

Памяти О.А. Семихатовой (1921–2017). Жизнь и научная деятельность

Т.К. Головки

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар;
golovko@ib.komisc.ru

Статья повествует о жизненном пути и научной деятельности известного отечественного учёного, признанного специалиста в области физиологии и энергетики дыхания растений Заслуженного деятеля науки РФ, д.б.н., проф. О.А. Семихатовой. О.А. родилась в Москве в 1921 г. В 1939 г., окончив с отличием школу, поступила на биофак МГУ. В эвакуации обучалась в Среднеазиатском университете (г. Ташкент), летнюю практику, а затем и зимовку провела на Памирской биологической станции. Вернувшись в Москву в 1943 г., продолжила учёбу в МГУ. Дипломную работу по изучению роста и биологии тунга на Северном Кавказе выполняла под руководством проф. Д.А. Сабина. В 1945 г. поступила в аспирантуру на кафедру физиологии растений МГУ. Занималась разработкой проблемы связи дыхания и водоудерживающей способности клеток. После завершения аспирантуры в 1949 г. в статусе сотрудника БИНа вновь вернулась на Памир, где провела шесть сезонов, изучая дыхание высокогорных растений. Значительную часть своей научной жизни О.А. посвятила разработке одной из кардинальных проблем биологии растений — энергетики дыхания в норме и при стрессе. Создала группу «дыхательщиков» в Лаборатории фотосинтеза БИНа, возглавляемой О.В. Заленским, известным специалистом в области экологии фотосинтеза. Экспериментами на изолированных митохондриях, тканях и органах растений с применением самых современных в то время методов и подходов (дыхательные яды, меченые атомы и т. д.) О.А. доказала, что полного разобщения окисления и фосфорилирования не происходит даже в условиях стресса, а генерируемая в дыхании энергия расходуется на процессы репарации. Решению этих вопросов в значительной мере способствовали проведенные О.А. и её учениками исследования дыхания горных, пустынных и арктических растений в местах их обитания. О.А. прожила интересную, насыщенную жизнь, её научные работы получили мировое признание.

Ключевые слова: Дыхание, биоэнергетика, растения, жизнь, научная деятельность, О.А. Семихатова.

Ольга Александровна Семихатова — выдающийся учёный-биолог, признанный в мире специалист в области физиологии и энергетики дыхания растений, скончалась 27 декабря 2017 г. в возрасте 96 лет в Санкт-Петербурге.

Она родилась в Москве 25 июля 1921 г. в семье преподавателя Петровской сельскохозяйственной академии А.Н. Семихатова. Деревянный дом, где в одной из квартир жила семья, располагался в Тимирязевском районе, был окружён полями, небольшими рощицами с прудами. С тех пор осталась любовь к живой природе. Ольга росла вместе со старшим братом Колей (родился в 1918 г.), будущим академиком АН СССР, известным учёным в области проектирования и изготовления систем автоматизации и управления движущихся объектов и сложных технологических процессов. Когда дети немного подросли, родители часто брали их с собой в экспедиции в разные районы страны, где они проводили геологические исследования подземных вод. В 1932 г. в семье появился младший брат Миша, в будущем учёный-геохимик, академик РАН.



О.А. Семихатова с мужем, Г.В. Аркадьевым. Фото из книги воспоминаний О.А. Семихатовой «Как я стала ленинградкой» (Санкт-Петербург, 2015. С. 209.)

Ol'ga Semikhatova and her husband Georgii Arkadiev. Photo from the book «How I became the Leningrader» by O. Semikhatova (Saint-Petersburg, 2015, p. 209.)

Учёба в школе О.А. нравилась, среди предметов она отмечала биологию, химию, математику, много читала, изучала иностранный язык. Десятилетку окончила с отличием в 1939 г. и поступила в МГУ на биофак. Осенью 1942 г. выехала с семьёй в эвакуацию в Ташкент. Здесь она продолжила учёбу в Среднеазиатском университете на кафедре биохимии, руководимой А.В. Благовещенским. Летнюю практику провела лаборантом на Биологической станции, расположенной в Восточном Памире на высоте 3600 м над уровнем моря близ посёлка Чечекты. Под руководством начальника станции О.В. Заленского она училась определять фотосинтез ячменя, выращиваемого на опытном участке. По просьбе А.В. Благовещенского исследовала активность фермента каталазы в памирских растениях. Осталась на станции зимовать и продолжала выполнять биохимические анализы, трижды в сутки фиксировала метеорологические показатели. Хотя зимовка была нелёгкой, полуголодной, пребывание и работа на станции оставили светлые впечатления. Этот период и знакомство с О.В. Заленским фактически определили дальнейшую её судьбу и научную работу. Об этом О.А. подробно написала в книге воспоминаний «Как я стала ленинградкой», изданной в 2015 г.

Осенью 1943 г. О.А. продолжила учебу в МГУ. На кафедре физиологии растений под руководством Д.А. Сабинаина выполнила дипломную работу по изучению роста и развития масляного дерева — тунга, интродуцированного на Северном Кавказе. Обследование деревьев проводилось непосредственно на месте, в разных районах

Западной Грузии. В экспедиции О.А. получила данные о строении кроны, закономерностях роста побегов. Ей удалось связать рост вегетативных и генеративных органов этого ценного вида, плоды которого содержат жидкое масло, в те годы незаменимое для авиационных моторов. Несмотря на удачный опыт и опубликованную научную статью, с древесными О.А. больше работать не пришлось. В этой области специализировалась её сокурсница Ю.Л. Цельникер, дружбу с ней О.А. связывала всю жизнь.

Осенью 1945 г. О.А. поступила в аспирантуру к проф. Д.А. Сабинину. В тот период его занимала мысль о возможной связи дыхания и водоудерживающей способности клеток, но он практически не уделял время разработке этой проблемы. До всего пришлось «доходить» самой аспирантке, читать скудную литературу, обдумывать постановку опытов, подбирать подходящие объекты и проводить бесчисленные эксперименты с помощью примитивной аппаратуры. Во всём этом проявились незаурядные качества О.А. — настойчивость, способность к самостоятельной работе, творчеству. Пришлось даже пойти на кафедру биохимии и физиологии животных к проф. С.Е. Северину, где оборудование было лучше, и главное — имелся манометрический прибор для измерения дыхания. Проведя множество опытов, О.А. показала, что связь дыхания с водоудерживающей способностью клеток опосредована содержанием в них белка. Видимо, уже тогда у О.А. начало формироваться представление о дыхании как процессе, тесно связанном со всеми проявлениями жизнедеятельности растений. Это утвердило её в мысли о том, что исследователям дыхания нельзя замыкаться в рамках изучения только одного этого процесса. Этому кредо О.А. следовала неукоснительно в своей научной деятельности и старалась передать своим ученикам.

Между тем приближался 1948 г. — год торжества «лысенковщины», над многими учёными сгустились тучи. Не обошли они стороной и Д.А. Сабинина. Курс аспирантуры был завершён и перед О.А. встал вопрос о возможном месте работы. Благодаря вакансиям, которые удалось «выбить» О.В. Заленскому для Биологической станции, у О.А. появилась возможность вернуться на Памир, где она провела шесть сезонов, являясь фактически сотрудником Ботанического института АН СССР (Ленинград), начиная с 1949 г.

Растения холодных высокогорий Восточного Памира, существующие в крайне неблагоприятных условиях, вызвали особый интерес физиологов. На Памире О.А. организовала и проводила исследования дыхания растений. Этому способствовало появление портативного манометрического прибора, который был сконструирован и изготовлен Г.В. Аркадьевым (будущим мужем О.А.). Были получены оригинальные данные о дыхательной способности и температурной зависимости дыхания горных растений. Большое внимание уделялось изучению временной динамики дыхания при воздействии различной температуры, выявлению зоны температурного оптимума и определению точек максимума и минимума на температурной кривой дыхания, изменению дыхания после действия температуры. Результаты этих исследований нашли отражение в ряде работ О.А. Уже в этот период О.А. отмечала способность растений гор поддерживать сравнительно высокую дыхательную активность при довольно умеренных температурах. Вопрос о том, почему дыхание аркто-альпийских растений интенсивней, чем у растений умеренных широт волновал О.А. до последних дней. Биологическая станция в 1969 г. была включена в состав Памирского биологического института АН Республики Таджикистан. В институте успешно развиваются начатые в 1940-е гг. О.В. Заленским работы по изучению физиолого-биохимических аспектов адаптации растений к экстремальным факторам высокогорий Памира.

Глубоко осознав тот факт, что дыхание находится в центре процессов обмена веществ и является источником необходимых клетке и всему растительному организму энергии и метаболитов, значительную часть своей научной жизни О.А. посвятила изучению энергетики дыхания растений в норме и при экологическом стрессе. Для выяснения энергетической роли дыхания было необходимо экспериментальное определение показателей энергетической эффективности. О.А. был проведён критический анализ существующих методов и подходов, в результате чего автор приходит к выводу о необходимости комплексного использования одновременно нескольких методов (Семихатова, 1967). Эту необходимость О.А. обосновывает тем, что известные методы, основанные на сопоставлении активности дыхания и процессов жизнедеятельности (рост, поглощение веществ и др.), измерения тепловыделения, применении специфических ядов, изучении обмена макроэнергетических фосфорных соединений и включения P^{32} в нуклеотиды, характеризуют какую-то одну сторону энергетики дыхания и полученные результаты не всегда однозначны. Более того, автором не только были разобраны особенности методов, но также чётко обозначены пределы их возможностей. В этом в полной мере проявилась способность О.А. к критическому анализу и пониманию тонкостей экспериментальной работы. О.А. одной из первых в стране начала работы с изолированными растительными митохондриями (Семихатова, Бушуева, 1963; Бушуева, Семихатова, Берн, 1963). Получение сохранных оргanelл для изучения влияния различных условий выращивания растений на дыхание и окислительное фосфорилирование потребовало немалых усилий (Семихатова, Иванова, 1967).

Твёрдо оставаясь на позиции, что эффективность обмена энергии при дыхании является одним из кардинальных вопросов биологии, О.А. приступила к разработке проблемы энергетики дыхания при повышенной температуре. В проведении масштабных экспериментов принимали участие И.А. Далецкая, Л.И. Егорова, Т.И. Иванова, Г.Н. Никулина и О.С. Юдина. В опытах с разобщающими ядами было показано, что высокая, даже повреждающая растение температура полного разобщения окисления и фосфорилирования не вызывает. В условиях повышенной температуры, достигающей критической для дыхания величины, включение P^{32} в нуклеотиды не прекращается и продолжается вплоть до повреждения и гибели клеток (Семихатова, Никулина, 1967).

Критический аналитический подход в полной мере был реализован О.А. в книге, подводящей итоги исследований энергетики дыхания при повышенной температуре (Семихатова, 1974). О.А. проанализировала и классифицировала все имеющиеся показатели дыхания, рассмотрела их соответствие методам измерения. Особо отметила необходимость знать, какова сила применяемого температурного воздействия, как реагирует на него растение, находится ли это воздействие в пределах толерантной зоны для данного объекта или уже вызывает повреждение. Столь же глубоко и всеобъемлюще была рассмотрена температурная зависимость дыхания, показана важность учёта длительности температурного воздействия, предложено и обосновано использование показателя критической температуры, величина которого отграничивает область толерантных для данного объекта температур и сравнительно легко может быть определена у большинства растений.

Данные, полученные на митохондриях хорошей сохранности, показали, что снижение коэффициента P/O , характеризующего соотношение фосфорилирования и окисления, происходит только после того, как в условиях повышенной температуры уже начинает подавляться интенсивность дыхания, т. е. когда повреждается весь дыхательный аппарат. С использованием метода специфических ингибиторов и меченых

сахаров было доказано, что повышение температуры не приводит к изменению путей окисления глюкозы в дыхании, т.е. соотношение дыхательных путей (пентозофосфатного и гликолитического) остаётся постоянным при повышении температуры до близкой к критической (Семихатова, Юдина, 1964, 1968; Юдина и др., 1969). Экспериментально было показано, что величина дыхательного коэффициента (ДК), характеризующего соотношение выделенного в дыхании CO_2 к количеству поглощенного листьями O_2 в зоне температуры 20–40 °С оставалась равной единице и увеличивалась при температуре выше критической, когда наблюдалось падение интенсивности дыхания (Семихатова и др., 1963).

Г.Н. Никулиной (1969) было исследовано влияние повышенной температуры на фосфатный энергетический потенциал листьев. Данные подтвердили результаты других авторов о том, что в условиях повышенной температуры, как и при других неблагоприятных воздействиях, происходит снижение фосфатного энергетического потенциала. Вместе с тем вся имеющаяся в распоряжении О.А. совокупность результатов позволила дать иное объяснение и связать уменьшение содержания лабильного фосфора нуклеотидов с увеличением расхода АТФ. В связи с этим возникает вопрос о том, куда расходуется генерируемая в дыхании энергия. По мнению О.А., новой статьей расходов могут стать энергетические затраты на репарацию повреждений. Многие авторы, включая О.А., подчёркивали большую роль репарационных процессов в способности растений переносить неблагоприятные условия. Тот факт, что репарационные процессы индуцируются уже во время воздействия, по мнению О.А., может свидетельствовать о расходе энергии на их осуществление. Убедительным доказательством необходимости энергии для репарации повреждения служит участие в них эндергонических синтезов и, в частности, синтеза белков. О.А. весьма прозорливо предполагала, что репарации не единственный потребитель энергии. Ещё более значительные затраты обусловлены необходимостью поддержания клеточных структур. Здесь она выражала полную солидарность со своим университетским учителем проф. Д.А. Сабининым, который рассматривал структуру протоплазмы как процесс и придавал большое значение тому, что клетка — открытая система, нуждающаяся в постоянном притоке энергии. В 1972 г. О.А. успешно защитила докторскую диссертацию «Энергетический обмен при дыхании растений в неблагоприятных условиях».

Новый этап развития исследований дыхания охватывает период с середины 1970-х по 1980-е гг. Основываясь на уже накопленном материале и новых данных о связи дыхания с ростом и поддержанием, О.А. подошла к оценке энергетики дыхания целостного растительного организма. Анализ и сопоставление экспериментальных и теоретически рассчитанных величин коэффициентов, связывающих дыхание, прирост и биомассу, в большей части случаев показал их совпадение. По мнению О.А., это служит веским аргументом в пользу максимальной эффективности дыхания, а случаи расхождения можно объяснить неполным учётом всех статей расхода дыхательной энергии. Большинство исследователей солидарны с мнением О.А. о максимальной энергетической эффективности формирования вегетативной массы растений. То же можно отнести и к дыханию, связанному с процессами поддержания уже существующей биомассы. Наиболее энергоёмкими являются затраты на обновление белков-ферментов, экспорт ассимилятов из листьев, поглощение минеральных элементов. О.А. подчеркивала, что для окончательного решения вопроса об энергетической эффективности дыхания целого растения необходимо учитывать снабжение энергетическими эквивалентами за счёт фотосинтеза и наличие энергодиссипирующих дыхательных путей, особенно

альтернативного (цианидустойчивого) пути транспорта электронов в митохондриях, физиологическая роль которого до сих пор остается предметом дискуссий.

Решению вопроса о влиянии стресса на энергетику дыхания в значительной мере способствовали работы Т.И. Ивановой (Иванова и др., 1985; Иванова, Васьковский, 1976; Семихатова и др., 1979) по детальному изучению дыхания растений арктической тундры на о. Врангеля и в Хибирах. Впервые у арктических растений был прослежен вегетационный ход дыхательной активности листьев, выявлены закономерности изменения дыхания под воздействием температуры, определены коэффициенты дыхания на рост и поддержание. Была подтверждена отмеченная ранее другими авторами высокая дыхательная способность арктических растений. При одной и той же температуре листья арктических трав дышат в два раза интенсивней листьев растений умеренной зоны. О.А. полагала, высокая дыхательная способность листьев арктических растений обусловлена энергетическими затратами на адаптацию к росту в условиях пониженной температуры и короткого вегетационного периода. Такое же объяснение, по мнению О.А., справедливо и для других случаев неблагоприятного воздействия условий среды (водный дефицит, засоление, повышенная температура и др.). Это следовало из результатов работ по изучению дыхания растений, проведенных под руководством О.А. в пустынях Средней Азии, на солончаках Араратской долины и Астраханской области, в горных районах Кавказа, окрестностях оз. Иссык-Куль. Краткий обзор многолетних исследований дыхания растений разных биомов был дан в статье О.А. Семихатовой и О.С. Юдиной (2012).

Философский взгляд О.А. на функционирование живых организмов отразился в высказанном ею соображении о том, что «целью» эволюционных изменений в энергетике является достижение максимальной энергетической эффективности, а временные её снижения необходимы для сохранения гомеостаза при воздействии неблагоприятных факторов среды.

После безвременной кончины основателя и бессменного руководителя Лаборатории фотосинтеза БИНа О.В. Заленского, О.А. пришлось взять на себя заведование лабораторией. Она выполняла эту функцию с 1983 по 1987 г., стараясь поддерживать и развивать традиции эколого-физиологических исследований.

Признанием заслуг О.А. послужило приглашение выступить с докладом на 48-х научных чтениях, посвящённых памяти выдающегося отечественного учёного К.А. Тимирязева. Чтения состоялись 3 июня 1987 г. в заполненном до отказа актовом зале Института физиологии РАН (г. Москва). Лекцию-доклад О.А. пришли послушать не только москвичи, приехали коллеги и ученики из разных концов большой страны. Это был настоящий триумф научной мысли.

О.А. ценила дружбу, поддерживала связи со своими однокурсниками, бывшими аспирантами и состоявшимися учёными-коллегами, всеми, кто нуждался в её совете, помощи и поддержке. В 1980-е годы, когда наблюдался ренессанс в исследованиях дыхания растений, вокруг неё организовался целый кружок «дыхательщиков» и примкнувших к ним «фотосинтетиков». Регулярно проводились школы (теперь их называют «workshop») по дыханию растений. Они собирали специалистов из разных научных учреждений и вузов страны. Последнее из таких мероприятий с участием О.А. было проведено в Сыктывкаре в преддверии распада СССР.

О.А. Семихатова обладала талантом передавать накопленный багаж знаний. Одно время читала в СПбГУ курс лекций по физиологии и экологии дыхания растений. Совместно с проф. Т.В. Чирковой подготовила для студентов учебное пособие по физиологии дыхания растений, которое вышло в свет в 2001 г.

О.А. Семихатова прожила интересную, насыщенную жизнь. Переезд в Ленинград и работа в БИНе подарила О.А. встречу с будущим мужем Г.В. Аркадьевым (Ёжей, как она любовно его называла). Несмотря на большую разницу в возрасте (20 лет), их объединял дух творчества, полное взаимопонимание. Аркадьев по профессии был художником-графиком, специалистом в области музейного дела, создателем уникальных для того времени выставочных экспозиций в Ботаническом музее БИНа. Совместная жизнь с ним обогатила О.А., способствовала развитию творческого начала, более глубокому пониманию искусства, живописи. Вместе они любили путешествовать по стране, обожали Среднюю Азию, Памир, отдыхали в Крыму, в более поздние годы проводили отпускное время на съёмной даче в Прибалтике. Отовсюду везли рисунки и наброски, выразительные пейзажи и картины украшали стены квартиры на ул. Проф. Попова 2. Любила О.А. поездки в пригородные парки и сады Санкт-Петербурга. Помимо рисунков, сохранилась целая коллекция высокохудожественных слайдов, снятых Аркадьевым в Царском селе, Петергофе, Павловске. Часто они посещали выставки в музеях, регулярно ходили в филармонию, на мероприятия в Доме учёных. Аркадьев не переставал творчески трудиться до последних лет жизни, рисовал экслибрисы, разрабатывал геральдические знаки, оформлял и иллюстрировал книги, делал наброски. Его не стало в 1991 г. О.А. свято чтит память о муже, буквально на исходе своей жизни нашла силы подготовить биографический очерк о нём (опубликован в 2017 г. в журнале «Историко-биологические исследования»).

В поздние годы, когда стало трудней выбираться из дома, О.А. любила выходить в Ботанический сад (Аптекарский огород), где у неё были заветные уголки и любимые растения. На заслуженном отдыхе продолжала посещать Лабораторию, благо жила рядом. Писала научные статьи, воспоминания о коллегах, успела завершить и издать книгу «Как я стала ленинградкой» — неоценимый исторический документ, свидетельствующий о довоенном периоде и первых послевоенных годах, увиденных и осмысленных сначала школьницей, затем студенткой и молодым учёным.

Автору повезло в жизни знать и общаться с О.А. с 1972 г., быть её ученицей, встречаться не только в Лаборатории фотосинтеза БИНа, но и в доме на ул. Проф. Попова. Навестив О.А. буквально за две недели до её ухода, услышать её последние слова. Она сделала очень многое для науки, работы О.А. получили мировое признание ещё в то время, когда связи и прямые контакты с зарубежными учёными были затруднены. О.А. Семихатова останется в памяти благодарных учеников, а её научные работы ещё долго будут оплодотворять умы молодого поколения учёных.

Основные публикации О.А. Семихатовой

Семихатова О.А. О причине большой интенсивности дыхания высокогорных растений Памира // Ботанический журнал. 1962. Т. 47. № 5. С. 636–644.

Семихатова О.А. Репарационная способность как фактор стойкости высокогорных растений Памира // Проблемы современной ботаники. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1965. Т. 2. С. 144–148.

Семихатова О.А. Методы оценки энергетической эффективности дыхания растений. Л.: Наука, 1967. 96 с.

Семихатова О.А. Показатели, характеризующие дыхательный газообмен растений // Ботанический журнал, 1968. Т. 53. № 8. С. 1069–1084.

Семихатова О.А. Смена дыхательных систем. Л.: Наука, 1969. 123 с.

Семихатова О.А., Иванова Т.И. Окислительное фосфорилирование растительных митохондрий в условиях повышенной температуры // Ботанический журнал. 1972. Т. 57. № 8. С. 994–1006.

Семихатова О.А. Об энергетической эффективности дыхания растений при неблагоприятных условиях // Ботанический журнал. 1970. Т. 55. № 11. С. 1069–1084.

Семихатова О.А. Энергетические аспекты интеграции физиологических процессов в растении // Физиология растений. 1980. Т. 27. № 5. С. 1105–1117.

Семихатова О.А. Роль исследований дыхания в развитии теории фотосинтетической продуктивности растений // Ботанический журнал. 1982. Т. 67. № 8. С. 1025–1035.

Иванова Т.И., Семихатова О.А., Юдина О.С., Леина Т.Г. Влияние температуры на дыхание растений естественных экосистем различных ботанико-географических зон // Эколого-физиологические исследования фотосинтеза и дыхания растений. Л.: Наука, 1989. С. 140–167.

Семихатова О.А. Энергетика дыхания в норме и при экологическом стрессе // 48-е Тимирязевские чтения.. Л.: Наука, 1990. 72 с.

Семихатова О.А. Вопросы энергетических связей хлоропластов и митохондрий в темноте // Физиология растений. 1992. Т. 39. № 3. С. 606–612.

Семихатова О.А., Николаева М.Г. Дыхательная способность высших растений. Таксономический обзор // Физиология растений. 1996. № 43. С. 450–461.

Семихатова О.А. Оценка адаптационной способности растений на основании исследований темного дыхания // Физиология растений. 1998. Т. 45. № 1. С. 142–148.

Семихатова О.А., Чиркова Т.В. Физиология дыхания растений: Учебное пособие. СПб: Изд-во СПбГУ, 2001. 224 с.

Семихатова О.А. О таксономических величинах интенсивности темного дыхания листьев растений // Ботанический журнал. 2002. Т. 87. № 12. С. 29–34.

Семихатова О.А., Иванова Т.И., Кирпичникова О.А. Содержание азота и интенсивность дыхания листьев растений севера (о. Врангеля, 71 ° с. ш.) // Физиология растений. 2010. Т. 51. № 6. С. 803–808.

Литература

Бушуева Т.М., Семихатова О.А., Берс Э.П. Дыхание и окислительное фосфорилирование у митохондрий из проростков гороха, выращенных при разных условиях питания кальцием // Ботанический журнал. 1963. Т. 48. № 11. С. 1667–1670.

Иванова Т.И., Васьковский М.Д. Дыхание растений острова Врангеля // Ботанический журнал. 1976. Т. 61. № 3. С. 324–331.

Иванова Т.И., Васьковский М.Д., Владимиров В.К. Сезонные изменения дыхания травянистых растений острова Врангеля // Ботанический журнал. 1985. Т. 70. № 12. С. 1675–1681.

Никулина Г.Н. Относительная количественная оценка энергетической эффективности дыхания при повышенной температуре // Ботанический журнал. 1969. Т. 54. С. 1242–1253.

Семихатова О.А. О некоторых особенностях кислородного дыхания растений высокогорий Памира // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 132–154.

Семихатова О.А. Репараторная способность как фактор стойкости высокогорных растений Памира // Проблемы современной ботаники. М.; Л.: Наука, 1965. Т. 2. С. 144–148.

Семихатова О.А. Методы оценки энергетической эффективности дыхания растения. Л.: Наука, 1967. 96 с.

Семихатова О.А. Энергетика дыхания растений при повышенной температуре. Л.: Наука, 1974. 112 с.

Семихатова О.А., Бушуева Т.М. О влиянии температуры на окислительное фосфорилирование препаратов митохондрий из гороха // Доклады АН СССР. 1963. Т. 149. № 7. С. 982–984.

Семихатова О.А., Денко Е.И., Лейна Г.Д. Дыхательный коэффициент и превращение дыхательного материала в условиях различной // Труды Ботанического института АН СССР. 1963. Т. 16. С. 177–193.

Семихатова О.А., Иванова Т.И. О морфологических и биохимических показателях, характеризующих состояние митохондрий во фракциях // Материалы ко второму симпозиуму по применению электронной микроскопии в ботанических исследованиях. Киев: Наукова думка, 1967. С. 120–224.

Семихатова О.А., Иванова Т.И., Головки Т.К. Дыхание на поддержание структуры клеток у арктических растений // Физиология растений. 1979. Т. 26. № 6. С. 848–858.

Семихатова О.А., Никулина Г.Н. Действие температуры на включение P³² в нуклеотиды листьев гороха // Доклады АН СССР. 1967. Т. 173. № 6. С. 1466–1468.

Семихатова О.А., Юдина О.С. О роли пентозофосфатного пути окисления глюкозы в дыхании листьев растений в условиях разной температуры // Физиология растений. 1964. Т. 11. № 2. С. 257–261.

Семихатова О.А., Юдина О.С. Применение 2,4-динитрофенола для оценки энергетической эффективности дыхания листьев при разной температуре // Физиология растений. 1968. Т. 15. № 2. С. 252–257.

Юдина О.С., Голуб З., Семихатова О.А. Пути дыхательного окисления глюкозы в условиях разной температуры // Физиология растений. 1969. Т. 16. № 1. С. 120–123.

References

Bushueva T.M., Semikhatova O.A., Bers E.P. (1963) “Dykhaniye i okislitel’noye fosforilirovaniye u mikhodontrii iz proroskov gorokha, vyrashchennykh pri raznykh usloviyakh pitaniya kal’tsiem” [Respiration and oxidative phosphorylation in myhotondria from pea seedlings grown under different conditions of calcium supply], *Botanicheskii zhurnal*, vol. 48, no. 11, pp. 1667–1670.

Ivanova T.I., Vas’kovskii M.D. (1976) “Dykhaniye rastenii ostrova Vrangelia” [Respiration of Wrangel Island’s plants], *Botanicheskii zhurnal*, vol. 61, no. 3, pp. 324–331.

Ivanova T.I., Vas’kovskii M.D. (1985) “Sezonnnye izmeneniia dykhaniia travianistykh rastenii ostrova Vrangelia” [Seasonal changes in the respiration of grassy plants of Wrangel Island], *Botanicheskii zhurnal*, vol. 70, no. 12, pp. 1675–1681.

Nikulina G.N. (1969) “Otnositel’naia kolichestvennaia otsenka energeticheskoi effektivnosti dykhaniia pri povyshennoi temperature” [Relative quantitative assessment of energy efficiency of respiration at elevated temperature], *Botanicheskii zhurnal*, vol. 54, p. 1242–1253.

Semikhatova O.A. (1953) “O nekotorykh osobennostiakh kislorodnogo dykhaniia rastenii vysokogor’ii Pamira” [On some features of oxygen respiration of plants in the highlands of the Pamirs], in: *Trudy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova AN SSSR* [Proceedings of the Botanical Institute AS of the USSR named after V.L. Komarov], Moscow-Leningrad: Izd-vo AN SSSR, pp. 132–154.

Semikhatova O.A. (1965) “Reparatornaia sposobnost’ kak faktor stoikosti vysokogornyykh rastenii Pamira” [Reparatory capacity as a resistance factor of high-altitude plants of the Pamirs], in: *Problemy sovremennoi botaniki. T. 2* [Problems of modern botany. Vol. 2], Moscow-Leningrad: Nauka, pp. 144–148.

Semikhatova O.A. (1967) *Metody otsenki energeticheskoi effektivnosti dykhaniia rasteniia* [Methods for assessing the energy efficiency of plant respiration], Leningrad: Nauka.

Semikhatova O.A. (1974) *Energetika dykhaniia rastenii pri povyshennoi temperature* [Energy of plants respiration at elevated temperature], Leningrad: Nauka.

Semikhatova O.A., Bushueva T.M. (1963) "O vliyaniy temperatury na okislitel'noe fosforilirovanie preparatov mitokhondrii iz gorokha" [On the effect of temperature on the oxidative phosphorylation of mitochondrial preparations from pea], *Doklady AN SSSR*, vol. 149, no. 7, pp. 982–984.

Semikhatova O.A., Den'ko Ye.I., Leina G.D. (1963) "Dykhatel'nyi koeffitsient i prevrashchenie dykhatel'nogo materiala v usloviyakh razlichnoi temperatury" [Respiratory coefficient and transformation of respiratory material under different temperature conditions], *Trudy Botanicheskogo instituta AN SSSR*, vol. 16, pp. 177–193.

Semikhatova O.A., Ivanova T.I. (1967) "O morfologicheskikh i biokhimicheskikh pokazateliakh, kharakterizuiushchikh sostoianie mitokhondrii vo fraktsiiakh" [On the morphological and biochemical indicators characterizing the state of mitochondria in fractions], in: *Materialy ko vtoromu simpoziumu po primeneniyu elektronnoy mikroskopii v botanicheskikh issledovaniyakh* [Materials for the second Symposium on the Application of Electron Microscopy in Botanical Research], Kiev: Naukova dumka, pp. 120–224.

Semikhatova O.A., Ivanova T.I., Golovko T.K. (1979) "Dykhaniye na podderzhanie struktury kletok u arkticheskikh rastenii" [The maintenance respiration of cell structures in arctic plants], *Fiziologiya rastenii*, vol. 26, no. 6, pp. 848–858.

Semikhatova O.A., Nikulina G.N. (1967) "Deistvie temperatury na vklucheniye P³² v nukleotidy list'ev gorokha" [The effect of temperature on the incorporation of P³² into the nucleotides of pea leaves], *Doklady AN SSSR*, vol. 173, no. 6, p. 1466–1468.

Semikhatova O.A., Yudina O.S. (1964) "O roli pentozofosfatnogo puti okisleniia gliukozy v dykhanii list'ev rastenii v usloviyakh raznoi temperatury" [On the role of the pentose phosphate pathway for the oxidation of glucose in the respiration of plant leaves under conditions of different temperatures], *Fiziologiya rastenii*, vol. 11, no. 2, pp. 257–261.

Semikhatova O.A., Yudina O.S. (1968) "Primeneniye 2,4-dinitrofenola dlia otsenki energeticheskoi effektivnosti dykhanii list'ev pri raznoi temperature" [The use of 2,4-dinitrophenol to assess the energy efficiency of leaf respiration at different temperatures], *Fiziologiya rastenii*, vol. 15, no. 2, pp. 252–257.

Yudina O.S., Golub Z., Semikhatova O.A. (1969) "Puti dykhatel'nogo okisleniia gliukozy v usloviyakh raznoi temperatury" [Ways of respiratory oxidation of glucose under conditions of different temperatures], *Fiziologiya rastenii*, vol. 16, no. 1, pp. 120–123.

In Memoriam of Olga A. Semikhatova (1921–2017). Her Life and Scientific Activities

TAMARA K. GOLOVKO

Institute of Biology, Komi Science Centre, Ural Division of Russian Academy of Science;
golovko@ib.komisc.ru

The article tells about the life and scientific activity of prof. O.A. Semikhatova, the famous Russian scientist, recognized expert in the field of plant respiration, Honored scientist of the Russian Federation. O.A. was born in Moscow in 1921. She entered the Biology Department of Moscow State University after graduating with honors from school in 1939. During the evacuation, she studied in the Central Asian University (Tashkent). The summer practice and then the winter she spent in the Pamir biological station. After returning to Moscow in 1943, O.A. continued her education in MSU. She carried out her diploma work devoted to the growth and biology of Tung plants in the North Caucasus under the supervision of prof. D.A. Sabinin. In 1945 O.A. enrolled in the postgraduate school at the Department of plant physiology, MSU. The thesis topic was devoted the relationship between respiration and water-holding capacity of plant cells. After completing her post-graduate studies in 1949, she returned to Pamir as an

employee of the Botanical Institute and spent there six seasons studying the respiration of high-altitude plants. O.A. devoted a significant part of her scientific life to the development of the fundamental biological problem of energy efficiency of plant respiration in normal and stress conditions. Her experiments on isolated plant mitochondria, tissues and organs with the use of the most modern methods and approaches of that time (respiratory poisons, labeled atoms, etc.) proved that the complete separation of oxidation and phosphorylation does not occur even in the stress conditions, and the energy generated in respiration is spent on the reparation. The studies of respiration process in mountain, desert and arctic plants in their habitats conducted by O.A. and her students were of great importance for solving the issue of energy efficiency of plant respiration. O.A. lived an interesting and full life. Her scientific works have received the worldwide recognition.

Keywords: respiration, bioenergy, plants, life, scientific activity, prof. O.A. Semikhatova, Botanical Institute.