, pesticin, control sample, specific activity

For citation: Platonov M.E., Kopylov P.Kh., Dentovskaya S.V., Anisimov A.P. Designing a recombinant pesticide producer. Bacteriology. 2026; 11(2): 25–29. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2026-2-25-29

Глобальное распространение бактериальных патогенов с множественной лекарственной устойчивостью вызвало закат «эры антибиотиков». В качестве альтернативы антибиотикам на передний план выступают препараты на основе бактериоцинов, бактериофагов и их литических ферментов (фаговых лизинов). Бактериоцины представляют собой синтезируемые на рибосомах белки или пептиды, вырабатываемые различными штаммами бактерий для подавления жизнедеятельности других штаммов того же вида или родственных видов с целью получения селективного преимущества в борьбе за ограниченные ресурсы определенной экологической ниши. Многие из бактериоцинов обладают антибактериальной активностью по отношению к таким патогенам, как *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Shigella* sp., *Klebsiella pneumoniae* и др. [1].

Возбудитель чумы – грамотрицательная бактерия *Yersinia pestis* – продуцирует бактериоцин пестицин, который имеет уникальную структуру среди бактериоцинов и проявляет мурамидазную активность [2]. Пестицин связывается с белком внешней мембраны FyuA – рецептором сидерофора иерсиниабактина – и проникает в периплазму бактериальной клетки посредством системы белков TonB, ExbB и ExbD, которые закреплены на цитоплазматической мембране [3]. Продукция пестицина характерна для всех штаммов чумного микроба (за исключением представителей биовара *Caucasica*), а ген рецептора иерсиниабактина *fyuA*, находящийся в составе острова высокой патогенности, присущ не только *Y. pestis*, но и *Y. pseudotuberculosis*, *Y. enterocolitica*, а также встречается в энтероагрегативных, энтеропатогенных, энтероинвазивных и энтеротоксигенных штаммах

Для корреспонденции:

Платонов Михаил Евгеньевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологии чумы отдела особо опасных инфекций ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Адрес: 142279, Московская обл., г.о. Серпухов, р.п. Оболенск, Территория «Квартал А», 24

Статья поступила 04.03.2026, принята к печати 30.06.2026

For correspondence:

Mikhail E. Platonov, PhD in Biological Sciences, Leading Researcher Laboratory of Genetic Engineering and Diagnosis of Causative Agents of Particularly Dangerous Infections, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rospotrebnadzor

Address: 24 “Quarter A” Territory, Obolensk, City District Serpukhov, Moscow region, 142279, Russian Federation

The article was received 04.03.2026, accepted for publication 30.06.2026

E. coli, изолятах *E. coli*, выделенных из культур крови, штаммах *Klebsiella* spp. и *Citrobacter* spp. [4–6].

Оперон биосинтеза пестицина состоит из двух генов – гена пестицина *pst* и гена белка иммунитета к пестицину *pim*, которые вместе с геном активатора плазминогена *pla* находятся на плазмиде pPCP1 (pPst) [7].

Пестицин представляет собой белок с молекулярной массой 40 кДа, состоящий из 357 аминокислотных остатков. Третичная структура пестицина образована тремя доменами: N-концевым транслокационным, промежуточным рецепторсвязывающим и С-концевым литическим доменом, структурно аналогичным лизозиму фага Т4 [8]. В случае заменены домена активности лизозимом Т4 образуется ферментативно активный химерный белок, который не ингибируется белком иммунитета к пестицину Pim [9]. Сохранение бактерицидной активности у гибридных производных пестицина в сочетании со специфической транслокационной способностью делает привлекательным конструирование химерных белков – токсинов с измененной субстратной специфичностью, активных в отношении определенных видов или даже внутривидовых групп бактериальных патогенов. Однако производство таких химер требует активного контроля, непременной составляющей которого является использование стандартных образцов биологической активности (международного, государственного, отраслевого, учрежденческого и даже лабораторного уровня), обеспечивающих подлинность и легитимность результатов научных исследований [10–12].

Целью настоящего исследования была разработка и оценка характеристик контрольного образца рекомбинантного пестицина.

Материалы и методы

Штаммы микроорганизмов и условия культивирования

Штаммы бактерий и плазмиды, использованные в работе, представлены в таблице.

Штаммы *Y. pestis* выращивали на среде BHI. Штаммы *E. coli* выращивали на плотной или в жидкой среде LB, добавляя при необходимости ампициллин до концентрации 100 мкг/мл.

Конструирование штамма-продуцента рекомбинантного пестицина

Фрагмент ДНК, содержащий ген пестицина, амплифицировали в полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием пары праймеров Pst-NdeI 5'-CAATCATATGTCAGATACAA TGGTAGTG-3' и Pst-XhoI 5'-CTCCTCGAGTTTTAACAATCCACT ATC-3' (сайты эндонуклеаз рестрикции NdeI и XhoI подчеркнуты). В качестве матрицы в ПЦР использовали 20 нг тотальной ДНК штамма *Y. pestis* EV НИИЭГ. Для амплификации использовали высокоточную полимеразу Phusion Hot Start II High-Fidelity DNA Polymerase (Thermo Scientific, Литва) в соответствии с рекомендациями производителя. Ампликон выделяли из 0,7%-го агарозного геля с помощью набора Illustra™ GFX™ PCR DNA and Gel Band Purification Kit (GE Healthcare, Великобритания), обрабатывали эндонуклеазами рестрикции NdeI и XhoI и лигировали с обработанным соответствующими эндонуклеазами вектором pET-32b(+). Полученным лигатом трансформировали компетентные клетки *E. coli* DH5α. Отбор трансформантов проводили по фенотипу ApR на плотной питательной среде LB с ампициллином. Скрининг рекомбинантных плазмид, содержащих искомый фрагмент, осуществляли при помощи ПЦР с использованием тех же праймеров и Taq-полимеразы («Евроген», Россия). Продукты ПЦР анализировали электрофорезом в 0,7%-м агарозном геле. Из клонов, давших положительный сигнал в ПЦР, выделяли плазмидную ДНК и анализировали электрофорезом в 0,7%-м агарозном геле. Правильность сборки плазмиды подтверждали рестрикционным анализом и секвенированием. Выделенной плазмидной ДНК трансформировали компетентные клетки *E. coli* BL21(DE3).

Продукция рекомбинантного пестицина

Ночной бульонной культурой штамма *E. coli* BL21(DE3) (pET32-pst) засевали качалочные колбы с 250 мл среды LB в соотношении 1/100 и культивировали до достижения культурой оптической плотности при λ = 590 нм ОП590 6,3 ед. Синтез белка индуцировали путем добавления изопропил-β-

Таблица. **Штаммы и плазмиды, использованные в работе**
Table. ***Strains and plasmids used in the work***

Штамм/плазмида / *Strain/plasmid*	Характеристика / *Characterization*	Источник получения и/или ссылка на литературу / *Source of information and/or reference to literature*
Y. pestis EV НИИЭГ	Pgm$^-$, pFra$^+$, pCad$^+$, pPst$^+$	ГКПМ-Оболенск*
Y. pestis 1146(pCad$^-$ pPst$^-$)	Pgm$^+$, pFra$^+$, pCad$^-$, pPst$^-$	ГКПМ-Оболенск
E. coli DH5α	F$^-$ *gyrA96* (Nal^r) *recA1 relA1 endA1 thi-1 hsdR17*(rk–mk$^+$) *glnV44 deoR* Δ(*lacZYA-argF*) *U169* [φ80dΔ(*lacZ*)*M15*]	ГКПМ-Оболенск
E. coli BL21(DE3)	F$^-$ *ompT hsdSB* (rB$^-$mB$^-$) *gal dcm* (DE3)	ГКПМ-Оболенск
E. coli DH5α(pET32-pst)	F$^-$ *gyrA96* (Nal^r) *recA1 relA1 endA1 thi-1 hsdR17*(rk$^-$mk$^+$) *glnV44 deoR* Δ(*lacZYA-argF*) *U169* [φ80dΔ(*lacZ*)*M15*] (pET32-pst)	Данная работа / *This work*
E. coli BL21(DE3)(pET32-pst)	F$^-$ *ompT hsdSB* (rB$^-$mB$^-$) *gal dcm* (DE3) (pET32-pst)	Данная работа / *This work*
pET-32b(+)	*bla* pBR322 ori PT7	ГКПМ-Оболенск
pET32-pst	*bla* pBR322 ori PT7 *pst*	Данная работа / *This work*

* State Collection of Pathogenic Microorganisms and Cell Cultures.

D-1-тиогалактопиранозида ИТПГ до конечной концентрации 0,5 мМ, после чего продолжали культивирование еще 4 ч.

Очистка белка с помощью металл-хелатной аффинной хроматографии

Предварительно определили, что пестицин накапливается в растворимой фракции клеток при культивировании при температуре 37°С. Влажный осадок клеток *E. coli* BL21(DE3) (pET32-pst) (5,6 г) суспензировали в 150 мл буферного раствора, содержащего 5 мМ имидазола, 500 мМ NaCl и 20 мМ трис-HCl, pH 7,9 (буфер А), и лизировали на ультразвуковом дезинтеграторе Bandelin Sonopulse при 4°С с мощностью 50% в импульсном режиме продолжительностью по 15 с с равновеликими паузами до 70 кДж показателя суммарной энергии. Лизат центрифугировали при 15 000 g и температуре 20°С в течение 30 мин. Надосадочную фракцию пропускали через колонку HisTrap HP, 1 × 5 ml (Cytiva), предварительно уравновешенную буфером А, и промывали 6 объемами этого же буфера. Белки элюировали 60 мМ и 600 мМ раствора имидазола в буфере А. Состав собранных по 6 мл фракций анализировали методом денатурирующего электрофореза в полиакриламидном геле с использованием додецилсульфата натрия ДСН-ПААГ электрофореза в 12%-м полиакриламидном геле с последующей окраской гелей Кумасси G-250 [13]. Фракции с наибольшим количеством пестицина объединяли и подвергали гель-фильтрации на колонке XK 26/20 (Cytiva), упакованной носителем TOYOPEARL HW-40 (Tosoh Bioscience) и уравновешенной фосфатно-солевым буфером (pH 7,4).

Определение активности белка

Литическую активность рекомбинантного пестицина определяли методом двуслойного агара. На чашки Петри с BHI-агаром наслаивали 4,5 мл полужидкого BHI-агара с добавлением 0,1 мл суспензии суточной культуры штамма 1146 *Y. pestis* в физиологическом растворе с концентрацией 10^9 КОЕ/мл. После застывания верхнего агара на него наносили разведения раствора рекомбинантного пестицина. Чашки инкубировали в термостате в течение ночи при температуре 28°С. Учет результатов проводили путем измерения зоны просветления (зоны лизиса культуры) в полужидком агаре.

Результаты исследования и их обсуждение

Слитый белок Pst-His_6 состоит из 365 аминокислотных остатков и включает в себя все 357 аминокислотных остатков, кодируемых геном pst; остатки лейцина и глутаминовой кислоты, кодируемые последовательностью сайта рестрикции XhoI, и 6 остатков гистидина, кодируемых вектором pET-32b(+) и служащих для выделения белка методом металл-хелатной хроматографии. Для получения His_6-tag слитого белка амплифицированный в ПЦР фрагмент ДНК *Y. pestis* EV НИИЭГ размером 1089 п.о. клонировали в экспрессирующем векторе pET-32b(+) по сайтам рестрикции NdeI и XhoI. Созданной плазмидой pET32-pst (рис. 1) трансформировали штамм *E. coli* BL21(DE3).

Анализ образцов культур *E. coli* BL21(DE3)(pET32-pst) показал наличие дополнительного белка при индукции ИПТГ по сравнению с неиндуцированным образцом. Рекомбинантный пестицин присутствовал в клеточном лизате в виде мажорной полосы, соответствующей по молекулярной массе расчетному значению 41,1 кДа для белка Pst-His_6 (рис. 2).

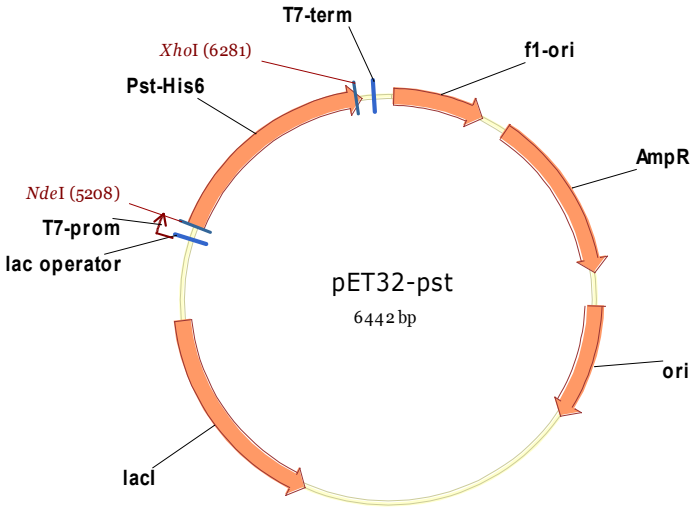


Рис. 1. **Карта плазмиды pET32-pst.**
Fig. 1. ***Map of the pET32-pst plasmid.***

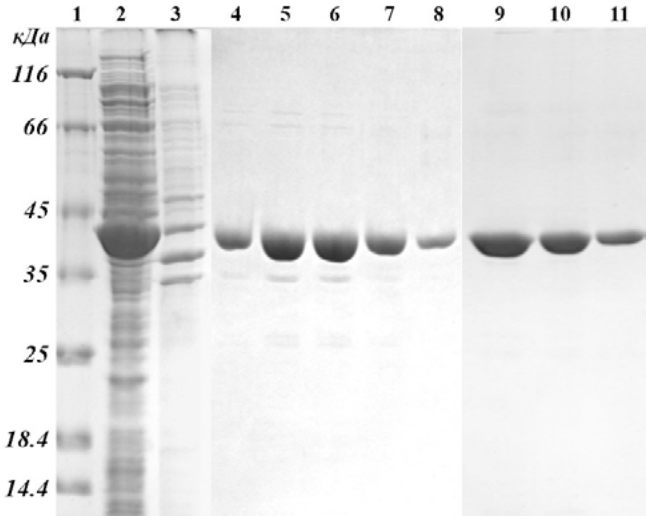


Рис. 2. **Аффинная хроматография и гель-фильтрации рекомбинантного пестицина Pst-His_6. Линии: 1 – маркеры молекулярных масс; 2 – растворимая фракция клеток; 3 – фракция клеточного осадка; 4–8 – белки, элюированные 600 мМ раствора имидазола; 9–11 – фракции пестицина после гель-фильтрации.**
Fig. 2. ***Affinochromatography and gel-filtration of recombinant pesticide Pst-His_6. Lines: 1 – molecular weight markers; 2 – soluble cell fraction; 3 – cell pelle t fraction; 4–8 – proteins eluted with 600 mM imidazole solution; 9–11 – pesticide fractions after gel-filtration.***

Выделенный рекомбинантный белок Pst-His_6 (рис. 3) обладал чистотой >90%, как свидетельствуют данные ДСН-ПААГ.

Рекомбинантный пестицин Pst-His_6 сохранил бактериолитическую активность по отношению к тест-штамму *Y. pestis* 1146(pCad$^-$ pPst$^-$), лишенному плазмиды pPst (рис. 3).

Заключение

Таким образом, в результате нашей работы был сконструирован продуцент рекомбинантного пестицина Pst-His_6, кото-

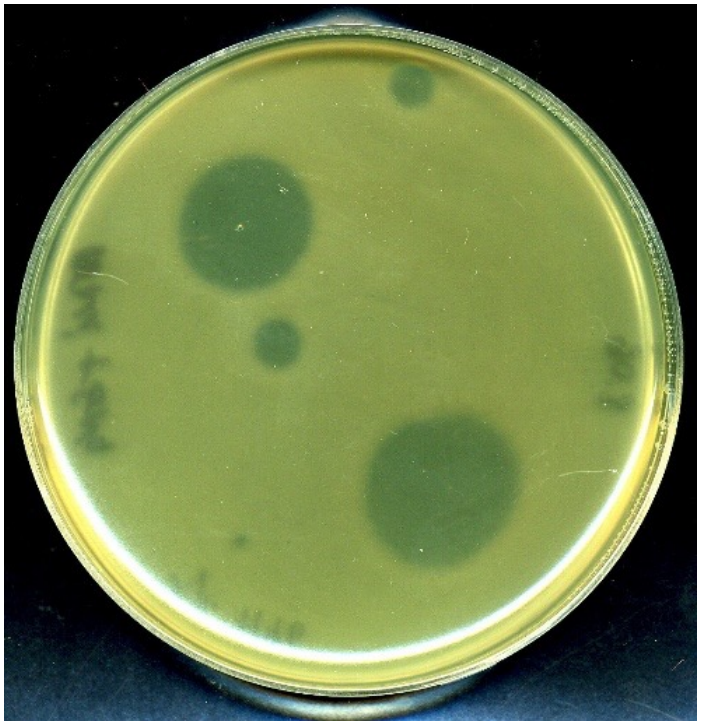


Рис. 3. **Проверка бактериолитической активности рекомбинантного пестицина Pst-His$_6$ на тест-штамме *Y. pestis* 1146(pCad$^-$pPst$^-$).**
*Fig. 3. **Testing the bacillolytic activity of the recombinant pesticide Pst-His$_6$ on the test strain Y. pestis 1146(pCad$^-$pPst$^-$).***

рый обладает рядом преимуществ по сравнению с нативным пестицином. Белок легко выделяется из биомассы штамма-продуцента методом металл-хелатной хроматографии и сохраняет литическую активность по отношению к тест-штамму *Y. pestis* 1146(pCad$^-$pPst$^-$). Сохранение бактериолитической активности и субстратной специфичности рекомбинантного пестицина Pst-His$_6$ свидетельствует о возможности его использования в качестве контрольного образца при конструировании антибактериальных препаратов на основе рекомбинантных производный пестицина с измененным спектром активности.

Источники финансирования

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

Funding

No funding was received for conducting this study and preparing the manuscript for publication.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими организациями), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Conflict of interest

The authors have no relationships, activities, or interests with third parties (commercial or non-commercial organizations) to declare that could have influenced the work reported in this paper in the last three years.

Вклад авторов

Все авторы подтверждают равное участие на всех этапах подготовки рукописи: разработка концепции, получение и анализ данных, написание и редактирование текста.

Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируют надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Author contributions

All authors contributed equally to this work, including conceptualization and design, data acquisition and analysis, manuscript writing and editing.

All authors have read and approved the final manuscript and agree to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Генеративный искусственный интеллект

При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Generative artificial intelligence

No generative artificial intelligence technologies were used in the preparation of this article.

Литература

1. Blinkova LP, Al'tshuler ML, Dorofeeva ES, Gorobets OB. Molecular basis of bacteriocins production and activity. Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol. 2007 Mar-Apr;(2):97-104.
2. Vollmer W, Pilsl H, Hantke K, Höltje JV, Braun V. Pesticin displays muramidase activity. J Bacteriol. 1997 Mar;179(5):1580-3. DOI: 10.1128/jb.179.5.1580-1583.1997
3. Cascales E, Buchanan SK, Duché D, Kleanthous C, Lloubès R, Postle K, et al. Colicin biology. Microbiol Mol Biol Rev. 2007 Mar;71(1):158-229. DOI: 10.1128/MMBR.00036-06
4. Reeves P. The bacteriocins. Bacteriol Rev. 1965 Mar;29(1):24-45. DOI: 10.1128/br.29.1.24-45.1965
5. Schubert S, Rakin A, Karch H, Carniel E, Heesemann J. Prevalence of the "high-pathogenicity island" of *Yersinia* species among *Escherichia coli* strains that are pathogenic to humans. Infect Immun. 1998 Feb;66(2):480-5. DOI: 10.1128/IAI.66.2.480-485.1998
6. Karch H, Schubert S, Zhang D, Zhang W, Schmidt H, Olschläger T, et al. A genomic island, termed high-pathogenicity island, is present in certain non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* clonal lineages. Infect Immun. 1999 Nov;67(11):5994-6001. DOI: 10.1128/IAI.67.11.5994-6001.1999
7. Rakin A, Boolgakowa E, Heesemann J. Structural and functional organization of the *Yersinia pestis* bacteriocin pesticin gene cluster. Microbiology (Reading). 1996 Dec;142 (Pt 12):3415-24. DOI: 10.1099/13500872-142-12-3415
8. Patzer SI, Albrecht R, Braun V, Zeth K. Structural and mechanistic studies of pesticin, a bacterial homolog of phage lysozymes. J Biol Chem. 2012 Jul 6;287(28):23381-96. DOI: 10.1074/jbc.M112.362913
9. Lukacik P, Barnard TJ, Keller PW, Chaturvedi KS, Seddiki N, Fairman JW, et al. Structural engineering of a phage lysin that targets gram-negative pathogens. Proc Natl Acad Sci U S A. 2012 Jun 19;109(25):9857-62. DOI: 10.1073/pnas.1203472109
10. Носкова ВД. Проблемы и перспективы развития отечественного рынка стандартных образцов. Молодые ученые России: сборник статей XIV Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 23 августа 2022 г. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022;94-98.

11. Абрамова ЕГ, Лобовикова ОА, Шульгина ИВ, Комиссаров АВ, Савицкая ЛВ, Генералов СВ, и др. Разработка стандартного образца предприятия (СОП) специфической активности иммуноглобулина антирабического из сыворотки крови лошади. Разработка и регистрация лекарственных средств. 2017;4:160-164.
12. Волкова РА, Фадейкина ОВ, Климов ВИ, Саканян ЕИ, Олефир ЮВ, Меркулов ВА, и др. Актуальные вопросы стандартных образцов в сфере обращения биологических лекарственных средств. Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. 2016;16(4(60)):229-236.
13. Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 1970 Aug 15;227(5259):680-5. DOI: 10.1038/227680a0

References

1. Blinkova LP, Al'tshuler ML, Dorofeeva ES, Gorobets OB. Molecular basis of bacteriocins production and activity. Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol. 2007 Mar-Apr;(2):97-104.
2. Vollmer W, Pilsl H, Hantke K, Höltje JV, Braun V. Pesticin displays muramidase activity. J Bacteriol. 1997 Mar;179(5):1580-3. DOI: 10.1128/jb.179.5.1580-1583.1997
3. Cascales E, Buchanan SK, Duché D, Kleanthous C, Lloubès R, Postle K, et al. Colicin biology. Microbiol Mol Biol Rev. 2007 Mar;71(1):158-229. DOI: 10.1128/MMBR.00036-06
4. Reeves P. The bacteriocins. Bacteriol Rev. 1965 Mar;29(1):24-45. DOI: 10.1128/br.29.1.24-45.1965
5. Schubert S, Rakin A, Karch H, Carniel E, Heesemann J. Prevalence of the "high-pathogenicity island" of *Yersinia* species among *Escherichia coli* strains that are pathogenic to humans. Infect Immun. 1998 Feb;66(2):480-5. DOI: 10.1128/IAI.66.2.480-485.1998
6. Karch H, Schubert S, Zhang D, Zhang W, Schmidt H, Olschläger T, et al. A genomic island, termed high-pathogenicity island, is present in certain non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* clonal lineages. Infect Immun. 1999 Nov;67(11):5994-6001. DOI: 10.1128/IAI.67.11.5994-6001.1999
7. Rakin A, Boolgakowa E, Heesemann J. Structural and functional organization of the *Yersinia pestis* bacteriocin pesticin gene cluster. Microbiology (Reading). 1996 Dec;142 (Pt 12):3415-24. DOI: 10.1099/13500872-142-12-3415
8. Patzer SI, Albrecht R, Braun V, Zeth K. Structural and mechanistic studies of pesticin, a bacterial homolog of phage lysozymes. J Biol Chem. 2012 Jul 6;287(28):23381-96. DOI: 10.1074/jbc.M112.362913
9. Lukacik P, Barnard TJ, Keller PW, Chaturvedi KS, Seddiki N, Fairman JW, et al. Structural engineering of a phage lysin that targets gram-negative pathogens. Proc Natl Acad Sci U S A. 2012 Jun 19;109(25):9857-62. DOI: 10.1073/pnas.1203472109
10. Noskova VD. Problems and prospects of development of the domestic market of standard samples. Molodye uchjonye Rossii: sbornik statej XIV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Young scientists of Russia: collection of articles of the XIV All-Russian Scientific and Practical Conference. Penza: Publishing House Science and Enlightenment (IP Gulyaev G.Yu.), 2022;89-93. (In Russian).
11. Abramova EG, Lobovikova OA, Shul'gina IV, Komissarov AV, Savitskaya LV, Generalov SV, et al. Development of quality control sample to assess specific activity of anti-rabies immunoglobulin obtained from equine blood serum. Drug development & registration. 2017;4:160-164. (In Russian).
12. Volkova RA, Fadeikina OV, Klimov VI, Sakanyan EI, Olefir YuV, Merkulov VA, et al. Topical issues related to reference standards in the sphere of circulation of biological products. BIOpreparations. Prevention, Diagnosis, Treatment. 2016;16(4):229-236. (In Russian).
13. Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 1970 Aug 15;227(5259):680-5. DOI: 10.1038/227680a0

Информация о соавторах:

Копылов Павел Христофорович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологии чумы отдела особо опасных инфекций ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Дентовская Светлана Владимировна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела особо опасных инфекций ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Анисимов Андрей Павлович, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории генетической инженерии и диагностики возбудителей особо опасных инфекций отдела особо опасных инфекций ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Information about co-authors:

Pavel Kh. Kopylov, PhD in Biological Sciences, Leading Researcher of Laboratory for Plague Microbiology, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rospotrebnadzor

Svetlana V. Dentovskaya, MD, PhD, DSc, Chief Researcher of Laboratory for Plague Microbiology, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rospotrebnadzor

Andrey P. Anisimov, MD, PhD, DSc, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Genetic Engineering and Diagnostics of Pathogens of Particularly Dangerous Infections of the Department of Particularly Dangerous Infections, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rospotrebnadzor

Генно-инженерные бактерии нарушают правило 20 аминокислот

Все природные организмы используют одни и те же 20 аминокислот в качестве строительных блоков для белков, но создание синтетической клетки с чуть более узким алфавитом может быть возможным. Исследователи использовали методы вычислительного дизайна белков и синтетической биологии, чтобы удалить все остатки изолейцина из рибосомальных белков бактерии. Модели белков на основе ИИ сыграли решающую роль в успехе этой работы, подчеркнув возможности генеративного дизайна. Эта работа открывает путь к созданию генетически перекодированных клеток с упрощенными компонентами и проливает свет на биохимические ограничения, которые могли сформировать раннюю эволюцию.

Liu L, Rochereau C, Kozlov S, Urtecho G, Liu X, Zhao J, et al. Toward life with a 19-amino acid alphabet through generative artificial intelligence design. Science. 2026 Apr 30;392(6797):eaeb5171. DOI: 10.1126/science.aeb5171