

**Отзыв на автореферат диссертации**  
**Сергея Владимировича Калёнова «Биотехнология и применение**  
**микроорганизмов, выделенных из гиперсоленых сред»,** представленной на  
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 03.01.06  
биотехнология (в том числе бионанотехнологии)

Диссертационная работа С.В. Калёнова демонстрирует комплексный подход автора к разработке фундаментальных и прикладных вопросов современной биотехнологии – расширению круга промышленных биообъектов путём продуманного и эффективного использования основных свойств экстремально галофильных и сопутствующих им галотолерантных микроорганизмов. Уникальные характеристики обитателей природных сообществ экологических ниш, в которых из-за высокого уровня освещения и, соответственно, нагрева концентрируются соли окружающей среды, привлекали исследователей с начала 70-х годов прошлого века. Тогда Д. Остерхельтом и В. Стокениусом впервые была обнаружена способность экстремально галофильных архей осуществлять фотосинтез бесхлорофилльного типа. Именно этими учёными был идентифицирован белок, ковалентно связанный с производным витамина А – all-E-изомером ретиналя, и способный благодаря этому к светозависимому переносу протонов через мембрану. Наличие в клетках галоархей такого трансмембранного белка обеспечивало единственный молекулярный путь превращения энергии солнечного света в химическую энергию АТФ без участия электроно-транспортной цепи (реакцию фотофосфорилирования). До появления фотосинтеза данный путь был основным в формировании первичной биоты Земли. Сегодня фоточувствительные белки галоархей (а также их уникальные ферменты, антиоксиданты, низкомолекулярные осмопротекторы и другие БАС, миллиарды лет обеспечивающие выживание экстремальных галофилов) рассматриваются как молекулярная природная основа нескольких суперсовременных бионанотехнологий. Так, в 2021 г. исполнится 16 лет с начала «эры оптогенетики» (нейробиофотоники) - использования генетически кодируемых фоточувствительных белков (микробных родопсинов) для регуляции активности клеток (в первую очередь, их мембранного потенциала и передачи других типов физиологических ответов) при помощи света с определенной длиной волны.

Таким образом, актуальность темы исследования и комплексных разработок С.В. Калёнова в области биотехнологии экстремальных галофилов не вызывает сомнений и обусловлена необходимостью ускорения их практической реализации.

Работа начинается с изложения оптимизации составов питательных сред для культивирования производственных штаммов галоархей *Halobacterium salinarum*. Эта часть технологии культивирования галоархей всегда раньше была узким местом для наращивания производства продуктов биосинтеза. Логичным продолжением является разработка малоотходной промышленной технологии культивирования экстремально галофильных архей, включающей высоко-автоматизированное регулирование биосинтеза нескольких типов практически значимых, важных целевых продуктов, а также оптимизацию метода сохранения получаемой биомассы. Дальнейшие исследования автора диссертации показывают пути и подходы, применимые для расширения круга производственных штаммов экстремальных галофилов – как различных мутантных штаммов *H. salinarum*, так и представителей других таксонов.

Для подведения итога данного отзыва можно просто перечислить те направления практического использования продуктов, которые можно получать при реализации разработанной С.В. Калёновым высокоэффективной технологической схемы промышленного биотехнологического применения микроорганизмов, выделенных из гиперсоленых сред. Это прежде всего биомасса *H. salinarum* для медицины, ветеринарии и косметологии. Это высокоочищенный бактериородопсин для нужд молекулярной электроники. Это препараты высокогалотолерантных бактерий с эффективными биокальцинирующими свойствами.

В целом научно-практические задачи, поставленные автором, полностью решены в результате проведения обширных экспериментальных исследований, которые выполнены на высоком методическом уровне при использовании современных микробиологических, молекулярно-биологических и физико-химических методов. Достоверность и точность полученных результатов подтверждается многочисленными публикациями диссертанта, патентами, актами внедрения и подобной регламентирующей документацией. Исследования С.В. Калёнова открывают широкие перспективы для развития биотехнологии экстремально галофильных микроорганизмов и могут иметь большую практическую отдачу.

Актуальность направлений работы, научная новизна и практическая значимость результатов подробно отражены в тексте автореферата. Структура и содержание работы соответствуют требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям согласно пп. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от

01.10.2018), а автор Сергей Владимирович Калёнов заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 03.01.06 биотехнология (в том числе бионанотехнологии).

Ходонов Андрей Александрович  
доктор химических наук, ведущий научный сотрудник  
лаб. 0501  
ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М.  
Эмануэля РАН,  
119334, г. Москва, ул. Косыгина 4  
Тел. 8-495-939-71-48  
E-mail: [khodonov@gmail.com](mailto:khodonov@gmail.com)

 Ходонов А.А.

Подпись доктора химических наук Ходонова А.А. заверяю:  
«11» мая 2021 г.

