

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»

III ВСЕРОССИЙСКАЯ
(XVIII) МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
(с элементами научной школы)
«МОЛОДЕЖЬ И НАУКА НА СЕВЕРЕ»



ТОМ I

Материалы докладов

12–16 марта 2018 г.
Сыктывкар, Республика Коми, Россия

Сыктывкар 2018

дах Люка и Тамия (Питательная..., 2015; Tamiya, 1966). Затем биомассой МВ инокулировали сточную воду объемом 1% от общего количества исследуемой воды в 1.5 л. Нами сконструировано шесть консорциумов МВ на основе изучаемых штаммов (табл. 1). В течение суток проводился барботаж жидкости воздухом с помощью компрессора при комнатной температуре и освещении фитолампой. Контролем служила сточная вода без внесения инокулянта.

Спустя сутки пробы были проанализированы в экоаналитической лаборатории на изменение содержания основных загрязняющих веществ (табл. 2).

Трансформация фенолов происходила только в эксперименте с консорциумом водорослей на среде Тамия, в составе которой – *Ch. vulgaris*, *E. magnus*, *C. proboscideum*. В остальных вариантах МВ, по-видимому, осуществляют деструкцию высокомолекулярных гуминовых и фульвокислот, присутствующих в сточной воде аэротенков, до молекулярных фенолов (Lika, 2009).

Особое внимание следует обратить на консорциум штаммов, культивированный на среде Тамия, включающих *Ch. globosa*, *C. proboscideum* и *E. magnus* с титром клеток 10^6 кл./л. При введении в испытуемую пробу этого консорциума в единственном случае эксперимента зафиксировано снижение содержания фенола. В этой же пробе наблюдается наибольшее снижение содержания алюминия.

Достаточно неплохие показатели по сравнению с контролем по аккумуляции алюминия, фосфора и нитратного азота показал консорциум штаммов *C. proboscideum*, *E. magnus* с титром 10^5 кл./л.

Все консорциумы с невысоким титром клеток (10^4 кл./л) показали поглотительную и деструктивную эффективность по отношению к основным загрязняющим веществам сточной воды.

Таким образом, на основании проведенного скрининга консорциумов микроводорослей в качестве биологических агентов были выявлены две культуры – *E. magnus* и *C. proboscideum*, введение которых в пробы наиболее эффективно

Таблица 1
Культуры микроводорослей и их консорциумы

№	Состав консорциумов, введенных в сточную воду	Титр кл./мл
1	<i>Ch. globosa</i> , <i>C. proboscideum</i> , <i>E. magnus</i> (Тамия)	10^6
2	<i>Ch. globosa</i> , <i>C. proboscideum</i> , <i>E. magnus</i> (Люка)	10^6
3	<i>Ch. globosa</i> , <i>C. proboscideum</i>	10^5
4	<i>C. proboscideum</i> , <i>E. magnus</i>	10^5
5	<i>Ch. globosa</i> , <i>E. magnus</i>	10^4
6	<i>C. proboscideum</i> , <i>E. magnus</i>	10^4
7	<i>Ch. globosa</i> , <i>A. obliquus</i>	10^4

Таблица 2
Снижение содержания основных загрязняющих веществ в сточной воде, взятой из аэротенков, при введении в нее консорциумов микроводорослей

Обозначение консорциумов	Al, мкг/дм ³	Фенол, мкг/дм ³	NO_3^- , мг/дм ³	NO_2^- , мг/дм ³	$\text{N}_{\text{общ}}$, мг/дм ³	Fe, мг/дм ³	$\text{P}_{\text{общ}}$, мг/дм ³
<i>Ch. globosa</i> , <i>C. proboscideum</i> , <i>E. magnus</i> (Тамия)	+	+	+	-	-	-	+
<i>Ch. globosa</i> , <i>C. proboscideum</i> , <i>E. magnus</i> (Люка)	+	+	+	-	-	-	+
<i>Ch. globosa</i> , <i>C. proboscideum</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>C. proboscideum</i> , <i>E. magnus</i>	+	+	+	-	+	-	+
<i>Ch. globosa</i> , <i>E. magnus</i>	+	-	-	-	+	-	+
<i>Ch. globosa</i> , <i>A. obliquus</i>	-	-	-	-	+	-	+

Примечание: прочерк – различия выборок не достоверны при $p < 0.95$; «+» – различия выборок достоверны при $p > 0.95$.

очищало сточную воду от основных загрязняющих веществ (табл. 2). Консорциум *E. magnus* и *C. proboscideum* наиболее эффективен в процессе изъятия загрязняющих веществ из сточной воды. Из семи групп исследованных поллютантов данный пул снижал концентрацию по пяти группам: NO_3^- , $\text{N}_{\text{общ}}$, $\text{P}_{\text{общ}}$, Al и фенол.

ЛИТЕРАТУРА

Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2015 году» // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, ГБУ РК «ТФИ РК». Сыктывкар, 2016. 173 с.

Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: учеб. пособие. Вологда: Изд-во ВоГТУ, 2002. 127 с.

Lika K., Papadakis I.A. Modeling the biodegradation of phenolic compounds by microalgae // Journal of Sea Research, 2009. P. 135–146.

Tamiya H. Synchronous cultures of algae // Annual Rev. Plant Physiol. 1966. Vol. 17. P. 1–26.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДЫХАНИЕ, ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАПАСАНИЯ ЭНЕРГИИ В МОЛОДЫХ ТКАНЯХ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Р.В. Малышев, И.В. Далькэ, С.П. Маслова
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
E-mail: malrus@ib.komisc.ru

Важным экологическим фактором, ограничивающим рост и развитие растений в условиях сезонного климата, является температура.

На основе оценки реакции метаболизма растений на изменение температуры можно оценить адаптивные возможности видов, прогно-

зировать их рост в разных климатических условиях. В современном мире все большее распространение получают инвазивные виды, которые могут оказывать значительное влияние на биоразнообразие природных экосистем и культурных фитоценозов. Один из таких видов – *Heracleum sosnowskyi* Manden. – многолетнее монокарпическое растение, естественный ареал распространения которого находится на территории Кавказа. *H. sosnowskyi* широко культивировали как высокопродуктивное силосное растение на северо-западе европейской России (Сацылрова, 1984). В условиях подзоны средней тайги Республики Коми моновидовые заросли *H. sosnowskyi* встречаются повсеместно (Chadin et al., 2017). Изучение эколого-физиологических свойств *H. sosnowskyi*, потенциальных возможностей его метаболизма актуально в связи с обоснованием теоретических границ ареала инвазивного вида, построения модели распространения в boreальной зоне.

Цель работы – выявить влияние температуры на дыхание, тепловыделение и эффективность запасания энергии в тканях проростков и почек возобновления *H. sosnowskyi* в связи с оценкой границ распространения и продвижения инвазивного вида на север. Исследования проводили на растениях *H. sosnowskyi*, формирующих моновидные заросли вблизи г. Сыктывкара в 2016–2017 гг. Изучали температурную зависимость метаболической активности проростков (фаза семядольных листьев, I декада апреля, и образование первого настоящего листа, III декада апреля) и почек возобновления (конец мая и начало октября). Скорость дыхания определяли с помощью ИК-газоанализатора Li-7000 в диапазоне температур от –12 до +35 °C. Интенсивность тепловыделения, дыхания и эффективности запасания энергии оценивали с использованием метода биологической калориметрии и модели роста (Hansen et al., 1994) в диапазоне температур 2–30 °C. Температуру замерзания воды в проростках оценивали дифференциальным сканирующим калориметром DSC-60 Shimadzu.

Выявлено, что проростки растений *H. sosnowskyi* в фазе формирования семядольных листьев ранней весной под снегом (начало апреля) характеризуются сравнительно высокой скоростью роста, рассчитанной в эквивалентах запасания энергии, в диапазоне температур от 5 до 30 °C. Низкие положительные температуры благоприятны для роста проростков в этот период: доля тепловой диссипации энергии в тканях проростков при 5 °C составляла 20%, что в три раза меньше по сравнению с тканями, прогретыми до 25–30 °C. Это говорит об устойчивости и эффективном метаболизме проростков при низких положительных температурах и соответствует температурному режиму почвы на глубине узла кущения ранней весной (0, –1 °C).

Показано, что дыхательная способность проростков (при 20 °C) *H. sosnowskyi* в фазе семядольных листьев составляла около 0.7 мг CO₂/г сухой массы ч и возрастала в 2.5 раза в период формирования первого настоящего листа. Усиление дыхательной активности обеспечивает энергией процессы роста и развития молодых тканей проростков ранней весной под снегом при низких температурах в природных условиях. Выявлен сдвиг температурного оптимума роста проростков в соответствии с изменениями термических условий среды. Экспоненциальный рост скорости дыхания проростков в фазу первого настоящего листа отмечен при более высоких температурах (20–35 °C), чем у проростков, формирующих семядольные листья под снегом (5–20 °C). Это свидетельствует о пластичности и запасе прочности метаболизма *H. sosnowskyi* на ранних стадиях развития растений. Проростки *H. sosnowskyi* способны поддерживать дыхательную активность при кратковременном действии низких отрицательных температур (до –12 °C) в весенний период. Выявлено, что температура замерзания свободной воды тканей проростков составляла около –8 °C и была на порядок ниже, чем температуры почвы в зоне узла кущения весной. Это обеспечивает надежную защиту проросткам растений *H. sosnowskyi* во время весенних заморозков.

Отрастание растений весной осуществляется за счет фонда семян и подземных почек возобновления, которые закладываются на стеблевороне и перезимовывают. Калориметрические исследования показали, что скорость тепловыделения в тканях верхушечной почки *H. sosnowskyi* возрастала линейно при прогревании тканей от 2 до 30 °C не зависимо от сезона вегетации. Скорость тепловыделения в тканях верхушечных почек составляла около 25 мкВт/мг сухой массы при 20 °C, что сравнимо со скоростью тепловыделения у отрастающих почек кустарничков (*Vaccinium myrtillus*) и древесных (*Syringa josikaea* и *S. vulgaris*) растений (Малышев и др., 2017). Весной верхушечные почки реагировали большим усилием метаболизма при прогревании тканей до 25–30 °C по сравнению с почками в осенний период. Осенние почки характеризовались сравнительно высокой скоростью запасания энергии при низких температурах 2–5 °C, когда доля тепловой диссипации энергии не превышала 20%. Выявлено сравнительно высокая, около 5 мг CO₂/г сухой массы ч, дыхательная способность верхушечной почки в осенний период. Эти результаты говорят об эффективном метаболизме осенних почек возобновления, у которых отсутствует глубокий покой. В этот период осуществляются морфогенетические процессы, связанные с делением и дифференциацией клеток и тканей, происходит адаптация меристематических тканей к температурному режиму при перезимовке.

В целом, показано соответствие метаболической активности молодых тканей растений *H. sosnowskyi* к температурному режиму почвы и воздуха в условиях среднетаежной подзоны, что обеспечивает растениям адаптацию к низким температурам в зимний период и высокие темпы роста ранней весной. Полученные данные свидетельствуют о потенциальных возможностях продвижения инвазивного вида в более северные широты, в подзону северной тайги и лесотундры.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 16-44-110694 р_а «Эколого-физиологическое моделирование географических пределов распространения инвазивных видов растений на примере борщевика Сосновского в таежной зоне европейской части России».

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОНОВ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЖИЗНЕНДЕЯТЕЛЬНОСТЬ *ESCHERICHIA COLI*

А.Ю. Маслова, В.С. Сибирцев, Н.А. Андреенко, Чан Тхань Туан
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург
E-mail: vs1969r@mail.ru

Ионы металлов играют важную роль в жизнедеятельности любого живого организма. При этом ионы щелочных металлов (в первую очередь, такие как Na^+ и K^+) участвуют в работе клеточных насосов, обеспечивающих градиент ионной силы, а также электрохимического потенциала между средой, окружающей клетку, и гиалоплазмой последней. Ионы большинства остальных металлов помогают формировать и регулировать пространственную структуру как простых белков, так и сложных белковых комплексов, выполняющих в живом организме ферментативные, транспортные, структурные, моторные и иные важнейшие функции. Причем ионы щелочноземельных металлов (особенно такие как Mg^{2+} и Ca^{2+}) являются одними из наиболее распространенных катионов (помимо, естественно, H^+ , Na^+ и K^+), встречающихся как в окружающей среде, в целом, так и в составе любого живого организма.

В связи с этим интересным представлялось оценить воздействие различных концентраций ионов щелочноземельных металлов на жизнедеятельность *Escherichia coli*. При этом *E. coli* была выбрана в качестве тестового объекта потому, что она является общепринятым санитарно-показательным микроорганизмом. Кроме того, микроорганизмы в свою очередь в определенной степени могут служить моделью любого живого организма (включая человеческий).

Однако принятые в настоящее время в качестве стандартных при биотестировании процедуры оценки общей выживаемости микроорганизмов (заключающиеся в большинстве случаев в визуальной оценке того, насколько ин-

ЛИТЕРАТУРА

Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Л.: Наука, 1984. 223 с.

Малышев Р.В., Шелякин М.А., Головко Т.К. Нарушение покоя почек влияет на дыхание и энергетический баланс побегов черники обыкновенной на начальном этапе роста // Физиология растений. 2016. Т. 63. № 3. С. 434–442.

Hansen L.D., Hopkin M.S., Rank D.R., Anekonda T.S., Breidenbach W.R., Criddle R.S. The Relation Between Plant Growth and Respiration: A Thermodynamic Model // Planta. 1994. V. 194. P. 77–85.

Chadin I., Dalke I., Zakhzhii I., Malyshev R., Madi E., Kuzivanova O., Kirillov D., Elsakov V. Distribution of the invasive plant species *Heracleum sosnowskyi* Manden. in the Komi Republic (Russia) // PhytoKeys. 2017. Vol. 77. P. 71–80.

гибируются или активируется по сравнению с контролем рост тестовых микроорганизмов в питательной среде после инкубации их в течение одних или нескольких суток в стерильных условиях при заданной температуре в присутствии тестируемых факторов) требуют для своего проведения достаточно значительных затрат материалов, времени и труда квалифицированного персонала, позволяя получать в результате лишь довольно субъективную и «статичную» информацию о летальных нарушениях жизнедеятельности тестовых организмов. В связи с этим перспективным представляется использование для данных целей различных инструментальных технологий, среди которых наиболее простыми в исполнении и универсальными являются оптические и электрохимические методы.

Всего было проведено три серии измерений. В каждую из пробирок, используемых для измерений, добавлялось по 4 мл тестовой среды (в качестве которой использовался водный раствор, содержащий 5 г/л глюкозы, 18 г/л белкового гидролизата, 2 г/л NaCl и около 10^6 кл/мл жизнеспособных тестовых микроорганизмов), а также от 0 (в случае контрольных пробирок) до 0.4 мл водного раствора с соответствующей концентрацией исследуемого катиона (по 5 шт. в параллель в случае как тестовых, так и контрольных пробирок). После чего все упомянутые пробирки закрывались, перемешивались и инкубировались при 37 ± 0.1 °C (оптимальной для роста и развития *E. coli*) в течение 8 ч. При этом непосредственно до начала инкубации и сразу после ее окончания в каждой из упомянутых пробирок регистрировались интенсив-