

БЕЛОМОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ: НАУКА И ЖИЗНЬ

О.А. Петухова

Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург, petukhova@yandex.ru

В статье, посвященной памяти Георгия Петровича Пинаева, описываются некоторые события из жизни сотрудников Отдела клеточных культур ИНЦ РАН, имевшие место во время экспедиций на Беломорскую биологическую станцию «Картеш». Приводятся результаты одного из направлений научной работы.

Ключевые слова: культивирование клеток морских беспозвоночных, целомоциты, целомический эпителий, *Asterias rubens*, пролиферация, регенерация.

Середина августа, мы (сотрудники Отдела клеточных культур Института цитологии РАН, зав. Отделом — Георгий Петрович Пинаев, профессор, д.б.н., Заслуженный деятель науки РФ) вышли из отпуска и готовимся к экспедиции. Еще весной был определен состав участников, обсуждены планы каждого на предстоящие три недели, послана заявка на Биостанцию, где оговорены сроки и число приезжающих. Чуть позже куплены билеты. А сейчас необходимо подготовить все реактивы, максимально приготовить растворы и среды, взять все необходимое оборудование, инструменты, стеклянную посуду и пластик и многое другое. Составляются списки, валяются коробки.... И еще надо закупить продукты. Ибо едем мы на Биостанцию Зоологического Института РАН, что расположена на берегу Белого моря в 32-х километрах от поселка городского типа Чупа и в 37-и километрах от железнодорожной станции Чупа Октябрьской железной дороги. Связь летом с Чупой только по воде, раз в неделю, по магазинам за продуктами не набегаешься, а если забудешь что-то необходимое для работы, то ждать надо неделю, когда коллеги из Института перешлют с оказией.

История экспедиций на Белое море начинается с поздней осени 1994 года, когда Георгий Петрович Пинаев и Миральда Ивановна Блинова (ведущий научный сотрудник Отдела) приехали в первую ознакомительную поездку на Картеш. Беломорская Биологическая Станция «Картеш» (ББС) — это морской стационар Зоологического Института РАН (Санкт-Петербург), расположенный в Карелии, в губе Чупа Кандалакшского залива Белого моря, в 30 км от Северного Полярного Круга. Они хотели выяснить, можно ли на Белом море продолжить исследования, которые Миральда проводила до этого на Дальнем Востоке, на Биостанции «Витязь», расположенной на берегу Японского моря. Работа была связана с

культивированием клеток морских беспозвоночных. Поездки на Дальний Восток пришлось прекратить из-за неблагоприятной финансовой обстановки в академических институтах, да и прочих проблем в стране в общем. Между тем, наработок было сделано очень много, и будущее сулило много интересного.

После обсуждений с картешанским руководством (биостанцию в то время возглавлял Виктор Яковлевич Бергер) было принято положительное решение и с 1995 года экспедиции на биостанцию «Картеш» стали ежегодными осенними событиями в жизни Георгия Петровича и сотрудников Отдела клеточных культур. Забот также прибавилось: помимо всех проблем, связанных с заведованием Отделом, руководством многочисленными учениками, чтением лекций, научными поездками в Швецию, надо было организовать вывоз оборудования на биостанцию. Оборудование немаленькое, для обеспечения работы по культивированию и анализу клеток нужны габаритные вещи: ламинар, автоклав, сухожаровой шкаф, люминесцентный микроскоп, спектрофотометр, центрифуги, термостаты. На этом фоне инвертированный микроскоп, рН метр и прочая мелочевка не заслуживали обсуждений, все это можно перевозить на себе. Конечно же, неуемной энергии Георгия Петровича хватило на все. И когда я в 2000-м году впервые приехала на Картеш, все стояло на местах, почти все работало, у каждого был свой участок работы и на станции нас ждали.

Я работаю в Отделе с ноября 1998 года, и в экспедицию просто напросилась. Георгий Петрович даже обрадовался, полагая, что человек, имеющий биохимическое и молекулярно-биологическое прошлое, может быть полезен, а туристическая закалка позволяла предположить, что обузой я не стану. Рекомендация Коли Шубина (Николай Аркадьевич Шубин, ведущий инженер), старинного участника экспедиции, также сыграла свою роль.

Встречи с картешанскими знакомыми начинаются уже в поезде № 22 Санкт-Петербург— Мурманск, который отправляется с вокзала, сначала это был Московский, а затем Ладожский. Это всегда четверг, потому что ехать чуть больше 19 часов, а судно встречает и провожает гостей по пятницам. Позади погрузка в вагон с помощью провожающих, распределение огромного багажа по ящикам и полкам и первый совместный перекус, нельзя сказать, чтобы легкий, так как все захватили из дома много всего вкусного. Георгий Петрович, только что лично деятельно поруководивший укладкой каждого рюкзака и каждой коробки, свежий и бодрый, собирает нас всех на поездной семинар-совещание. Последние уточнения планов и намерений с критическими замечаниями от Георгия Петровича, беседы с Миральдой о важных проблемах Отдела и рассказы о работе в Швеции, так как в течение многих лет

Пинаев отправлялся в экспедицию сразу же после возвращения из Стокгольма. Это были конкретные доклады о проделанной работе, с показом картинок и общим обсуждением. А пассажиры нашего плацкартного вагона смиренно наблюдали за всеми этими процессами.

Утром некогда было расслабляться. После завтрака задолго до приезда в Чупу начинаем готовиться к выходу, вытаскиваем все вещи обратно, каждому указано его место, порядок действий определен Пинаевым четко, и попробуй только схватить не тот мешок или не ту коробку, которая тебе предназначена! Сухое слово «выговор» лишь слабо отражает сущность последующей реакции. Но выгружались мы всегда быстро, минуты стоянки хватало.

«Чупа — посёлок городского типа в Лоухском районе Карелии. Население — 2923 жителя (перепись 2010-го года). Расположен на северо-востоке республики, на берегу Чупинской губы Белого моря, в 4 км к востоку от железнодорожной станции Чупа (на линии Санкт-Петербург — Мурманск). Расстояние до районного центра Лоухи — 48 км. Старинное поморское село Чупа впервые упоминается в 1574-м году в письменах Соловецкого монастыря, тогда в нём насчитывалось 8 домов. Название предположительно происходит от карельского «чуппу» (угол). Веком спустя Чупа стала центром слюдяного промысла. Статус посёлка городского типа — с 1943 года». Так написано в Википедии. А в реалии это смесь бараков и многоэтажных каменных зданий, расположенных в великолепном ландшафте на нескольких улицах, вытянутых вдоль узкого залива моря. Поселок знавал лучшие времена.

До пристани, где нас уже ожидает станционное судно, добираемся на микроавтобусе — «буханке», также принадлежащем Биостанции. Обычно микроавтобус делает несколько рейсов между вокзалом и пристанью, чтобы перевезти отъезжающих и приехавших.

Из Чупы так просто не уехать — надо еще докупить продуктов. Первые годы мы ходили по магазинам все вместе, иногда забредая в доступный общепит. Но чаще всего Георгий Петрович оставался на причале и наслаждался разговорами с картешанами. А мы гонялись по хорошо известным магазинам, количество коих менялось со временем, ассортимент тоже колебался, очень жалели об исчезнувшей пекарне, с ее свежим хлебом и вкуснейшими булочками.

В мои времена на Станции два судна: научно-исследовательское судно «Профессор Владимир Кузнецов», длина 27 м, и судно «Беломор», рассчитанное на прибрежное плавание в пределах Кандалакшского залива, длина 14.6 м. Понятно, что на «Беломоре» не разгуляешься. И в редкие теплые дни, и в обычный холод большую часть времени проводили

на палубе, все-таки Белое море завораживает. Георгий Петрович предпочитал беседы с зоологами.

Переход до Картеша длится около двух часов, иногда наперегонки с судном, отвозящим людей на о. Средний, биостанцию СПбГУ. На причале «циников» в числе прочих встречают все сотрудники Биостанции и все живущие на Станции собаки. И видно, что Пинаеву все рады. Но если вы думаете, что этот день заканчивается привальной, то ошибаетесь. Праздничный ужин, конечно, но нам надо рассортировать коробки — домой или в лабораторию, убрать все по холодильникам, морозилкам или теплым местам, разобрать все продукты, взять реактивы, которые хранились в теплой комнате целый год, и переделать кучу других мелочей, например, поселиться в свою комнату и сбегать в баню. А в первые годы, когда работали на станции с культурами клеток человека, надо было срочно в этот же вечер вымыть ламинар, прожарить его и пересеять привезенные клетки, для которых надо было подготовить термостат на 37°C.

Порядок на Станции заведен давно, порядок в группе Пинаева тоже известен: 1. Работаем без выходных; 2. Едим три раза в день, в 9.00, в 15.00 и в 20.00. В промежутках по желанию чай и кофе; 3. Ты либо готовишь, либо моешь посуду. Мужчинам можно выбирать, у женщин выбора не было. Готовят все по очереди; 4. Никакой эксперимент не повод не приготовить еду в свое дежурство, можешь поменяться или чуть задержаться. Георгий Петрович дежурил в общей очереди готовящих И мы точно знали, что в его день на завтрак будет геркулес, на обед не будет щей, а на ужин будет нечто фантастическое. Порой он позволял себе мечтать, что по выходе на пенсию откроет свой ресторанчик.

Сначала нам была отведена в лабораторном корпусе одна комната под номером 6, в ней стоял ламинар и прочее оборудование. Соседнюю веранду оборудовали под центрифужную с уличной температурой и использовали как хранилище животных. В первую поездку мне была выделена для работы половина письменного стола. На другой половине работал Пинаев. Позднее мы разбрались и по другим комнатам, пользуясь тем, что в сентябре появляются свободные рабочие места.

Георгий Петрович очень тщательно организовывал свое рабочее место, все должно было быть под рукой. И еще он очень любил работать с кем-либо вместе, особенно с молодежью — обсуждать, объяснять, то и дело он звал всех посмотреть удачное сокращение целомоцитов морской звезды или хвастался каким-то удачным результатом, потирая руки от удовольствия характерным, пинаевским способом.

Порядок на станции означает еженедельные четверговые субботники, и только последние года три Пинаев не принимал в них участие. Порядок на станции означал, что Георгия Петровича и нас всех вместе с ним пригласят в гости старые знакомые, и угостят беломорскими изысками, мидиями копчеными или треской, наливками из местных ягод с интригующими названиями и, конечно, попотчуют многочисленными картешанскими историями. А потом мы позовем гостей и приготовим для них пирог. А Георгий Петрович покажет желающим запись своего последнего балета. И еще, лично завяжет каждую коробку во время сборов перед отъездом в город.

К моменту моего первого появления на станции коллеги работали по нескольким научным направлениям. Миральда Блинова занималась культивированием клеток бластемы пескожила, *Arenicola marina*. Ирина Воронкина (Ирина Владимировна Воронкина, с.н.с.Отдела) работала на морской звезде *Asterias rubens*, анализировала изменения состава целомической жидкости (ЦЖ) в процессе регенерации звезды. ЦЖ была ею фракционирована. Анализ влияния фракций на клетки млекопитающих и беспозвоночных выполняли несколько человек (Татьяна Горячая, Галина Сакута, Александра Аре, Наталья Николаенко), при мне это делала Наталья Шарлаимова. Коля Шубин вместе с Георгием Петровичем занимались замораживанием клеток ЦЖ звезды. Помимо этого, Георгий Петрович уже тогда увлекся исследованием механизмов образования тромба целомотитами морской звезды *in vitro*. А Лева, Лев Николаевич Саломатин, обеспечивал техническую поддержку и сбор материала.

Сбор материала заключался в копании пескожилов и собирании звезд. Выливалось это в большие экспедиции. Больше всего пескожила можно было накопать в губе Медвежьей, на Ивановом Наволоке. Во время максимального отлива не меньше четырех человек с лопатами и ведрами шли два километра по лесной тропе до обширной литорали в заливе, там разбивались на пары, мужчины копали, а женщины должны были ловить проворного зверя. Червяков нужно было набрать порядка двух сотен. Звезд, которых для биохимии надо было немало, Коля и Лева собирали в сентябрьском море, ходя по пояс в холодной воде. Согревались потом чаем. Намного позже в экспедиции появился неопреновый гидрокостюм, ласты и маска.

В рамках общей научной задачи — культивирование клеток морских беспозвоночных, мне предлагалось применить какие-либо молекулярные подходы для возможного продвижения вперед. И пескожил, и морская звезда — совсем не общепринятые объекты молекулярных исследований. В то время был охарактеризован клеточный состав ЦЖ пескожила и морской

звезды, и имелась одна гистологическая работа по включению бромдезоксипуридина в ткани морской звезды (1—3). Для начала я решила просто выделить РНК и белки из клеток разных тканей пескожила и целомоцитов звезды. А пока что делала все, что надо. Одной из обязанностей было ухаживание за пескожилами: отмывка от грунта с помощью зубной щетки, сортировка по размеру.

Через 3 года были получены даже кое-какие результаты. Например, с помощью метода торможения в геле было показано присутствие транскрипционных факторов, подобных SRF (serum response factor) и NFκappa B, в ядерных экстрактах этих животных. Кроме того, вестерн-блот анализ показал, что антитела против белков человека узнают в клеточных экстрактах целомоцитов звезды белки-регуляторы клеточного цикла — ретинобластома и циклин Д. Сразу скажу, что до сих пор мы не можем объяснить и понять значение этих ранних находок. Почему в клетках, которые не делятся, так активны белки, связанные с клеточным циклом? Одно стало ясно, что прежде, чем проводить какие-то молекулярные исследования, надо изучить объект, выбрать экспериментальную модель регенерации, приемлемую для кратковременных экспериментов (это диктовалось временем пребывания в экспедиции — 3 недели) и охарактеризовать пролиферирующие клетки. Последнее соображение, во всяком случае, было в русле основной задачи по культивированию клеток морских беспозвоночных. К этому моменту мы все сосредоточились на работе с морской звездой, дабы не распыляться.

Короче, надо было отступать в сторону морфологических и гистологических исследований. «Вот ты этим и займись», — сказал Георгий Петрович, чем поверг меня в уныние. Помощь пришла со стороны в лице Александра Михайловича Горбушина, ныне ведущего научного сотрудника Института эволюционной физиологии и биохимии им. Сеченова РАН. Он рассказал, как надо брать ЦЖ звезды для анализа клеточного состава, как готовить препараты, показал, как выглядят клетки ЦЖ звезды после окрашивания гематоксилином, любезно предоставил собственный протокол по выявлению пролиферирующих клеток у моллюсков с помощью бромдезоксипуридина (BrdU). Я могу продолжить этот список важных методических тонкостей, незнакомых биохимику по образованию с опытом работы по исследованию малых РНК в клетках млекопитающих. И вторым важным событием стало появление студентки кафедры цитологии и гистологии СПбГУ Александры Козловой.

Определились также с экспериментальной моделью. Собственные наблюдения, а также исследования других авторов показали, что травмирование звезды *A. rubens* приводит через 6

часов к увеличению числа клеток в её целомической полости в 3—4 раза (4). Восстановление пула целомоцитов — наша экспериментальная модель физиологической регенерации.

Предполагается, что у морских звезд регенерация протекает по типу морфаллаксиса, когда клетки существующих тканей мигрируют к месту заживления, дедифференцируются и/или трансдифференцируются, причем процессы деления клеток менее интенсивны и более локализованы (5). В качестве таких тканей-депо предположительно рассматривались целомический эпителий (4) и эпидермальный слой шнура радиального нерва (6), тидемановы тельца и аксиальный орган (7). Независимо от того, какая гипотеза окажется правильной, можно ожидать, что следствием ранения животного будет изменение клеточного состава ЦЖ.

Эксперименты были направлены на поиск условий, при которых происходят максимальные изменения клеточного состава ЦЖ. В ЦЖ морской звезды *A. rubens* было обнаружено три основных типа клеток: агранулоциты, которые различаются по размеру и форме, гранулоциты и мелкие клетки с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением. Ядра в каждом из этих типов клеток различались по степени конденсации хроматина. Реакция звезды на травмирование зависела от степени потери ЦЖ. Изменений клеточного состава ЦЖ в ответ на незначительную её потерю не наблюдалось. Общим ответом звезд на значительную потерю ЦЖ являлось возрастание доли мелких, предположительно молодых клеток, и увеличение доли клеток с деконденсированным хроматином и ядрышком. После ранения звезды целомоциты приобретали способность к образованию сетей при контакте с инородным субстратом (8).

В первые годы работы мы много обсуждали все проблемы вместе, в лаборатории и за обеденным столом, и постепенно мы с Наташей Шарлаимовой поняли, что у нас есть общие интересы, и мы можем помочь друг другу в достижении своих целей. Так что все последующие работы были выполнены совместно. А в 2005 году она поступила ко мне в аспирантуру.

Установленный факт увеличения в ЦЖ доли клеток с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением в ответ на травмирование определил следующий вопрос для исследования. Так как пролиферативная активность целомоцитов чрезвычайно мала, можно предположить, что восполнение популяции целомоцитов происходит за счет малодифференцированных клеток, поступающих из других тканей, в частности, целомического эпителия, аксиального органа или тидемановых телец. Для изучения вопроса, происходит ли восполнение клеток за счет делений, была исследована пролиферативная активность клеток этих тканей *in vivo*.

Показано, что воспроизводимое включение BrdU, аналога тимидина, характеризующее ДНК-синтетическую активность клеток, присуще клеткам целомического эпителия, тогда как в других тканях наблюдались колебания значений включения, от отрицательных до значительных. Для анализа пролиферативной активности *in vitro* были отработаны методы выделения и культивирования клеток различных тканей, при этом опирались на опыт Миральды. Методика выделения ткани целомического эпителия от начала и до конца разработана Наташей Шарлаимовой. Самое важное, мы выяснили, что через 2 месяца культивирования для целомического эпителия было характерно образование колониеподобных скоплений клеток с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, включающих BrdU. Таким образом, наиболее перспективным объектом для исследований оказался целомический эпителий, а выявление пролиферативной активности именно малых клеток с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением усилило интерес к этому типу клеток (9).

В ходе работы было выявлено, что поверхность стекла является неподходящим субстратом для культивирования клеток *A. rubens* — клетки, первоначально прикрепившиеся к покровному стеклу, через 1 сутки культивирования мигрировали на поверхность лунки, не давая возможность проведения иммунофлуоресцентного анализа. Таким образом, встал вопрос выбора субстрата для культивирования клеток ЦЖ и целомического эпителия. Кроме того, было необходимо определить, какие морфологические типы клеток гетерогенных популяций целоцитов и клеток целомического эпителия (эпителиоцитов) могут встретиться при культивировании. С этой целью анализировали морфологию прикрепленных и распластанных клеток ЦЖ и целомического эпителия при посадке на иммобилизованные лиганды — фибронектин, ламинин 2/4 и на неспецифические субстраты — полилизин и стекло. Аналоги фибронектина и ламинина человека были обнаружены у морского ежа (*Sea Urchin Genome Sequencing Consortium, 2006*), поэтому мы сочли возможным использовать эти лиганды. Мы выявили морфологически сходные клетки для этих двух видов тканей, две из которых являются вероятными кандидатами на роль клеток-предшественников целоцитов — целоцитоподобные и малые эпителиоциты с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением. Важными оказались результаты, демонстрирующие обогащение популяции прикрепленных клеток целомического эпителия малыми клетками при посадке на ламинин и сохранение жизнеспособности эпителиоцитов при культивировании на ламинине в течение 1 месяца (10).

В дальнейшем был исследован состав популяций клеток ЦЖ и целомического эпителия морской звезды *A. rubens* после гистологического окрашивания азур-эозином, предложена собственная классификация клеток, причем состав суспензий клеток целомического эпителия был охарактеризован впервые. Выявлены типы клеток, которые занимают пограничное положение между целомическим эпителием и целомической полостью. Это крупные агранулоциты, гранулоциты и малые клетки с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, характеризующиеся дискретно окрашенным ядром (эпителиоциты 1-го типа). Выявлены значительные изменения доли именно этих клеток в составе целомического эпителия и ЦЖ, вызванные травмированием. Более того, была обнаружена новая субпопуляция клеток, слабо связанных с целомическим эпителием, обогащенная на 50 % малыми эпителиоцитами 1-го типа. Показана возможность миграции малых эпителиоцитов 1-го типа из состава целомического эпителия в ЦЖ. Эти данные позволили предположить, что малые эпителиоциты, клетки без выраженных признаков цитодифференцировки, занимают пограничное положение между целомическим эпителием и ЦЖ, и могут служить предшественниками клеток целомической жидкости, целомоцитов (11).

Анализ локализации малых эпителиоцитов в случайно выбранных фрагментах целомического эпителия выявил несколько позиций: в соединительной ткани, подлежащей целомическому эпителию, в участках целомического эпителия, не содержащих жгутиковых клеток, а также в виде больших скоплений клеток в участках эпителия, обедненных жгутиковыми клетками. С помощью сканирующей электронной микроскопии и окрашивания тотальных препаратов целомического эпителия (Whole-mount) ядерным красителем ДАПИ и антителами против альфа-тубулина был подтвержден факт пограничного положения малых и зрелых клеток на поверхности целомического эпителия (11).

Иммунофлуоресцентный анализ показал, что только незначительная часть малых эпителиоцитов характеризуется пролиферативной активностью. Следовательно, в целомическом эпителии присутствует значительный пул клеток, готовых к выходу в целомическую полость и к дальнейшей дифференцировке. В наших экспериментах малые эпителиоциты при культивировании на ламинине сохраняли пролиферативную активность, по крайней мере, в течение 1 месяца. Таким образом, морфология малых эпителиоцитов, их пролиферативная активность *in vivo* и *in vitro*, способность к миграции из состава эпителия в ЦЖ говорит о том, что эти клетки обладают характеристиками стволовых клеток (11).

Что-то удалось сделать на пути решения основной задачи, еще больше вопросов предстоит разрешить. С 2000 года изменился состав экспедиции, с нами больше не ездит Лев Саломатин, перестала ездить и Миральда Блинова. Очень редко приезжают Коля Шубин и Ира Воронкина. Появилась молодежь: сотрудник нашего Отдела Данила Бобков, который занимался с Пинаевым сокращением целомоцитов, Сережа Шабельников из Лаборатории морфологии клетки, мастер на все руки — два прекраснейших приобретения; Коля Шуйский, бывший студент Ольги Подгорной, который помогал Георгию Петровичу с заморозками. И теперь никогда не будет с нами Георгия Петровича Пинаева. Чем дальше, тем яснее понимаешь, что появилась пустота рядом, которая ничем и никем не заполняется. Никто не расскажет за столом историй из жизни героического поколения, и не будет больше Георгий Петрович потирать руки от удовольствия и громко смеяться, и забирать на себя все внимание, и некому готовить свои доказательства и возражения. И не будет рядом бушевать энергия созидания. И с этим придется смириться. И научиться ценить рядом живущих людей, пока не станет поздно.

Список литературы

1. **Персинина М., Чага О.** Обновление и дифференцировка клеток целомической жидкости у полихеты *Arenicola marina*. I Морфология и классификация целомоцитов. Цитология, 1994, 36: 261—267.
2. **Jangoux M., Vanden Bossche J.P.** Morphology and dynamics of the coelomocytes of *Asterias rubens* L. (*Echinodermata, Asteroidea*). Forma Functio, 1975, 8: 191—208.
3. **Moss C., Hunter A.J., Thorndyke M.C.** Patterns of bromodeoxyuridine incorporation and neuropeptide immunoreactivity during arm regeneration in the starfish *Asterias rubens*. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, 1998, 353: 421—436.
4. **Vanden Bossche J.P., Jangoux M.** Epithelial origin of starfish coelomocytes. Nature, 1976, 261: 227—228.
5. **Morgan T.H.** Regeneration. Macmillan, New York. 1901, 348 p.
6. **Candia Carnevali M. D., Bonasoro F.** Microscopic overview of Crinoid regeneration. Micr. Res. Technique, 2001, 55 : 403—426.
7. **Догель В. А.** Зоология беспозвоночных. М.: Высшая школа. 1975, 560 с.
8. **Козлова А.Б., Петухова О.А., Пинаев Г.П.** Анализ клеточных элементов целомической жидкости на ранних сроках регенерации морской звезды *Asterias rubens* L. Цитология, 2006, 48: 175—183.
9. **Шарлаимова Н.С., Пинаев Г.П., Петухова О.А.** Сравнительный анализ поведения и пролиферативной активности в культуре клеток целомической жидкости и клеток различных тканей морской звезды *Asterias rubens* L. полученных из нормальных и травмированных животных Цитология, 2010, 52: 317—325.
10. **Шарлаимова Н.С., Петухова О.А.** Характеристика популяций клеток целомической жидкости и целомического эпителия морской звезды *Asterias rubens* L., способных прикрепляться и распластываться на различных субстратах. Цитология, 2011, 53: 891—902.

11. **Sharlaimova N., Shabelnikov S., Petukhova O.** Small coelomic epithelium cells of starfish *Asterias rubens* L. that are able to proliferate in vivo and in vitro. Cell Tissue Res., 2014, DOI 0.1007/s00441-013-1766-8.