

ВАЖНЕЙШИЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Обнаружен новый фермент гидропероксидбициклаза CYP50918A1 (суперсемейство P450) ризарии *Plasmodiophora brassicae*, возбудителя килы капусты, синтезирующий неизвестные ранее гетеробициклические оксипины, плазмодиофоролы **A** и **B**. Выявленный механизм катализа объясняет биосинтетическое происхождение семейства биологически активных соединений (гибридалактон и др.) морских водорослей. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН)

АННОТАЦИЯ

Рекомбинантный белок CYP50918A1 (суперсемейство P450) возбудителя килы капусты *Plasmodiophora brassicae* Woronin 1877 (Cercozoa, Rhizaria, SAR), полученный с помощью гетерологической экспрессии кДНК в *E. coli*, катализирует превращение 13-гидроперекиси α -линоленовой кислоты (13-ГПОТ), в новые гетеробициклические оксипины, плазмодиофоролы **A** и **B** (**1** и **2**). Эксперименты с использованием меченого ^{18}O выявили включение одного атома ^{18}O из $[^{18}\text{O}_2]$ 13-ГПОТ в эпоксидную и эфирную группировки продуктов **1** и **2** (соответственно), но не в ОН-группы. С другой стороны, ^{18}O из $[^{18}\text{O}_2]$ воды включается только в ОН-группы. Еще один минорный продукт, плазмодиофорол **C** (**3**), циклопентандиол, образуется в результате гидролиза соединений **1** и **2**. Соединения **A**, **B** и **C** родственны эгрегиахлоридам, гибридалактонам, эклониаактонам и другим бициклическим оксипинам, обнаруженных ранее в некоторых бурых и красных водорослях. Предложенный механизм превращения 13-ГПОТ в плазмодиофоролы **A** и **B** с участием промежуточного эпоксиаллильного катиона впервые объясняет биосинтез подобных гетеробициклических оксипинов. Гидропероксидбициклаза CYP50918A1 является первым ферментом, контролирующим такой вид превращения гидроперекисей жирных кислот.

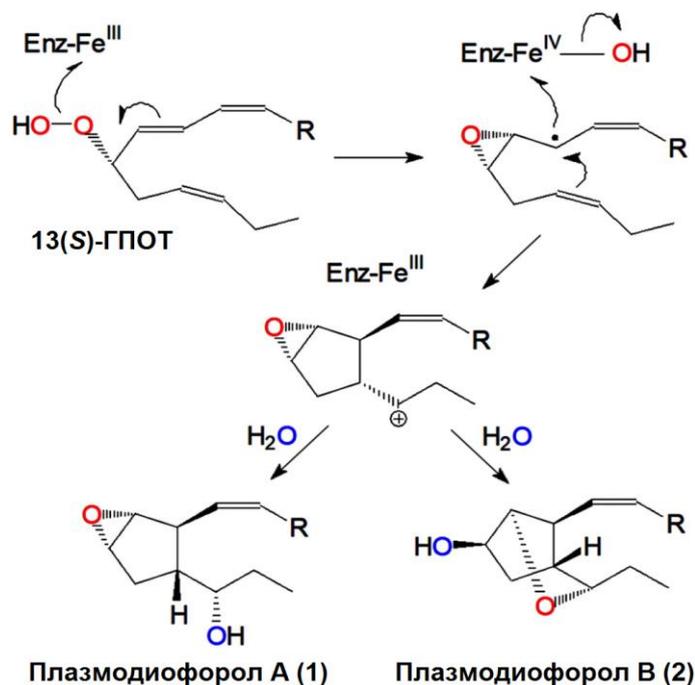


Схема механизма превращения 13-ГПОТ в плазмодиофоролы **A** и **B** с участием промежуточного эпоксиаллильного катиона.

Публикации:

Grechkin A.N., Lantsova N.V., Khairutdinov B.I., Toporkova Y.Y. Hydroperoxide bicyclase CYP50918A1 of *Plasmodiophora brassicae* (Rhizaria, SAR): Detection of novel enzyme of oxylipin biosynthesis // BBA – Mol. Cell Biol. Lipids. – 2021. – V. 1866, No 12. – 159042.

Установлено, что ключевую роль в обеспечении жизнеспособности лишайников и мхов в условиях сильного обезвоживания играют гены, продукты которых ассоциированы с поддержанием редокс-гомеостаза и сохранением целостности генетического аппарата. Особую активность в микобионте и фотобионте лишайников проявляют гены метаболизма глутатиона, белков теплового шока и репарации ДНК. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН)

Большинство растений испытывает серьезные угрозы от обезвоживания, это приводит к значительному снижению их жизнеспособности и продуктивности. В рамках решения проблемы уменьшения негативного влияния недостатка воды на растения, в том числе сельскохозяйственные культуры, актуальным является изучение механизмов высокой стрессовой устойчивости “экстремофилов”, в том числе лишайников и мхов. Эти фотосинтезирующие организмы выживают при очень жестком обезвоживании благодаря функционированию комплекса механизмов. С помощью транскриптомного анализа мико- и фотобионта лишайника *Lobaria pulmonaria*, подвергнутого обезвоживанию и последующей регидратации, были идентифицированы гены, вовлеченные в стрессовые ответы. Наиболее представленными группами дифференциально экспрессируемых генов оказались гены, ассоциированные с окислительно-восстановительным метаболизмом, регуляцией транскрипции и сохранением целостности нуклеиновых кислот. Особую активность в микобионте и фотобионте лишайников проявляли гены метаболизма глутатиона, белков теплового шока и репарации ДНК. Во мхе *Dicranum scoparium* было показано вовлечение аскорбатпероксидазы в ответы на обезвоживание/регидратацию, идентифицирован кодирующий ген, показано повышение его экспрессии в условиях абиотического стресса. Полученные данные свидетельствуют о ключевой роли поддержания редокс-гомеостаза и сохранения целостности генетического аппарата в сохранении жизнеспособности растений при обезвоживании.

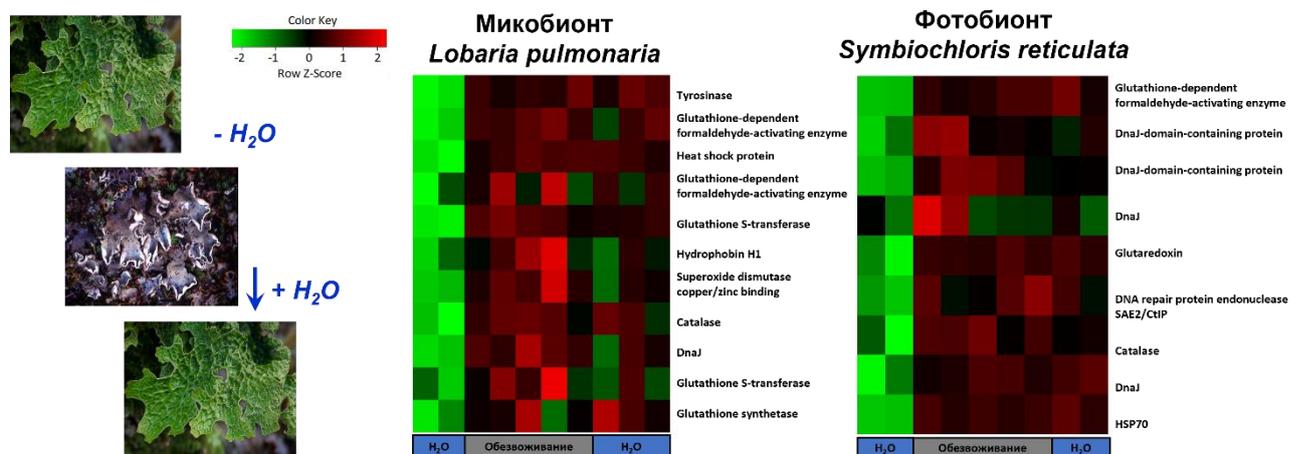


Рис. Тепловая карта экспрессии генов мико- и фотобионта лишайника *Lobaria pulmonaria*, подвергнутого обезвоживанию и последующей регидратации.

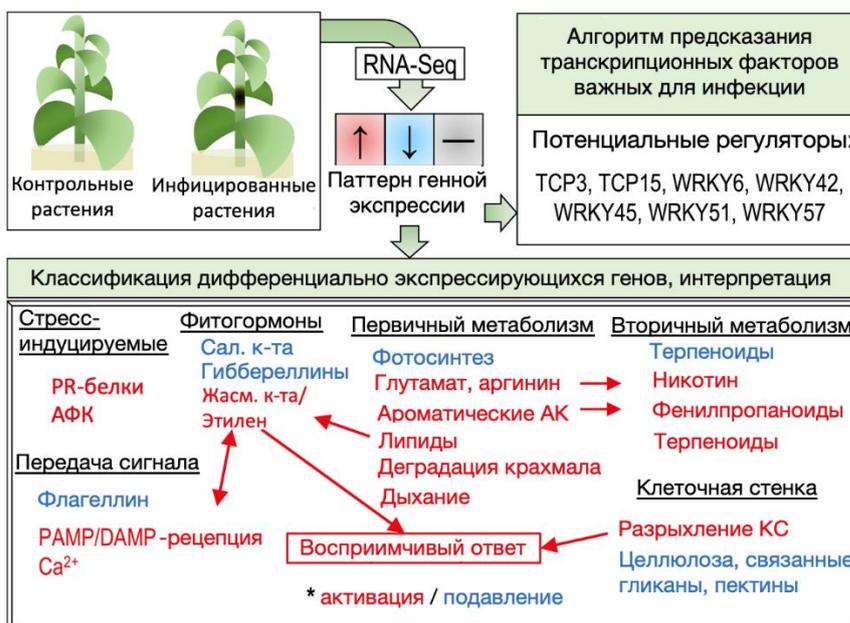
Публикации

1. Moyo С.Е., Minibayeva F., Liers С., Beckett R.P. Role of quinone reductases in extracellular redox cycling in lichenized ascomycetes // Fungal Biology. – 2021. – V. 125, № 11. – P. 879-885.
2. Moyo С., Minibayeva F., Liers С., Beckett R. Quinone reductase activity is widespread in lichens // Lichenologist. – 2021. – V. 53, № 3. – P. 265-269.
3. Onele A.O., Chasov A.V., Viktorova L.V., Minibayeva F.V., Beckett R.P. Characterization and expression analysis of ascorbate peroxidase from the moss *Dicranum scoparium* during abiotic stresses // The Bryologist. – 2021. – V. 124, № 1. – P. 68–84.
4. Онеле А.О., Часов А.В., Трифонова Т.В., Минибаева Ф.В. Аскорбатпероксидаза мха *Dicranum scoparium*: идентификация гена, активность фермента // Доклады РАН. - 2019. - Т. 489, № 4. - С. 92–96.

С использованием лабораторной модели мягкой гнили пасленовых выявлены ключевые молекулярные сигнальные метаболиты, отвечающие за переход латентной инфекции к острому патологическому процессу. Показано, что обработка инфицированных растений салициловой кислотой предотвращает развитие заболевания в результате блокирования восприимчивого ответа. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН)

АННОТОЦИЯ

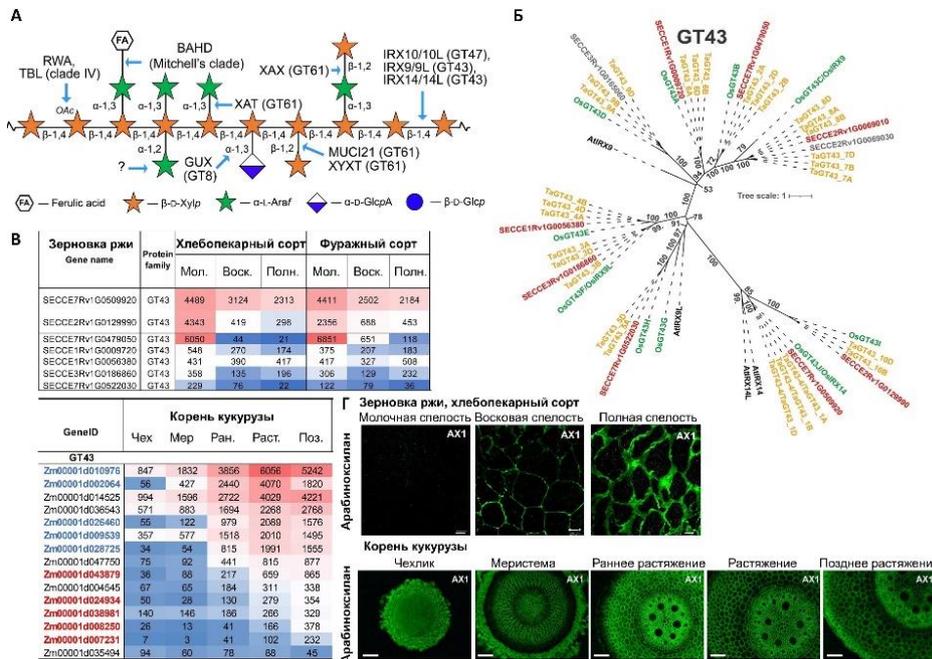
Мягкие гнили, вызываемые бактериями рода *Pectobacterium*, относятся к одним из наиболее вредоносных заболеваний сельскохозяйственных растений. Методом RNA-seq проведен метатранскриптомный анализ растений табака и картофеля, инфицированных *Pectobacterium atrosepticum*, при остром патологическом процессе и бессимптомном течении инфекции. Выявлены критерии восприимчивости растений к пектобактериям, а также выявлены неописанные ранее факторы вирулентности этих микроорганизмов. Показано, что развитие патологического процесса сопряжено с повышением содержания фитогормона жасмоновой кислоты и активацией экспрессии жасмонат-регулируемых генов. Выявлено, что в инфицированных растениях повышается экспрессия генов, кодирующих ферменты разрушения и модификации рамногалактуронана I. Фрагменты этого пектинового полисахарида служат в качестве матрикса бактериальных эмболов – биопленкоподобных структур, формируемых микроорганизмами в сосудах первичной ксилемы растений. С развитием патологического процесса происходит индукция экспрессии генов регуляторной системы «строгого ответа» растений. Предсказаны факторы регуляции транскрипции, отвечающие за индукцию восприимчивого ответа растений: регулоны факторов TCP3, 15, WRKY6, 42, 45, 51, 57 насыщены генами, экспрессирующимися дифференциально при развитии патологического процесса. В свою очередь, у пектобактерий активируются гены ферментов синтеза коронафациевой кислоты, являющейся функциональным аналогом жасмонатов. Данный метаболит служит инструментом манипулирования растением-хозяином для провокации восприимчивого ответа. Продемонстрировано, что обработка инфицированных растений салициловой кислотой предотвращает развитие симптомов мягкой гнили в результате блокирования этого типа реакции.



Публикации:

- Gorshkov V., Tsers I. Plant susceptible responses: the underestimated side of plant–pathogen interactions // Biological Reviews. – 2021. - doi: 10.1111/brv.12789
- Petrova O., Parfirova O., Gogolev Y., Gorshkov V. Stringent Response in Bacteria and Plants with Infection // Phytopathology. – 2021.
- Gogolev Y.V., Ahmar S., Akpinar B., Budak H., Kiryushkin A.S., Gorshkov Y.V., Hensel G., Demchenko K.N., Kovalchuk I., Mora-Poblete F., Muslu T., Tsers I.D., Yadav S., Korzun V. OMICs, Epigenetics and Genome Editing Techniques for Food and Nutritional Security // Plants MDPI. – 2021. – Т. 10. – №. 7. – С. 1423.
- Gorshkov V.; Tsers I., Islamov, B., Ageeva M., Gogoleva N., Mikshina P., Parfirova O., Gogoleva O., Petrova O., Gorshkova T., Gogolev Y. The Modification of Plant Cell Wall Polysaccharides in Potato Plants during *Pectobacterium atrosepticum*-Caused Infection // Plants. – 2021. – Т. 10. – №. 7. – С. 1407.

В геномах кукурузы и ржи идентифицированы гликозилтрансферазы и гликозилгидролазы, вовлеченные в синтез и модификацию полисахаридов клеточных стенок. Выявлены ферменты углеводного обмена, дифференциальная экспрессия которых обеспечивает формирование и изменение клеточных стенок в ходе роста клеток растяжением и развития зерновок, а также обуславливает сортовые различия у ржи. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН)



А. Гликозилтрансферазы, вовлеченные в синтез глюкуроноарабиноксилана злаков. Б. Филогенетическое древо гликозилтрансфераз семейства 43 – ферментов, катализирующих синтез остова глюкуроноарабиноксилана. В. Уровень транскриптов генов GT43 в клетках зерновок ржи и корня кукурузы по мере их развития. Г. Локализация арабиноксиланов в развивающемся эндосперме ржи и в корне кукурузы.

АННОТАЦИЯ:

Клеточные стенки растений определяют ход таких фундаментальных процессов как рост и морфогенез, и одновременно составляют основу так называемых пищевых волокон и возобновляемого растительного сырья в целом. Злаки характеризуются особым составом и архитектурой клеточных стенок, которые, однако, менее изучены, чем клеточные стенки двудольных и некоммулиноидных однодольных. Эффективным подходом для исследования динамики клеточных стенок в ходе различных процессов служит характеристика полного набора дифференциально экспрессирующихся ферментов углеводного метаболизма. В геномах представителей двух ключевых подсемейств злаков – кукурузы (*Zea mays*, *Panicoideae*) и ржи (*Secale cereale*, *Pooideae*) – были идентифицированы гликозилтрансферазы и гликозилгидролазы, вовлеченные в синтез и модификацию полисахаридов клеточных стенок. Транскриптомный анализ выявил ключевых игроков, определяющих структуру клеточных стенок на стадиях деления, удлинения и дифференциации клеток корня кукурузы, а также вовлеченных в формирование некрахмальных полисахаридов зерна ржи. Полученные результаты верифицированы методами структурной биохимии углеводов, иммунохимически и с применением искусственных ферментативных субстратов. Разработанная на основании этих данных тест-система позволяет предсказать отдельные количественные и качественные характеристики пищевых волокон зерна ржи. Система может использоваться для определения оптимальной сферы применения зерна разных сортов и ускорения темпов селекции.

Публикации:

1. Kozlova L.V., Nazipova A.R., Gorshkov O.V., Petrova A.A., Gorshkova T.A. Elongating maize root: zone-specific combinations of polysaccharides from type I and type II primary cell walls // Scientific Reports. – 2020. – V. 10. – P. 10956.
2. Kozlova L.V., Nazipova A.R., Gorshkov O.V., Gilmullina L.F., Sautkina O.V., Petrova N.V., Trofimova O.I., Ponomarev S.N., Ponomareva M.L., Gorshkova T.A. Identification of genes involved in the formation of soluble dietary fiber in winter rye grain and their expression in cultivars with different viscosities of wholemeal water extract // The Crop Journal – 2021.
3. Nazipova A.N., Gorshkov O.V., Eneyskaya E.V., Petrova N.V., Kulminskaya A.A., Gorshkova T.A., Kozlova L.V. Forgotten actors: glycoside hydrolases during elongation growth of maize primary root // Frontiers in Plant Science – 2021. – in press

Разработана и размещена в свободном доступе курируемая онлайн-платформа FIBexDB, сфокусированная на анализе паттернов экспрессии генов в ходе развития растительных волокон, построении коэкспрессионных сетей и характеристике дифференциальной экспрессии генов. FIBexDB представляет эффективный инструмент для изучения физиологических процессов в тканях растений, формирующих волокна различного типа. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН совместно с Plant gene regulation group (AIST, Япония)

АННОТАЦИЯ

Бурное развитие постгеномных технологий, связанное с разработкой и накоплением big data, стало триггером для разработки дополнительных алгоритмов для их систематизации и более глубокого анализа. Технологии NGS (Next generation sequencing) дают уникальную возможность проанализировать паттерн экспрессии всех генов, которые активированы в анализируемом образце, а сравнение паттернов различных образцов позволяет выявить особенности изучаемых процессов и приблизиться к пониманию функций генных продуктов. При изучении молекулярно-генетических аспектов формирования флоэмных волокон льна были накоплены RNA-Seq данные для разных участков стебля льна и для образцов флоэмных волокон льна на разной стадии развития. Для более эффективного анализа этих данных, а также для исследования различных групп генов интереса появилась острая необходимость их систематизации, а также частичной автоматизации некоторых этапов анализа и поиска информации. В результате была разработана и размещена в свободном доступе курируемая база данных FIBexDB, построенная на результатах RNA-Seq различных типов тканей, органов, подвидов и мутантных линий растений льна, и различных типов древесины нормальных и гравистимулированных растений тополя, включая трансгенные линии. Опции этой онлайн-платформы позволяют получать информацию о генах (их ортологах, последовательности, наличии rfam-доменов), анализировать паттерн экспрессии группы генов, индивидуальных генов, коэкспрессионные сети, дифференциальную экспрессию генов в заданных образцах. FIBexDB представляет уникальную открытую для включения новых данных платформу, позволяющую фокусироваться на любой группе генов интереса и потенциальном участии их продуктов в развитии растений льна и тополя, в том числе, и на молекулярно-генетических аспектах биогенеза волокон и развитии утолщенных третичных клеточных стенок в волокнах различного происхождения.



База данных FIBexDB и ее основные опции (<https://ssl.cres-t.org/fibex/>).

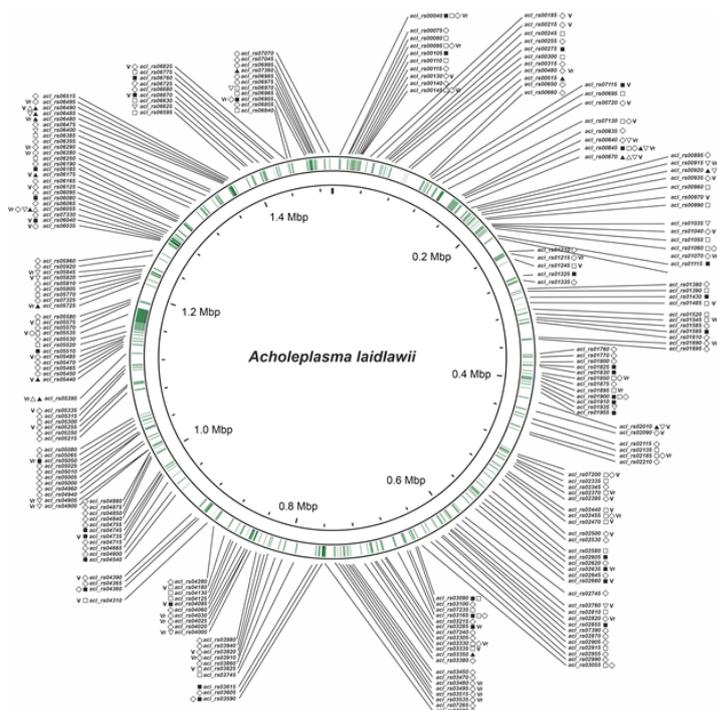
Публикации:

1. Mokshina N., Gorshkov O., Takasaki H., Onodera H., Sakamoto S., Gorshkova T., Mitsuda N. A new online transcriptome platform to analyze development of plant cellulosic fibers // *New Phytologist*. – 2021. – V. 231. – P. 512-515.
2. Petrova N, Nazipova A, Gorshkov O, Mokshina N, Patova O, Gorshkova T. Gene Expression Patterns for Proteins With Lectin Domains in Flax Stem Tissues Are Related to Deposition of Distinct Cell Wall Types. *Front Plant Sci*. – 2021. – V. 12:634594
3. Mokshina N., Gorshkov O., Galinovsky D., Gorshkova T. Genes with bast fiber-specific expression in flax plants - Molecular keys for targeted fiber crop improvement. *Industrial Crops and Products*. – 2020. – V. 152. – P. 112549

Установлено, что развитие антибиотикоустойчивости у тахителичных бактерий класса Mollicutes ассоциируется с различными траекториями эволюции вирулентности. Вирулом, а также вирулентность существенно различаются у устойчивых к антибиотикку штаммов одного вида, проявляющих одинаковый уровень фенотипической резистентности к антимикробному препарату. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН)

АННОТАЦИЯ

В результате комплексного подхода, основанного на использовании омикс-технологий, а также вариантов микроскопии (трансмиссивная, атомная, сканирующая, флуоресцентная), на модели *Acholeplasma laidlawii* (класс Mollicutes) – широко распространенной в природе тахителичной бактерии, являющейся основным контаминантом клеточных культур и вакцин, установлено, что развитие резистентности к ципрофлоксацину – антимикробному препарату, рекомендуемому для подавления микоплазменных инфекций и контаминаций, всегда сопровождается множественными изменениями в первичной структуре генома, а также модуляцией экспрессии и секреции сотен белков микоплазмы, в том числе генов и их продуктов, ассоциированных с бактериальным резистомом и вируломом, но общий (универсальный) молекулярный паттерн у ципрофлоксацин-устойчивых штаммов отсутствует. При этом вирулентность антибиотикоустойчивых штаммов микоплазмы, в том числе штаммов с одинаковым уровнем фенотипической резистентности, существенно различается. Полученные данные свидетельствуют, что адаптация молликуты к одному антибиотику ассоциирует с разнообразными траекториями эволюции вирулентности, что определяет необходимость коррекции стратегии контроля микоплазменных инфекций и контаминаций.



Локализация генов, ассоциированных с развитием резистентности *Acholeplasma laidlawii* к ципрофлоксацину, на геномной карте референсного штамма *A. laidlawii* PG-8A. Данные представлены для штаммов *A. laidlawii* PG8r1 (■, ▲), *A. laidlawii* PG8r3 (□, △) и *A. laidlawii* PG8R10 (◇, ▽). ■, □, ◇ - гены, в первичной структуре которых обнаружены мутации у штаммов (относительно *A. laidlawii* PG8B); ▲, △, ▽ - гены, кодирующие белки, выявленные во внеклеточных везикулах штаммов; V - гены, кодирующие факторы бактериальной вирулентности; Vr – гены, кодирующие белки, регулирующие бактериальную вирулентность. Графическое изображение хромосомы получено с помощью программы Proksee (<https://beta.proksee.ca/>).

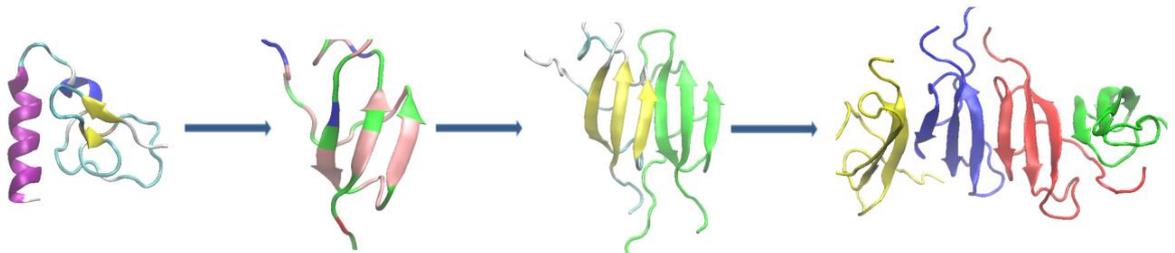
Публикации:

1. Mouzykantov A., Medvedeva E., Baranova N., Chernova O., Chernov V. Data on proteomic profiling of extracellular vesicles of *Acholeplasma laidlawii* strains with increased resistance to antibiotics of different classes - ciprofloxacin and tetracycline // Data in brief. – 2020. – V.32, – P.106049.
2. Chernova O.A., Chernov V.M., Mouzykantov A.A., Baranova N.B., Edelstein I.A., Aminov R.I. Antimicrobial drug resistance mechanisms among Mollicutes // Journal of Antimicrobial Agents. – 40 p.
3. Чернов В.М., Баранова Н.Б., Музыкантив А.А., Медведева Е.С., Драмшини М.А., Чернова О.А. Адаптация микоплазм к антимикробным пептидам: развитие устойчивости к мелиттину у *Acholeplasma laidlawii* связано с изменениями геномного, протеомного профилей и вирулентности // Доклады академии наук. – 2020. – Т. 495, – С. 59–62.
4. Медведева Е.С., Музыкантив А.А., Костенко В.В., Баранова Н.Б., Маркелова М.И., Сабуня Р.Г., Хуснутдинова Д.Р., Чернова О.А., Чернов В.М. Адаптация к антимикробным препаратам и патогенность микоплазм: развитие устойчивости к ципрофлоксацину и эволюция вирулентности у *Acholeplasma laidlawii* // Доклады российской академии наук. – 2021. – Т. 501, - С. 580-585.

Установлен один из вероятных механизмов структурной трансформации альфа-спиральных фрагментов белка в β -структуры, которые могут служить зародышами нуклеации при образовании амилоидных фибриллярных структур. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН)

АННОТАЦИЯ

Многие нейродегенеративные расстройства, такие как болезни Альцгеймера, Паркинсона и др. связаны с амилоидной агрегацией белков и с трансформацией альфа-спиральных фрагментов белка в β -структуры. Впервые методом ускоренной молекулярной динамики исследован анфолдинг лизоцима и его амилоидогенного фрагмента в воде при повышенных температурах. Показано, что амилоидогенный фрагмент образует структуры с увеличенной долей β -структур. Эти структуры стабильны в течение сотен наносекунд и могут быть зародышем нуклеации для образования амилоидной структуры. Денатурированные амилоидогенные фрагменты могут образовывать димеры, тетрамеры и, возможно, олигомеры более высокого порядка. Проанализировано влияние дисульфидных связей на конформационную динамику и энергетический ландшафт процесса денатурации. Показано, что эти связи оказывают значительное влияние на структурную гибкость и внутреннюю динамику белков, препятствуют конформационной трансформации белка и образованию новой регулярной вторичной структуры. Неупорядоченные состояния при наличии дисульфидных мостиков существуют дольше, чем без них, а образование новых стабильных β -стрендов требует больше времени. Это объясняет, почему лизоцим в восстановленной форме образует фибриллы в более мягких условиях и намного быстрее, чем лизоцим с дисульфидными связями.



Предполагаемая модель образования фибрилл из амилоидного фрагмента лизоцима.

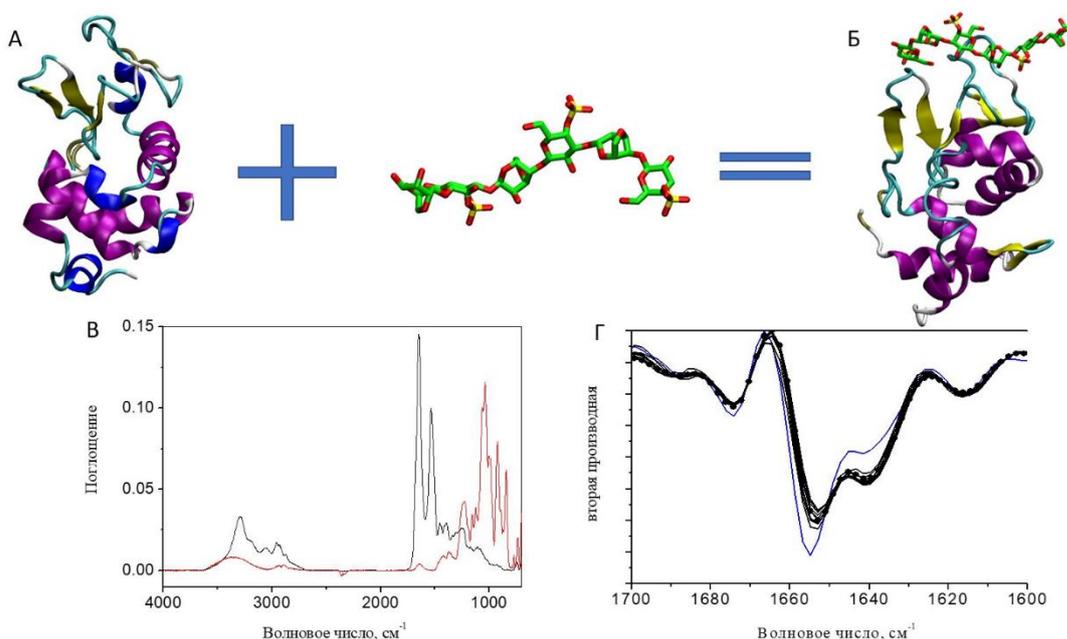
Публикации:

1. Ermakova E., Makshakova O., Zuev Y., Sedov I. Fibril fragments from the amyloid core of lysozyme: An accelerated molecular dynamics study // Journal of Molecular Graphics and Modelling. – 2021. – V. 106 - No.1. – 107917.
2. Ermakova E., Makshakova O., Zuev Y., Sedov I. Beta-rich intermediates in denaturation of lysozyme: accelerated molecular dynamics simulations // Journal of Biomolecular Structure and Dynamics.-2021.

Разработан и апробирован новый методический подход к оценке конформационного состояния полисахаридов на основе мультивариационного анализа набора инфракрасных спектров как функции возмущающей переменной (температура, концентрация и т.п.) в сочетании с компьютерным моделированием. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН)

АННОТАЦИЯ

Вторичная структура полисахаридов может варьировать при изменении собственной концентрации полисахарида, температуры, типа и концентрации противоионов, особенно в случае заряженных полисахаридов. Кроме того, на структурный мотив полисахаридной цепи может оказывать влияние его ветвление. Алгоритмы экспериментального определения вторичной структуры полисахаридов на сегодняшний день представляют существенную и нерешенную проблему. Предложен и на ряде сульфатированных и карбоксилированных полисахаридов апробирован метод полуколичественного определения содержания спиральных и неупорядоченных фрагментов в структуре полисахаридов независимо от их агрегатного состояния (кристаллы, гели или растворы). Показано, что предложенный метод дает возможность уникального тестирования структурного состояния полисахаридов в системах с глобулярными и фибриллярными белками.



Пространственная структура лизоцима яичного белка и к-каррагинана (А). ИК-спектры поглощения лизоцима - черный контур и к-каррагинана - красный контур (Б). Спектры вторых производных комплексов лизоцим-к-каррагинан (В). Модификация структуры лизоцима и формирование избыточных бета-структур при образовании комплексов лизоцима с к-каррагинаном (Г).

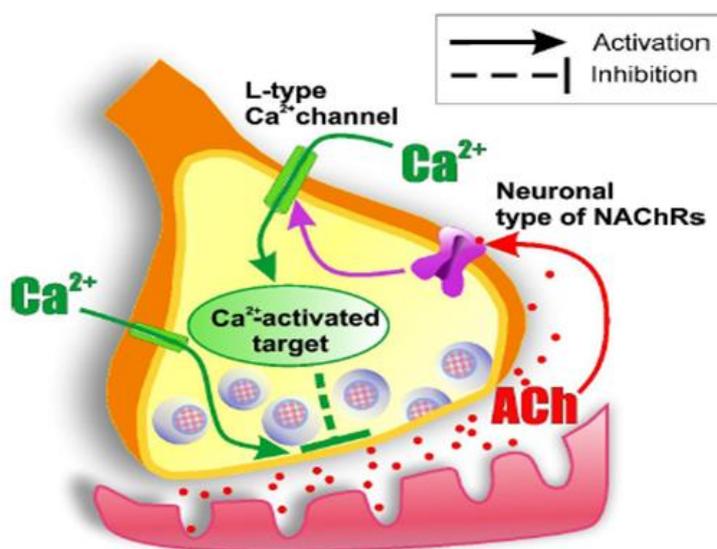
Публикации:

1. Makshakova O.N., Safarova E.R., Zuev Y.F. Structural insights in interactions between RNase from *Bacillus Intermedius* and rhamnogalacturonan I from potato // *Carbohydrate Polymers*. – 2021. – V. 251. – 117038.
2. Makshakova O.N., Bogdanova L.R., Faizullin D.A., Ermakova E.E., Zuev Y.F., Sedov I.A. Interaction-induced structural transformation of lysozyme and kappa-carrageenan in binary complexes // *Carbohydrate Polymers*. – 2021. – V. 252. – 117181.
3. Makshakova O.N., Faizullin D.A., Zuev Y.F. Interplay between secondary structure and ion binding upon thermoreversible gelation of kappa-carrageenan // *Carbohydrate Polymers*. – 2020. – V. 227. – 115342.

Установлено, что дигидропиридин-чувствительные (L-тип) кальциевые каналы двигательных нервных окончаний, регулируют параметры квантовой секреции медиатора в результате взаимодействия с никотиновыми рецепторами и потенциал-зависимыми калиевыми каналами на пресинаптической мембране. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН)

АННОТАЦИЯ

Дигидропиридин-чувствительные потенциал-зависимые кальциевые (L-типа) каналы являются мишенью действия гипотензивных лекарственных средств, их блокаторы широко применяются в клинической практике для лечения артериальной гипертензии, стенокардии, нефропатии. Проведенные исследования показали, что в нервно-мышечных соединениях теплокровных и холоднокровных животных каналы L-типа, не будучи основными кальциевыми каналами для запуска процесса секреции квантов ацетилхолина, участвуют в обеспечении отрицательной обратной связи, взаимодействуя с пресинаптическими холинорецепторами никотинового типа и изменяя внутриклеточное содержание ионов кальция. В синапсах новорожденных животных активация этих каналов обуславливает высокую степень несинхронности освобождения квантов ацетилхолина. В протяженном нервно-мышечном синапсе лягушки взаимодействие L-типа каналов с холестерин-содержащими микродоменами приводит к формированию функциональной гетерогенности секреторного процесса на протяжении терминальных веточек аксона мотонейрона. Снижение внутриклеточной концентрации ионов кальция под действием АТФ в нервном окончании лягушки связано с уровнем активности L-типа кальциевых каналов. В зависимости от физиологических условий и активности потенциал-зависимых калиевых каналов L-типа каналы разнонаправленно изменяют процесс квантовой секреции ацетилхолина. Изучение способов модуляции синаптической передачи возбуждения при изменении активности пресинаптических L-типа кальциевых каналов необходимо для понимания механизмов действия уже применяемых лекарственных средств и для разработки новых эффективных препаратов для преодоления патологий, в основе которых лежит синаптический дефект и нарушение кальциевого гомеостаза.



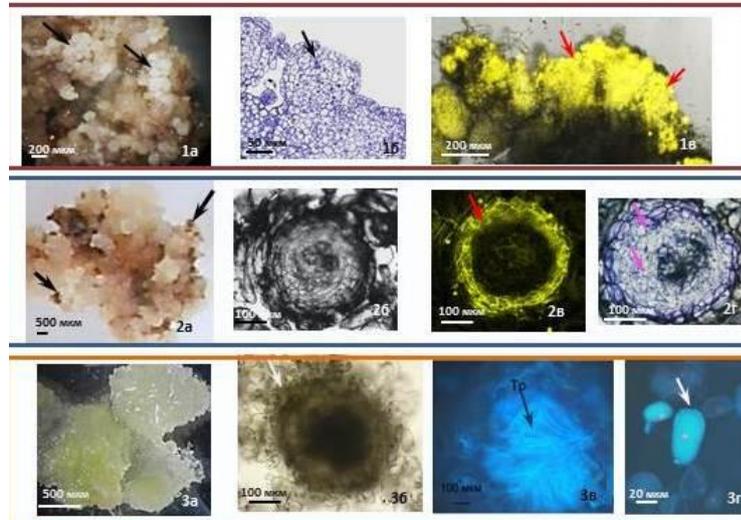
Публикации:

1. Khaziev E.F., Balashova D.V., Tsentssevitsky A.N., Bukharaeva E.A., Samigullin D.V. Calcium Transients and Transmitter Secretion in Different Parts of Frog Nerve Endings in Different Conditions of Calcium Ion Influx // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. – 2020.- V. 50.- P 914.
2. Zhilyakov, N.; Arkhipov, A.; Malomouzh, A.; Samigullin, D. Activation of Neuronal Nicotinic Receptors Inhibits Acetylcholine Release in the Neuromuscular Junction by Increasing Ca²⁺ Flux through Cav1 Channels // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2021.- V. 22.- P. 9031.
3. Tsentssevitsky A.N., Petrov A.M. L type Ca²⁺ Channels at Low External Calcium Differentially Regulate Neurotransmitter Release in Proximal–Distal Compartments of the Frog Neuromuscular Junction // *Cell Mol Neurobiol.*- 2021.

Показано, что нодулярные каллусные культуры, имеющие определенный тип дифференцировки - ксилемные нодулы или проэмбриональные клеточные комплексы, сохраняют морфологические особенности и способность к синтезу алкалоидов, терпеноидов и флавонолов в течение длительного времени культивирования. В нодулах способность к накоплению вторичных соединений характерна только для клеток, имеющих специфичную локализацию. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН)

АННОТАЦИЯ

Культивируемые клетки растений являются источником промышленного получения ценных биологически активных соединений. Успешность в реализации этой задачи зависит от многих факторов. Известно, что синтез ряда вторичных соединений в растениях может быть «привязан» к определенному типу (или даже нескольким типам) ткани одного органа. Введение в каллусную культуру сопровождается дедифференциацией клеток исходной ткани и изменением вторичного метаболизма с потерей ряда биосинтезов, характерных для растения. Влияние дифференцировки клеток на синтез вторичных соединений в каллусных и суспензионных культурах остается наименее изученным. На примере длительно культивируемых нодулярных каллусов гречихи татарской, солодки голой, белены египетской установлено, что определенный тип дифференцировки (формирование проэмбриональных клеточных комплексов в каллусах гречихи татарской и ксилемных нодул в каллусах солодки голой и белены египетской) коррелирует с биосинтезом в них флавонолов (гречиха), тропановых алкалоидов (белена) и терпеноидов и флавонолов (солодка). В недифференцированных каллусах биосинтез этих соединений или отсутствует или находится на низком уровне. Показано, что в нодулах способность к накоплению вторичных соединений характерна только для клеток, имеющих специфичную локализацию. Подбор условий и получение длительно-культивируемых каллусов, сохраняющих нодулярные структуры и сопряженный синтез вторичных соединений, характерных для растения, является перспективным для биотехнологии



Гистохимическая детекция вторичных соединений на витальных срезах нодулярных каллусов : 1а-в - гистохимическая локализация флавонолов в проэмбриональных клеточных комплексах (ПЭКК) гречихи татарской: 1а- каллус, ПЭКК указаны стрелкой, 1б- гистологический срез ПЭКК, окраска толуидиновым синим, 1в- окрашивание флавонолов с помощью ДРВА (флавонолы окрашены в желтый цвет); 2а-г - гистохимическая локализация флавонолов и терпенов в ксилемных нодулах солодки голой: 1а – каллус, нодулы указаны стрелкой, 2б - срез нодулы без окрашивания, 2в- флавонолы локализованы в поверхностных клетках нодулы, окрашивание ДРВА, 2г- терпены локализованы во всех клетках нодулы, фиолетовое окрашивание реактивом NADl; 3а-г – гистохимическая локализация тропановых алкалоидов в ксилемных нодулах белены египетской: а – каллус, б- срез ксилемной нодулы, без окрашивания, в- аутофлуоресценция трахеид в центре нодулы, г- аутофлуоресценция тропановых алкалоидов в паренхимных клетках обкладки нодулы.

Публикации:

1. Akulov A.N., Gumerova E.A, Rumyantseva N.I. Cell cultures of *Fagopyrum tataricum* as a source of biologically active phenolic compounds // In: Buckwheat germplasms in the world. Chapter 25. M. Zhou, I. Kreft, G. Suvorova et al. (editors). - Elsevier: Academic press, 2018. – P. 259-270.
2. Абделазиз В. М. А., Костюкова Ю. А., Хуснетдинова Л. З., Тимофеева О. А. Гистологический анализ каллусной культуры белены египетской (*Hyoscyamus muticus* L.)// Цитология.- 2019.- Т.61. №7. - С.571-579.
3. Акулов А.Н., Костюкова Ю.А. Условия культивирования, гистологический и биохимический анализ каллусной культуры солодки *Glycyrrhiza glabra* L.//Цитология. - 2021. - Т.63, №6. - С.590-604.