

НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ,
полученные в 2019 году в рамках государственного задания на проведение
фундаментальных научных исследований, предусмотренного Программой
фундаментальных научных исследований государственных академий наук
на 2013-2020 годы.

56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими
организмами

Выявлено, что пектобактерии, возбудители мягких гнилей растений, обладают способностью синтезировать низкомолекулярные фосфонаты, относящиеся к гербицидным соединениям. Показано, что эти метаболиты обладают фитотоксичностью и повышают агрессивность патогена при колонизации растений. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН).

АННОТАЦИЯ

Фосфонаты представляют группу органических соединений, содержащих в своей структуре углерод-фосфорную (С-Р) связь. Некоторые из низкомолекулярных фосфонатов, благодаря их способности ингибировать каталитическое действие ферментов, используются микроорганизмами для конкурентной борьбы в рамках микробных сообществ. Для ряда низкомолекулярных фосфонатов, таких как фосфомицин и фосфонотриксин продемонстрирован фитотоксичный эффект. Самый известный синтетический гербицид – глифосат (N-(фосфонометил)-глицин, C₃H₈NO₅P) – является фосфонатом. До настоящего времени ни у одного представителя граммотрицательных фитопатогенных бактерий фосфонаты не идентифицированы.

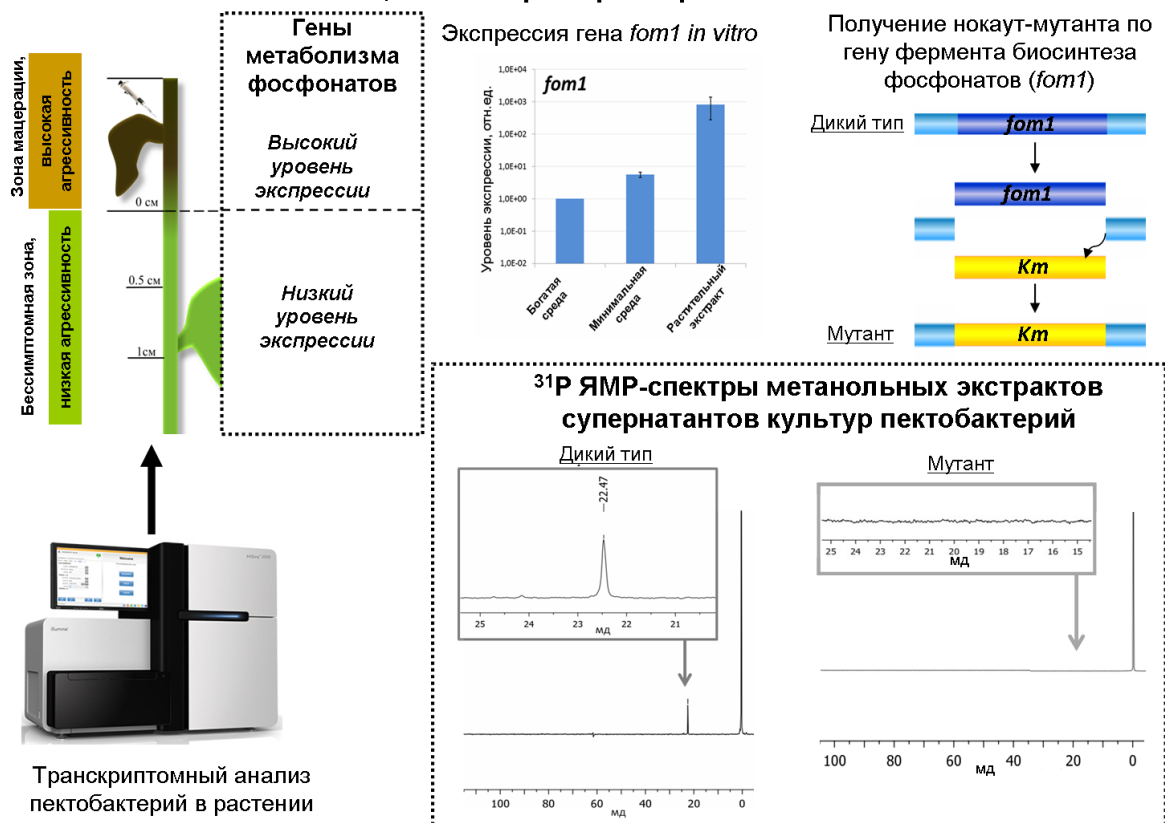
Выявлено, что возбудитель черной ножки картофеля *Pectobacterium atrosepticum* обладает генами, аннотированными как кодирующие ферменты биосинтеза фосфонатов. Методом высокопроизводительного секвенирования РНК (RNA-Seq) было показано, что эти гены экспрессируются дифференциально на разных этапах колонизации растения. Низкомолекулярные фосфонаты были выделены из лабораторных бактериальных культур и идентифицированы с помощью ЯМР по фосфору 31.

С помощью направленного мутагенеза был получен мутант с нокаутированным геном *fom1*, который показал сравнительно невысокую вирулентность. В то время как инфицирование картофеля диким типом приводило к гибели 95 % растений, при инфицировании мутантными бактериями 40% растений через семь дней после инфицирования не проявляло симптомов заболевания.

Публикации:

Gorshkov V., Gubaev R., Petrova O., Daminova A., Gogoleva N., Ageeva M., Parfirova O., Prokhorchik M., Nikolaichik E., Gogolev Y. Transcriptome profiling helps to identify potential and true molecular switches of stealth to brute force behavior in *Pectobacterium atrosepticum* during systemic colonization of tobacco plants // Eur J Plant Pathol. – 2018. – V. 152 (4). – P. 957-976.

Выявление низкомолекулярных экстраклеточных фосфонатов пектобактерий как потенциальных факторов агрессивности



57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ.

В корнях ряда злаков (пшеницы, ячменя и сорго, а также предварительно обработанных метилжасмонатом проростках риса) обнаружены новые оксипиены, образуемые через короткоживущие циклопропаноновые интермедиаты продукты Фаворского (4*Z*)-2-пентил-4-тридецен-1,13-диовая (1), (2'*Z*)-2-(2'-октенил)-декан-1,10-диовая (2) и (2'*Z*,5'*Z*)-2-(2',5'-октадиенил)-декан-1,10-диовая кислоты (3), которым присвоено групповое название «граминоксины» (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН).

АННОТАЦИЯ

В молодых корнях пшеницы, ячменя и сорго, а также предварительно обработанных метилжасмонатом проростках риса обнаружено неизвестное ранее направление алленоксидсинтазного пути, направленное на образование неизвестных ранее оксипиенов 1-3. Эти продукты Фаворского: (4*Z*)-2-пентил-4-тридецен-1,13-диовая (1), (2'*Z*)-2-(2'-октенил)-декан-1,10-диовая (2) и (2'*Z*,5'*Z*)-2-(2',5'-октадиенил)-декан-1,10-диовая кислоты (3), имеющие карбоксильную группу в боковой цепи. Соединения 1-3 - основные обнаруженные оксипиены наряду с α-кетолами. Продукты 1-3 образовывались из (9*Z*,11*E*,13*S*)-13-гидроперокси-9,11-октадекадиеновой кислоты, (9*S*,10*E*,12*Z*)-9-гидроперокси-10,12-октадекадиеновой (9-НРОД) и (9*S*,10*E*,12*Z*,15*Z*)-9-гидроперокси-10,12,15-октадекатриеновой (9-НРОТ) кислот, соответственно, через соответствующие окиси аллена и циклопропаноны. Превращение окиси аллена в циклопропанон

контролируется растворимой циклазой. Короткоживущие циклопропаноны гидролизуются до продуктов 1-3. Продуктам 1-3 было приспано групповое название "граминооксины".

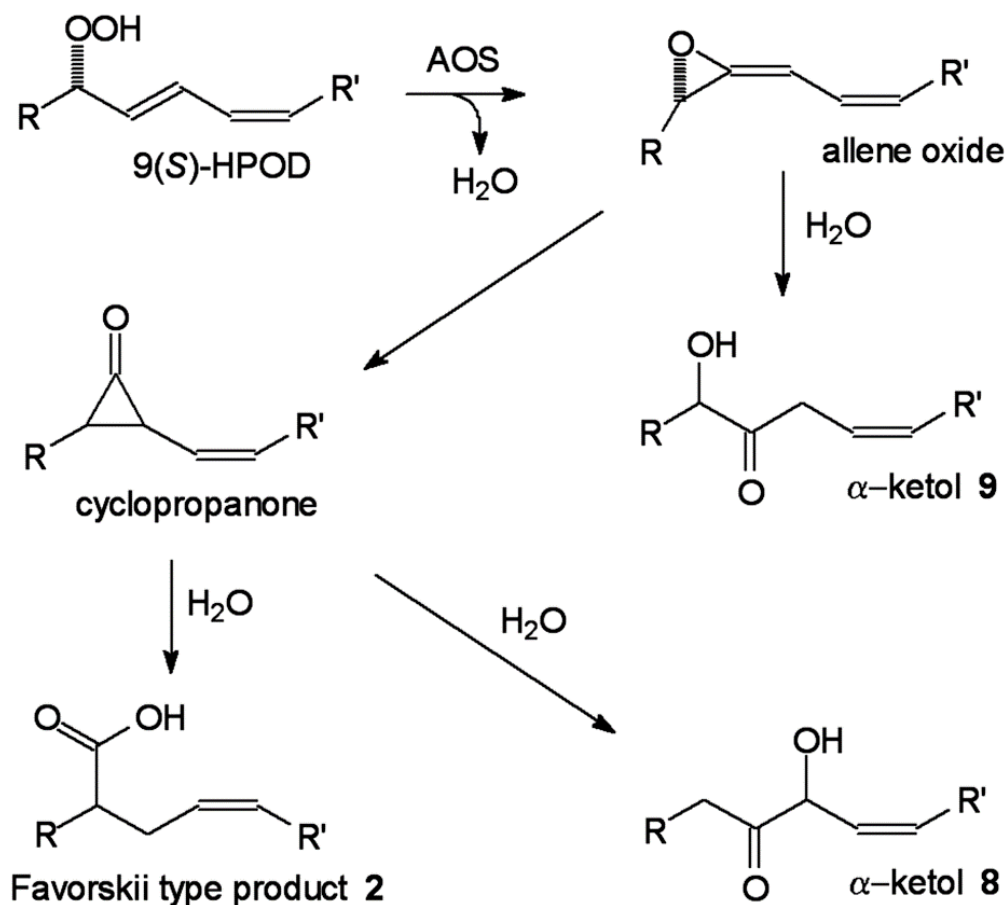


Схема биосинтеза граминооксинов через окись аллена и циклопропанон.

Публикации:

1. Grechkin A.N., Ogorodnikova A.V., Egorova A.M., Mukhitova F.K., Ilyina T.M., Khairutdinov B.I. Allene oxide synthase pathway in cereal roots: Detection of novel oxylipin graminoxins. // ChemistryOpen. 2018. V. 7(5). P. 336-343.

Разработан универсальный экспериментально-теоретический подход для изучения межмолекулярных взаимодействий белков, основанный на анализе базовых физических закономерностей трансляционной подвижности белков в водных средах. (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН).

АННОТАЦИЯ

Оценка физической природы и величины межмолекулярных взаимодействий белков исключительно важна для прогнозирования их функционирования в живых системах и биотехнологических композициях. Предложен комплексный подход для изучения межмолекулярных взаимодействий белков, основанный на анализе базовых физических принципов, описывающих трансляционную подвижность белков в экстремально широком концентрационном диапазоне. В предложенном алгоритме экспериментальные результаты, полученные взаимодополняющими методами ядерного магнитного резонанса и динамического рассеяния света, анализируются с помощью фрикционных и вириальных

коэффициентов различного порядка, которые содержат информацию о дальнедействии межмолекулярных взаимодействий различной физической природы. Предложенный подход протестирован в различных внешних условиях (рН и ионная сила среды) на белках, принципиально различающихся по своей структурной организации и форме, демонстрируя тем самым предложенного подхода универсальность.

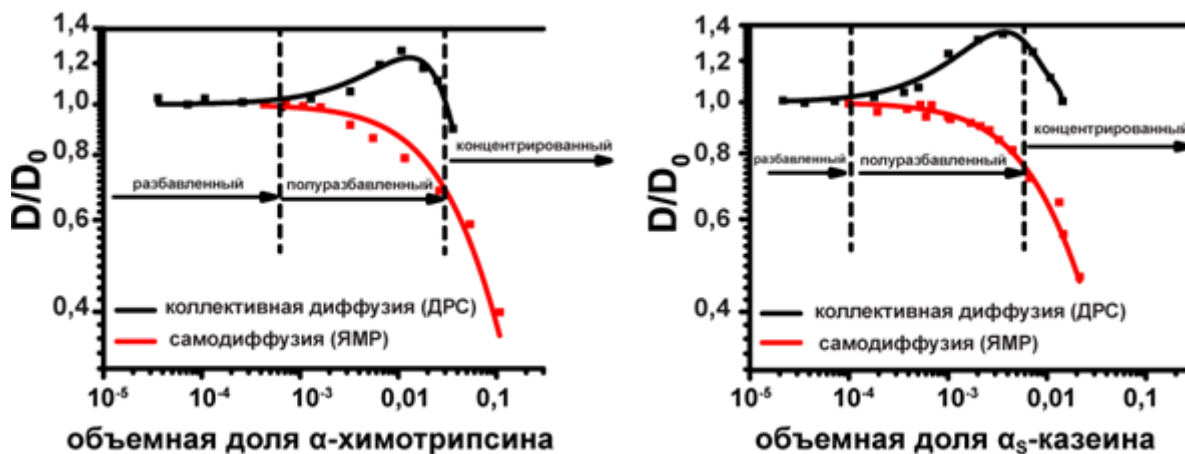


Рис. 1. Теоретическая аппроксимация экспериментальных диффузионных данных, полученных методами ЯМР (красный) и динамического светорассеяния (черный).

Публикации:

1. Kusova A.M., Sitnitsky A.E., Idiyatullin B.Z., Bakirova D.R., Zuev Yu.F. // The effect of shape and concentration on translational diffusion of proteins measured by PFG NMR // Applied Magnetic Resonance, 2018, V. 49. P. 35–51.
2. Kusova A.M., Sitnitsky A.E., Zuev Yu.F. // Effect of structural disorder on hydrodynamic behavior of alpha-casein according to PFG NMR spectroscopy // Applied Magnetic Resonance, 2018. V. 49, N5, P. 499–509.
3. Kusova A., Sitnitsky A., Faizullin D., Zuev Yu. Protein Translational Diffusion and Intermolecular Interactions of Globular and Intrinsically Unstructured Proteins // Journal of Physical Chemistry. Part A. 2019.

63. Исследование роли интегративных процессов в центральной нервной системе в реализации высших форм деятельности мозга (сознание, поведение, память), выяснение механизмов функционирования сенсорных и двигательных систем

Выявлена важная физиологическая роль белков цитоскелета септинов в обеспечении надежности синаптической передачи. Установлено, что септины Sept2, Sept5, Sept7 и Sept9 экспрессируются в области синаптического контакта скелетной мышцы. Sept5 и Sept9 локализованы совместно с белком аппарата экзоцитоза синаптофизин и участвуют в модуляции параметров спонтанной и вызванной нервным стимулом секреции квантов ацетилхолина (КИББ ФИЦ КазНЦ РАН).

АННОТАЦИЯ

Открытые относительно недавно ГТФ-связывающие белки септины, относящиеся к элементам цитоскелета и способные участвовать в формировании диффузионных

барьеров между различными доменами клеточной мембраны, выполняют функции, важные для организации внутриклеточных процессов и обеспечения пластических перестроек работы различных внутриклеточных систем. Установлено, что в нервно-мышечном синапсе мыши экспрессируются септины подтипов Sept2, Sept5, Sept7, Sept9. Выявленные подтипы септинов находятся в области синаптического контакта. Иммуногистохимическое окрашивание септинов совместно с маркерами постсинаптической мембраны (альфа-бунгаротоксин) и пресинаптических везикул (синаптофизин) показало, что Sept9 и Sept5 более выражено, чем Sept2 и Sept7 концентрируются в области синаптических везикул пресинаптической мембраны нервного окончания (Рис. Г). Показано, что септины участвуют в модуляции квантовой секреции медиатора в нервно-мышечных синапсах теплокровных и холоднокровных. Блокирование сборки септиновых комплексов форхлофенуоном приводит к угнетению спонтанной и вызванной секреции квантов и уменьшению степени асинхронности их выделения (Рис. А и Б). Вход ионов кальция в нервную терминаль при этом не изменяется (Рис. В). Исследования с введением блокатора сборки септиновых комплексов животным в условиях *in vivo* показали, что наблюдается достоверное уменьшение на 39% числа квантов медиатора, освободившихся в ответ на нервный импульс по сравнению с контролем, и снижение уровня спонтанной секреции на 32%. Таким образом, блокирование сборки септиновых комплексов в условиях *in vivo*, также как и при действии на изолированный нервно-мышечный препарат, вызывало уменьшение интенсивности процесса экзоцитоза синаптических везикул. Полученные данные указывают на важную роль септиновых комплексов в поддержании физиологического уровня надежности синаптической передачи.

Публикации:

1. Nurullin L., Khuzakhmetova V., Khaziev E., Samigullin D., Tsentsevitsky A., Skorinkin A., Bukharaeva E., Vagin O. Reorganization of Septins Modulates Synaptic Transmission at Neuromuscular Junctions. // *Neuroscience*. – 2019. – V. 404. – P. 91–101.
2. Tokhtaeva E, Capri J, Marcus EA, Whitelegge JP, Khuzakhmetova V, Bukharaeva E, Deiss-Yehiely N, Dada LA, Sachs G, Fernandez-Salas E, Vagin O. Septin dynamics are essential for exocytosis. *Journal Biological Chemistry*. 2015.290(9):5280-5297.
3. Khuzakhmetova V, Nurullin L, Bukharaeva E Cytoskeletal Protein Septins Participate in the Modulation of the Kinetics of Acetylcholine Quanta Release at Neuromuscular Junction // *BioNanoScience*. 2016. V. 6, № 3, P. 249–251.
4. Бухараева Э.А., Хузахметова В.Ф. Участие белков цитоскелета септинов в функционировании нервной системы // *Биологические мембраны*. 2017.Т. 34, № 6, С. 83–92.

