

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук
(ИФПБ РАН)**

**Отчет по основной референтной группе 10 Физико-химическая, молекулярная и
клеточная биология, биотехнологии**

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности науч- ных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструк- торские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

2. Информация о структурных подразделениях научной организации

1. Лаборатория первичных процессов фотосинтеза (биофизика, биохимия, молекулярная биология).

2. Лаборатория фотосинтетического окисления воды (биофизика, биохимия, молекулярная биология).

3. Лаборатория молекулярной организации фотосинтетического аппарата (биохимия, биофизика).

4. Лаборатория биоэнергетики фотосинтеза (биохимия, биофизика).

5. Лаборатория фотосинтетического электронного транспорта (биохимия, биофизика, физиология и биохимия растений).

6. Сектор генетики фототрофных организмов (молекулярная биология, физиология и биохимия растений).

7. Лаборатория биотехнологии и физиологии фототрофных организмов (биохимия, биофизика, микробиология, технологическая биоэнергетика).

8. Группа экологии и физиологии фототрофных организмов (физиология и биохимия растений, биофизика, экология).



9. Лаборатория молекулярной спектроскопии (биофизика, физиология и биохимия растений).

10. Лаборатория молекулярной биомедицины (биохимия, клеточная биология, цитология, иммунология).

3. Научно-исследовательская инфраструктура

1. Фемтосекундная лазерная система Spitfire PRO (Spectra Physics, США).
 2. Комплекс из 4-х компьютеризованных фотобиореакторов (собственная разработка ИФПБ РАН).
 3. Лазерный конфокальный сканирующий микроскоп SPE 2500 (Leica, Германия).
 4. Масс-спектрометр Delta V (Fischer, Германия).
 5. Проточный цитофлуориметр Epics XL (Beckman, Германия).
 6. Спектрометр ЭПР высокого временного разрешения (собственная разработка ИФПБ РАН).
 7. Спектрометр ЭПР MX-6/1 (Bruker, Германия).
 8. РАМ-флуориметр Mini-PAM (Walz, Германия).
 9. Азотный ожижитель LNP10 (Cryomech, США).
 10. Лазерная система LQ528B+LP603 (Solar LS, Беларусь).
 11. ИК-Фурье спектрометр Bruker IFS66v/S (Bruker, Германия).
 12. Параметрический усилитель фемтосекундных импульсов ОРА - 800С.
 13. Флуориметр Hitachi 850
- и другое особо ценное оборудование (всего 49 единиц).

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

1. Локальная коллекция мутантных штаммов одноклеточной зеленой водоросли *Chlamidomonas reinhardtii* (53 штамма); с 2013 по 2015 гг. в коллекцию введены 4-е штамма.



2. Локальная коллекция фотосинтезирующих микроорганизмов – потенциальных продуцентов водорода: 21 штамм микроводорослей, 4 штамма цианобактерий и 22 штамма пурпурных несерных бактерий; в 2013 по 2015 гг. коллекция не пополнялась

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

Информация не предоставлена

8. Стратегическое развитие научной организации

Информация не предоставлена

Интеграция в мировое научное сообщество

9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

1. Проект N 14-04-92690 ИНД_ "Молекулярные механизмы ингибирующего действия полициклических ароматических углеводов на фотосистему 2"

Школа естественных наук, Университет Дэви Ахилия, город Индор, Индия с 01.01.2014 по 31.12.2015.

Установлено, что нафталин, типичный представитель полициклических ароматических углеводов нарушает интактность клеточных мембран растений, вызывает подавление фотосинтетического транспорта электрона, в основном, на акцепторной и в меньшей степени на донорной стороне фотосистемы -2, а также увеличивает скорость выхода электролитов из листьев.

2. Проект РФФИ-Япония N 15-54-50032 (30.01.2015 - 31.03.2017) "Сравнительное изучение выделения водорода различными мутантами цианобактерий и пурпурных бактерий" (ИФПБ РАН - Университет города Канагава).

Собрана установка для изучения выделения водорода фототрофными микроорганизмами в условиях уличного солнечного освещения и температуры окружающей среды. Установка позволяет проводить непрерывный контроль освещенности в двух точках и температуры культур (2 точки). Освоена и проводится накопительное культивирование полученных



штаммов цианобактерий и модифицированы необходимые методики для изучения выделения водорода этими штаммами.

3. Проект РФФИ-Турция № 13-04-91372 (01.01.2013 - 31.12.2014) «Синтез, определение параметров и скрининг новых ингибиторов карбоангидраз и глутатионредуктаз растений» (ИФПБ РАН - Турецкий Исламский Университет, факультет естественных наук, г. Анкара).

Показано, что некоторые из вновь синтезированных химических соединений. производных сульфамида и его комплексов с ионами меди (Cu)Ni). хрома (Cr), кобальта (Co) и цинка (Zn) (30 соединений) эффективно подавляют обратимую реакцию гидратации двуокиси углерода и фотосинтетическую активность ФС-2. Выявленные агенты могут быть использованы в качестве потенциальных ингибиторов карбогидразной и фотосинтетической активности фотосистемы 1.

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

56. Физиология и биохимия растений, взаимодействие растений с другими организмами
Результаты:

1. Впервые осуществлено химическое замещение феофитинового акцептора электрона в реакционном центре фотосистемы 2 искусственным пигментом (7-деформил-7-гидроксиметилфеофитином b), способным функционировать в фотореакции переноса электрона вместо природного феофитина a. В отличие от нативных реакционных центров, Qy оптический переход фотоактивного феофитина в модифицированных препаратах спектрально изолирован от поглощения других центральных пигментов РЦ, что может быть использовано для более детальных исследований механизма и динамики первичного разделения зарядов в оксигенном фотосинтезе.

2. В качестве модели кластирования генов в геноме высших растений были идентифицированы и исследованы оперон-подобные кластеры генов биохимического пути синтеза терпенов у 17-и видов. Изучена структура и возможные эволюционные пути их формирования. Показано, что эволюция кластеров различается у двудольных и однодольных растений. Показано также, что кластеры преимущественно локализуются в терминальных областях хромосом с высоким содержанием мобильных элементов. Обнаружено, что в эволюции оперон-подобных кластеров преимущественно участвуют мобильные элементы 3-го класса (MITE). Получена, таким образом, обширная информация, закладывающая фундамент для дальнейшего исследования структуры и функции оперон-подобных кластеров синтеза терпенов и их эволюции в глобальном масштабе целого генома. Информация



также может быть использована для создания продуцентов таких биологически активных веществ, как терпены.

3. Установлено, что основным восстановителем кислорода в фотосинтетической электрон-транспортной цепи при умеренных и высоких интенсивностях света является один из кофакторов электронного переноса на акцепторной стороне Фотосистемы 1, филлохинон. Установление переносчика ФЭТЦ, который является главным восстановителем молекул O_2 при интенсивностях света, которые являются физиологически значимыми, позволяет объяснить по крайней мере два важных процесса, протекающих в ФЭТЦ. Во-первых, восстановление кислорода, протекающее *in vivo* параллельно восстановлению CO_2 даже при оптимальных скоростях последнего процесса. Именно филлохинон (обозначаемый как кофактор A1), имеющий окислительно-восстановительный потенциал около -700 мВ, при насыщении переноса электронов к ферредоксину и НАДФ+ способен восстанавливать молекулы O_2 внутри тилакоидной мембраны. Другое важное следствие этого открытия – объяснение наблюдаемого образования пероксида водорода внутри тилакоидной мембраны, которое является непосредственным следствием первичного образования там супероксидных радикалов.

Публикации:

1. Zabelin A.A., Shkuropatova V.A., Makhneva Z.K., Moskalenko A.A., Shuvalov V.A., Shkuropatov A.Y. Chemically modified reaction centers of photosystem II: Exchange of pheophytin a with 7-deformyl-7-hydroxymethyl-pheophytin b. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA-Bioenergetics)*, 1837, 1870–1881 (2014), doi: 10.1016/j.bbabi.2014.08.004 (Web of Science, IF - 4,864).

2. Alexander M. Boutanaev, Tessa Moses, Jiachen Zi, David R. Nelson, Sam T. Mugford, Reuben J. Peters, and Anne Osbourn. Investigation of terpene diversification across multiple sequenced plant genomes reveals nonrandom pairing of terpenoid synthases and cytochromes. *PNAS*, 112(1), 81-88 (2015), doi: 10.1073/pnas.1419547112 (Web of Science, IF - 9,423).

3. Kozuleva M.A., Petrova A.A., Mamedov M.D., Semenov A.Yu., Ivanov B.N. O_2 reduction by Photosystem I involves phylloquinone under steady state illumination. *FEBS Letters*, 588, 4364–4368 (2014), doi: 10.1016/j.febslet.2014.10.003 (Web of Science, IF - 3,519).

4. M. Kozuleva, I. Klenina, I. Mysin, I. Kirilyuk, V. Opanasenko, I. Proskuryakov, B. Ivanov. Quantification of superoxide radical production in thylakoid membranes using cyclic hydroxylamines. *Free Radical Biology and Medicine*, 89, 1014–1023 (2015), doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2015.08.016 (Web of Science, IF - 5,784).

5. Biel K., Fomina I. Benson-Bassham-Calvin cycle contribution to the organic life on our planet. *Photosynthetica*, 53(2), 161 (2015), doi: 10.1007/s11099-015-0112-7 (Web of Science, IF - 1,409).

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

Результаты:



1. Получены прямые доказательства того, что периферийные светособирающие комплексы LH2 (B800-850) могут собираться в клетках серных и несерных бактерий в отсутствии каротиноидов. Это контрастирует с общепринятым мнением, согласно которому каротиноиды требуются для сборки LH2 комплексов.

2. На клетках крови человека и на дифференцированных клетках линии THP-1 показано, что нетоксичный липополисахарид из фототрофной бактерии *Rhodobacter capsulatus* PG блокирует передачу сигнала от эндотоксина через рецепторный комплекс TLR4/MD-2, CD14, CD11b/CD18 в клетку и выработку провоспалительных цитокинов. Установлено, что наряду с блокированием сигнала ЛПС из *Rhodobacter capsulatus* PG усиливает практически вдвое степень дифференцирующей активности наиболее распространенного агента (1,25-дигидроксивитамина Д3) для дифференцировки промоноцитарных клеток линии THP-1 в моноциты.

Способность ЛПС из *R. capsulatus* PG блокировать активацию клеток токсичными ЛПС может быть использована при создании противосептических лекарственных препаратов. Способность ЛПС из *R. capsulatus* PG усиливать дифференцирующую активность витамина Д3 может быть использована в исследованиях, непосредственно связанных с онкологией, целью которых является перевод процесса пролиферации клеток линии THP-1 в процесс дифференциации.

3. Построена модель пространственной трехмерной структуры гидрогеназы *Thiocapsa roseopersicina* на основе гомологичного моделирования, где в качестве шаблона была использована кристаллическая трехмерная структура близкородственной (степень идентичности более 80% по обеим субъединицам) гидрогеназы из пурпурной серной бактерии *Allochromatium vinosum*. С помощью программы MODELLER получены трехмерные модели HynSL гидрогеназы с хорошим качеством. Основной проблемой был 48-аминокислотный С-конец малой субъединицы, не имеющий гомологов. Он был смоделирован методом *ab initio* моделирования на сервере QUARK, что позволило объединить его с остальной частью фермента в программе MODELLER. Построенные модели обладали высоким уровнем доверия; модели без С-концевого фрагмента были сравнимы по своему качеству, т.е. уровню доверия, с рентгеноструктурными данными для гидрогеназы HydSL *A. vinosum*. Высказано предположение, что С-конец малой субъединицы обладает высокой подвижностью и поэтому не разрешен у других гидрогеназ на основе рентгеноструктурного анализа кристаллов. Получены новые данные о возможности связывания ацетилена и СО с активным центром гидрогеназы *T. roseopersicina* и выявлены места их связывания. Показано, что действие специфичных газообразных ингибиторов гидрогеназ - окиси углерода и ацетилена - не приводит к появлению дополнительных полос в ИК-Фурье-спектре активного центра HydSL гидрогеназы *T. roseopersicina*. В присутствии ацетилена происходит изменение интенсивности полос в спектре восстановленной (активной) формы гидрогеназы, что указывает на взаимодействие C_2H_2 с активным центром фермента. Обратимый характер ингибирования и наблюдаемые изменения в ИК-Фурье-спектре,



позволяют предположить образование комплекса ингибитора с активным центром фермента с участием π -орбиталей ацетилена.

Публикации:

1. Ashikhmin A., Makhneva Z., Moskalenko A. The LH2 complexes are assembled in the cells of purple sulfur bacterium *Ectothiorhodospira haloalkaliphila* with inhibition of carotenoid biosynthesis. *Photosynth. Res.*, 119(3), 291-303 (2014), doi: 10.1007/s11120-013-9947-6 (Web of Science, IF - 3,502).

2. Bol'shakov M.A., Ashikhmin A.A., Makhneva Z.K., Moskalenko A.A. Peripheral light-harvesting LH2 complex can be assembled in cells of nonsulfur purple bacterium *Rhodoblastus acidophilus* without carotenoids. *Biochemistry (Moscow)*, 80(9), 1169-1177 (2015), doi: 10.1134/S0006297915090072 (Web of Science, IF - 1,421).

3. Prokhorenko I., Kabanov D., Zubova S., Grachev S. CD11b and TLR4 in human neutrophil priming by endotoxins from *Escherichia coli*. *Crit. Care*, 17 (Suppl 4), 42-43 (2013), doi: 10.1186/cc12974 (Web of Science, IF - 5,14).

4. Кабанов Д.С., Грачев С.В., Прохоренко И.Р. Роль CD11b/CD18 рецептора в праймировании полиморфноядерных лейкоцитов человека гликоформами эндотоксина из *Escherichia coli*. *Биохимия*, 79(8), 1015-1023 (2014), doi: 10.1134/S0006297914080094 (Web of Science, IF - 1,421).

5. Abdullatypov A. V., Tsygankov A. A. Modeling three-dimensional structure of two closely related hydrogenases. *Photosynthesis Research*, 125, 341-353 (2015), doi:10.1007/s11120-014-0071-z (Web of Science, IF - 4,122).

62. Биотехнология

Результаты:

1. Для получения молекулярного водорода за счет солнечной энергии были разработаны новые биокатализаторы на основе гидрогеназ для водородных электродов. В исследованиях светозависимого образования водорода использовали модельные системы на основе гидрогеназы *T. roseopersicina*. Хлорофилл в качестве фотосенсибилизатора и гидрогеназу в качестве водородобразующего катализатора иммобилизовали на мезопористой пленке диоксида титана. В качестве переносчика электронов добавляли метилвиологен, который значительно увеличивал скорость фотообразования водорода. В присутствии донора электронов цистеина при фотовосстановлении метилвиологена, сенсибилизированного хлорофиллом наблюдали максимальную скорость фотообразования водорода. Без добавления метилвиологена в реакционную систему скорость фотообразования водорода снижалась более чем на порядок. Изучена температурная зависимость активности гидрогеназного электрода (ГЭ) и получена новая информация об энергии активации сложной биоэлектрокаталитической системы. Показано, что энергия активации электрокатализа существенно зависела от перенапряжения на электроде, снижаясь при повышении перенапряжения. При этом энергия активации электрокатализа численно совпадала с энергией



активации гидрогеназы лишь при 35 мВ, увеличиваясь при пониженных и уменьшаясь при повышенных перенапряжениях.

2. Воспроизведена интегрированная трехстадийная система получения водорода, включающая: 1) синтез биомассы автотрофных микроводоросле *Chlamydomonas reinhardtii* Dang cc124 и *Chlorella pyrenoidosa* 82T за счет энергии света, 2) темновую ферментацию биомассы микроводорослей с помощью анаэробного консорциума и 3) фотоферментацию продуктов темнового брожения пурпурными бактериями *R. sphaeroides* №7. Эффективность преобразования энергии в такой системе оценена с использованием закономерностей баланса массы и энергии. Показано [10], что эффективность преобразования энергии биомассы водорослей в водород составляла приблизительно 11%, а общая эффективность преобразования энергии света в энергию водорода (через синтез биомассы и стадии ферментации) составила не более 0,55%. Таким образом, изученная трехстадийная система преобразования световой энергии обладает слишком низкой эффективностью, что не позволяет рассматривать ее даже в качестве прообраза для дальнейшего улучшения.

3. Изучено светозависимое выделение водорода новыми и неизученными ранее гетероцистными цианобактериями Балтийского моря *Nostoc XHIIID A6*, *Calothrix 336/3* и *Calothrix XPORK 5E*, которые были иммобилизованы в тонкий слой альгината. Было установлено, что в условиях лимитирования азотом все три штамма способны к фотовыделению водорода. Иммобилизация клеток цианобактерий в альгинат существенно ограничивала диффузию кислорода, что приводило к накоплению фотосинтетически образованного кислорода в клетках цианобактерий. Однако иммобилизация культур цианобактерий в тонкий слой альгината ограничивала их рост и, в целом, приводило к увеличению скорости фотопроизводства водорода по сравнению с суспензионными культурами.

Публикации:

1. Абдуллатыпов А.В., Зорин Н. А., Цыганков А.А. Взаимодействие гидрогеназы HydSL пурпурной серной бактерии *Thiocapsa roseopersicina* BBS с метилвиологеном и положительно заряженными полипептидами. Биохимия, 79 (8), 1009-1014 (2014), doi: 10.1134/S0006297914080082 (Web of Science, IF - 1,421).

2. Kosourov S., Leino H., Murukesan G., Lynch F., Sivonen K., Tsygankov A., Aro E.-M., Allahverdieva Y. Hydrogen photoproduction by immobilized N₂-fixing cyanobacteria: understanding the role of the uptake hydrogenase in the long-term process. Applied and Environmental Microbiology, 80, 5807 (2014), doi: 10.1128/AEM.01776-14 (Web of Science, IF - 3,823).

3. Batyrova H., Gavrishcheva A., Ivanova E., Jianguo Liu and Tsygankov A. Sustainable Hydrogen Photoproduction by Phosphorus-Deprived Marine Green Microalgae *Chlorella* sp. Int. J. Mol. Sci., 16, 2705-2716 (2015), doi: 10.3390/ijms16022705 (Web of Science, IF - 3,257).

4. Laurinavichene T., Tsygankov A. Hydrogen photoproduction by co-culture *Clostridium butyricum* and *Rhodobacter sphaeroides*. Int. J. Hydrogen Energy., 40, 14116 (2015), doi: org/10.1016/j.ijhydene.2015.08.086 (Web of Science, IF - 3,205).



5. Laurinavichene T., Laurinavichius K., Tsygankov A. Integration of purple non-sulfur bacteria into the starch-hydrolizing consortium Int. J. Hydrogen Energy, 39, 7713 (2014), doi: org/10.1016/j.ijhydene.2014.03.088 (Web of Science, IF - 3,205).

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

1. Kaminskaya O.P., Shuvalov V.A. Biphasic reduction of cytochrome b559 by plastoquinol in photosystem II membrane fragments Evidence for two types of cytochrome b559/plastoquinone redox equilibria. Biochimica et Biophysica Acta (BBA-Bioenergetics), 1827, 471–483 (2013), doi: 10.1016/j.bbabi.2013.01.007 (Web of Science, IF - 5,353).

2. Kreslavski Vladimir D., Valery Yu. Lyubimov, Galina N. Shirshikova, Alexander N. Shmarev, Anatoly A. Kosobryukhov, Franz-Josef Schmitt, Thomas Friedrich, Suleyman I. Allakhverdiev. Preillumination of lettuce seedlings with red light enhances the resistance of photosynthetic apparatus to UV-A. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 122, 1 (2013), doi: 10.1016/j.jphotobiol.2013.02.016 (Web of Science, IF - 2,96).

3. Yanykin D.V., Khorobrykh A.A., Khorobrykh S.A., Pshybytko N.L., Klimov V.V. Flash-induced consumption of molecular oxygen on the donor side of photosystem II in Mn-depleted subchloroplast membrane fragments: specific effects of manganese and calcium ions. Photosynthesis Research, 117, 367-374 (2013), doi: 10.1007/s11120-013-9868-4 (Web of Science, IF - 3,502).

4. Ashikhmin A., Makhneva Z., Moskalenko A. The LH2 complexes are assembled in the cells of purple sulfur bacterium Ectothiorhodospira haloalkaliphila with inhibition of carotenoid biosynthesis. Photosynth. Res., 119(3), 291-303 (2014), doi: 10.1007/s11120-013-9947-6 (Web of Science, IF - 3,502).

5. Prokhorenko I., Zubova S., Kabanov D., Grachev S. Impact of KDO in biological activity of Re-LPS. Critical Care, 18(Suppl 2): P9, 7-9 (2014), doi: 10.1186/cc14012 (Web of Science, IF - 4,95).

6. Khorobrykh A.A. and Klimov V.V. Involvement of molecular oxygen in the donor-side photoinhibition of Mn-depleted photosystem II membranes. Photosynthesis Research, 126(2-3), 417-425 (2015), doi: 10.1007/s11120-015-0135-8 (Web of Science, IF - 4,122).

7 Alexander M. Boutanaev, Tessa Moses, Jiachen Zi, David R. Nelson, Sam T. Mugford, Reuben J. Peters, and Anne Osbourn. Investigation of terpene diversification across multiple sequenced plant genomes reveals nonrandom pairing of terpenoid synthases and cytochromes. PNAS, 112(1), 81-88 (2015), (Web of Science, IF - 9,423).



8. Borisova-Mubarakshina M.M., Ivanov B.N., Vetoshkina D.V., Lubimov V.Y., Fedorchuk T.P., Naydov I.A., Kozuleva M.A., Rudenko N.N., Dall'Osto L., Cazzaniga S., Bassi R. Long-term acclimatory response to excess excitation energy: evidence for a role of hydrogen peroxide in the regulation of photosystem II antenna size. *Journal of Experimental Botany*, 66, 7151-7164 (2015), doi:10.1093/jxb/erv410 (Web of Science, IF - 5,677).

9. Fufina T.Y., Vasilieva L.G., Gabdulkhakov A.G., Shuvalov V.A. The L(M196)H mutation in *Rhodobacter sphaeroides* reaction center results in new pigment-protein interactions. *Photosynth. Res.*, 125, 23–29 (2015), doi: 10.1007/s11120-014-0062-0 (Web of Science, IF - 4,122).

10. Liu J., Zorin N.A., Meng Chen, Dong-Jin Qian. Pd(II)- directed encapsulation of hydrogenase within the layer-by-layer multilayers of carbon nanotube polyelectrolyte used as a heterogeneous catalyst for oxidation of hydrogen. *Langmuir*, 31, 6546 (2015), doi: 10.1021/acs.langmuir.5b01376 (Web of Science, IF - 4,457).

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

1. Грант РФФИ № 14-14-005 (2014 - 2017 гг.) по проекту "Молекулярные основы взаимодействия кислорода и его активных форм с ключевыми участниками световых стадий фотосинтеза" (21000,0 тыс. руб.).

2. Грант РФФИ № 15-14-30007 (2015 - 2017 гг.) по проекту "Искусственный и природный фотосинтез для получения энергоносителей" (24000,0 тыс. руб.).

3. Грант РФФИ № 13-04-01184 (2013 - 2015 гг.) по проекту "Изучение особенностей функционирования каротиноидов в трансмембранных светособирающих комплексах серных фотосинтезирующих бактерий" (1575,0 тыс. руб.)

4. Грант РФФИ № 13-04-40297 (2013 - 2015 гг.) по проекту "Исследование разделения зарядов в бактериальных реакционных центрах 2 - го типа" (5200,0 тыс. руб.)

5. Грант РФФИ № 15-04-02660 (2015 - 2017 гг.) по проекту "Изучение особенностей функционирования каротиноидов в бактериальных антенных комплексах при использовании ингибитора каротиноидгенеза для выращивания клеток, а также при встраивании каротиноидов" (1450,0 тыс. руб.)

6. Грант РФФИ № 14-04-00974 (2014 - 2016 гг.) по проекту "Исследование механизмов участия бикарбоната в окислении воды при фотосинтезе" (1750,0 тыс. руб.)

7. Грант РФФИ № 15-04-09291 (2015 - 2017 гг.) по проекту "Краткосрочная адаптация светособирающей системы высших растений к условиям освещения: метод обнаружения *in vitro*, природа сигнала, регуляция при стрессовых условиях" (1500,0 тыс. руб.)

8. Грант РФФИ № 15-04-01551 (2015 - 2017 гг.) по проекту "Изучение регуляторных функций оксипинов алленоксидсинтазной и гидропероксидлиазной ветвей в формировании защитных ответов растений в условиях абиотических стрессов" (1710,0 тыс.руб.)



9. Грант РФФИ № 15-04-01199 (2015 - 2017 гг.) по проекту "Фитохромная регуляция фотосинтетических процессов в высших растениях" (1490,0 тыс.руб.)

10. Грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-3890.2015.4 (2015 - 2016 гг.) по проекту "Исследование механизма влияния Mn(II) на взаимодействие кислорода с донорной стороной фотосистемы 2 растений" (1200,0 тыс. руб.)

16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год

1. Проект "Система регуляции клеточного метаболизма в стрессовых условиях, основанные на активных формах кислорода и формах неорганического углерода: баланс между внутриклеточной сигнализацией и токсичностью" по ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы".

Сроки выполнения: 2012 - 2013 гг.; источник финансирования: федеральный бюджет (1465,0 тыс. руб.).

2. Проект "Доклинические исследования нового лекарственного средства на основе липополисахарида для предупреждения и лечения эндотоксического шока" по ФЦП "Развитие фармацевтической и медицинской промышленности Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу".

Сроки выполнения: 2012 -2014 гг.; источник финансирования: федеральный бюджет (33000,0 тыс. руб.)

3. Проект "Исследование механизмов фотосинтетической аккумуляции энергии с целью создания фотобиореакторов для накопления биомассы и водорода" по ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы".

Сроки выполнения: 2013 г.; источник финансирования: федеральный бюджет (6000,0 тыс. руб.)



Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

Информация не предоставлена

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций

20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами

Информация не предоставлена

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций

21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

1. Договор № 47/1/РНФ от 22 августа 2014 с Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН на проведение научно-исследовательской работы в рамках темы "Нефотокхимическое тушение фикобилисом в пигментном аппарате цианобактерий" (200,0 тыс. руб.).

2. Договор от 30 января 2014 г. С ООО "ЦеоТрейдРесурс" на проведение научно-исследовательских работ по теме "Определение влияния цеолита Хотынецкого месторождения на качество и выживаемость рассады томатов, огурца и земляники" (60,0 тыс. руб.)

**Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении
(представляются по желанию организации в свободной форме)**



стадий этого процесса до его роли в биосферных явлениях).

ФИО руководителя: Муванов В. А. Подпись: [Подпись]

Дата: 22.05.2017

Подпись

Дата



057257