УДК 581.524.1

# АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛУГОВИКА АНТАРКТИЧЕСКОГО (*DESCHAMPSIA ANTARCTICA* E. DESY.) В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

**© Н.В. Заименко[1], Т.Ю.Бедерничек[1], П.Б.Хоецкий[2]**
*[1]Национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришко НАН Украины, г. Киев*
*[2]Национальный лесотехнический университет Украины, г. Львов*
*E-mail: zaimenkonv@ukr.net*

Островные экосистемы сильно подвержены разнообразным внешним воздействиям и, прежде всего, инвазиям. Острова полярных широт – наиболее уязвимы, вследствие глобальных изменений климата. Аллохтоны, которые раньше не выдерживали низких температур, в новых климатических условиях способны конкурировать с автохтонными видами за ресурсы. Целью данного исследования была предварительная оценка влияния увеличения температуры на аллелопатическую активность луговика антарктического. Обнаружено, что повышение температуры с 5 до 10°С привело к существенному увеличению аллелопатической активность – прирост корней *Lepidium sativum* уменьшился на 39%, а *Cucumis sativus* – на 20%. Прогнозируемое увеличение содержания аллелохимикатов во многом будет определять конкурентные взаимоотношения автохтонов с аллохтонами в тундре.

**Ключевые слова**: аллелопатическая активность, луговик антарктический, тундра, глобальное потепление, ризосфера.

## Введение

Экосистемы удаленных биогеографических областей (Антарктика, Нотогея) и, в особенности, отдельных архипелагов и островов пребывают в состоянии динамического равновесия, а большинству местных видов свойственен достаточно узкий диапазон экологической пластичности. В связи с этим, такие частично изолированные экологические системы сильно уязвимы к внешним воздействиям и, прежде всего, к инвазиям (Gilbert, 1980).

К настоящему времени в литературе накопился большой объем данных касательно последствий инвазий и необдуманных интродукций на островах. Хрестоматийными примерами являются катастрофические последствия распространения европейского кролика в Австралии и Тасмании, интродукции вороны-свистуна в Новой Зеландии и майны обыкновенной на Мадагаскаре, Маврикии и Тасмании, распространение серой крысы в Новой Зеландии и многие другие (Russel et al., 2008). Подобных примеров известно много, но в подавляющем большинстве из них рассматривается влияние животных на других животных, реже – животных на биотопы и экосистемы. Вопросам межвидовой конкуренции автохтонных и аллохтонных видов растений традиционно уделяют значительно меньше внимания, особенно если аллохтонный вид не является сорным растением и не причиняет вред сельскохозяйственным культурам. Еще меньше такого рода исследований выполнено в арктических, антарктических и альпийских тундрах – самых чувствительных к потеплению климата экосистемах (Seddon et al., 2016).

Первое полугодие 2016 г. оказалось самым теплым периодом за всю историю метеорологических наблюдений. На протяжении 5 месяцев также наблюдалась наименьшая площадь льдов в Арктике (NOAA, 2016) и значительное сокращение площади льдов в Антарктике. Особый интерес в этом контексте представляют антарктические экосистемы – максимально ненарушенные, агемеробные биогеоценозы, которые служат общим эталоном для различных экологических и биогеохимических исследований.

Вызывает опасение, что в последнее время, в связи с существенным потеплением климата, в Антарктике наблюдается резкое увеличение численности аллохтонных видов растений. Согласно исследованиям, более 30 000 туристов и 7 000 ученых посещают Антарктику ежегодно и каждый из них на своей одежде, обуви и снаряжении привносит извне в среднем 9,5 семян (Chown et al.,2012) аллохтонных видов растений. Многие из этих семян прорастают и составляют конкуренцию автохтонным видам.

Целью данного исследования было проведение предварительной оценки влияния потепления климата на аллелопатическую активность луговика антарктического (*Deschampsia antarctica* E. Desv.) – одного из двух видов цветковых растений, наряду с *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl, которые встречаются на территории Антарктики. В контексте потепления климата крайне важно установить изменится ли и, если да, то каким образом аллелопатическая активность автохтонных антарктических видов, ведь от этого зависит их конкурентоспособность и шансы на выживание в борьбе с аллохтонами.

## Материалы и методы

Образцы ризосферной почвы под *Deschampsia antarctica* отбирали в марте 2016 года, в пятикратной повторности на о-вах Галиндез и Скуа, архипелаг Вильгельма (рис. 1). Для проведения исследований использовали свежие образцы (полевая влажность). Экстракцию водорастворимых органических веществ проводили при температурах 5 и 10°С на протяжении 30 мин. В остальном – порядок фракционирования водорастворимых органических соединений соответствовал общепринятым методикам (Hamkalo, Bedernichek, 2014). Выбор температур обусловлен историческими температурными максимумами в районе проведения исследований.

Аллелопатическую активность ризосферной почвы изучали с использованием метода биотестов (Заименко и др., 2014). В качестве тест-объектов использовали проростки кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) и огурца обыкновенного (*Cucumis sativus* L.). Отобранные семена тест-культур высевали на фильтровальную бумагу, увлажняли дистиллированной водой для прорастания помещали на сутки в темный термостат, предварительно нагретый до 27°С. Через сутки отбирали проростки одного размера и помещали в чашки Петри с фильтрами. Фильтры увлажняли дистиллированной водой и водными экстрактами полученными при температурах 5 и 10°С (разведение 1:50). Через сутки измеряли длину корней и их прирост выражали в процентах от прироста на дистиллированной воде, который принимали за 100%.

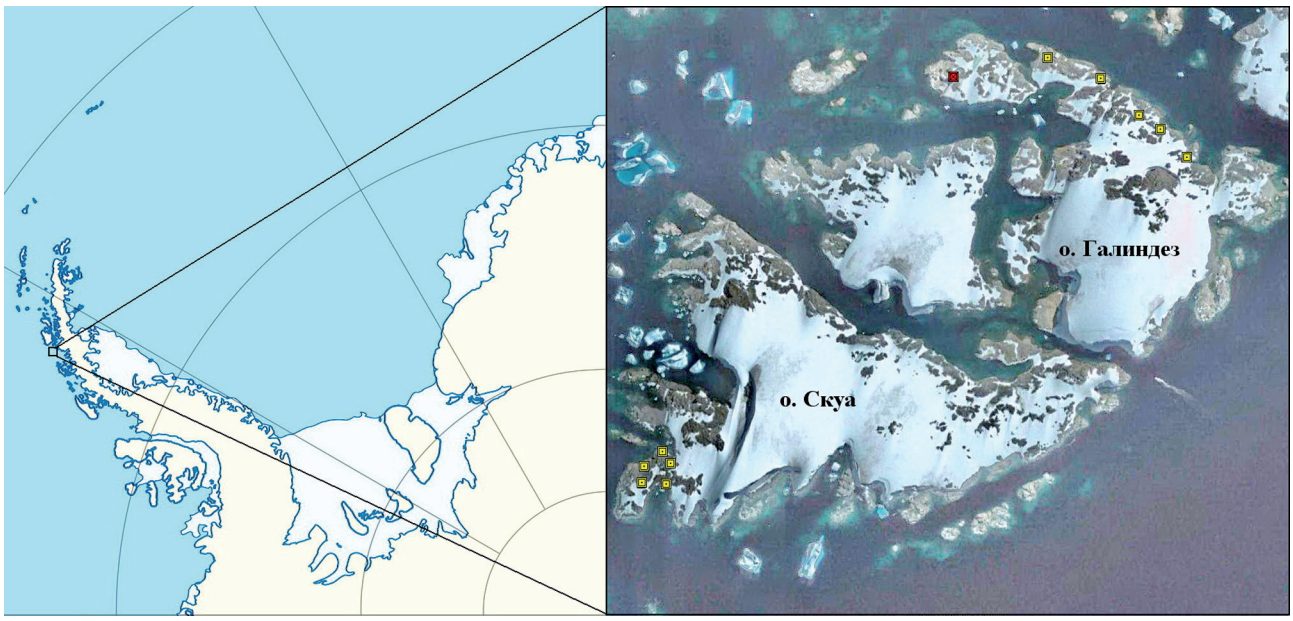


Рис. 1. Схема отбора образцов почвы (субстрата) на островах Галиндез и Скуа (желтым цветом обозначены места отбора проб, красным – станция Академик Вернадский)

**Результаты и обсуждение**

На рисунке 2 представлены результаты исследований аллелопатической активности ризосферной почвы отобранной под *Deschampsia antarctica* на островах Галиндез и Скуа. Для всех образцов ризосферной почвы обнаружено существенное увеличение аллелопатической активности почвы при повышении температуры экстрагирования с 5 до 10°С.

Обнаружено, что даже при температуре 5°С аллелопатическая активность ризосферной почвы *Deschampsia antarctica* является существенной – прирост корней кресс-салата составил 67–93 % (о-в Галиндез) и 74–95% (о-в Скуа) от контроля, а огурца обыкновенного – 79–91% и 86–98% соответственно.

Экстрактам, полученным при температуре 10°С, была свойственна значительно более высокая аллелопатическая активность. Так, прирост корней кресс-салата составил 47–70% (о-в Галиндез) и 53–71% (о-в Скуа) от контроля, а огурца обыкновенного – 68–78% и 73–84% соответственно.

Повышение температуры экстракции существенно повлияло на аллелопатическую активность ризосферной почвы и, следовательно, на длину корней тест-культур – прирост корней кресс-салата был на 37, а огурца обыкновенного на 20 % меньшим, чем при использовании экстрактов, полученных при 5°С. Этот факт имеет важное научное значение, поскольку подтверждает высказанную ранее гипотезу об изменении аллелопатической активности почвы при повышении температуры среды.

Использование биотестов для оценки аллелопатической активности почвы носит качественный характер. Такого рода исследования не дают возможности сделать выводы о химической природе аллелохимикатов (Viter et al., 2015), но результаты, полученные на разных тест-культурах, позволяют с высокой степенью достоверности констатировать увеличения аллелопатической активности ризосферной почвы при повышении температуры среды. Следовательно, в контексте глобальных изменений климата, роль химических механизмов взаимодействия растений (в том числе автохтонных и аллохтонных видов) в Антарктике будет возрастать.

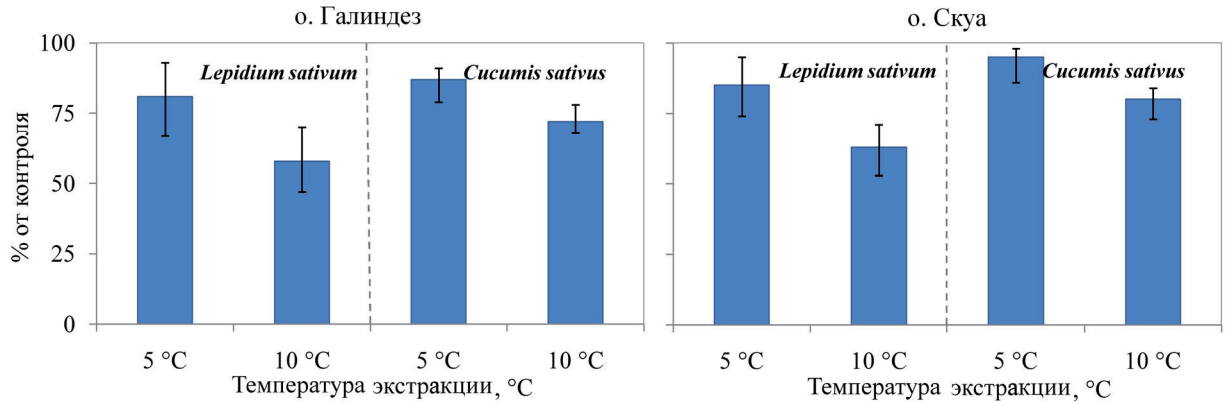


Рис. 2. Угнетение роста корней *Lepidium sativum* и *Cucumis sativus* водными экстрактами, полученными с ризосферы *Deschampsia antarctica* (разведение 1:50)

В дальнейшем будет проведена идентификация аллелохимикатов, полученных из ризосферной почвы *Deschampsia antarctica*, а также оценка изменений аллелопатической активности потенциальных аллохтонов, и, прежде всего, мятлика однолетнего (*Poa annua* L.) при повышении температуры. Последний, согласно исследованию Chown et al. (2012), хорошо адаптирован к суровым субантарктическим условиям и продвигается на юг в связи с изменениями климата.

**Выводы**

1. Даже при низких температурах (5°C) водные экстракты 1:50 содержали достаточное количество аллелопатически активных веществ, чтобы оказать значительное ($p \leq 0,05$) влияние на рост корней тест-культур *Lepidium sativum* и *Cucumis sativus*.

2. Повышение температуры экстракции с 5 до 10°C привело к существенному ($p \leq 0,05$) увеличению аллелопатической активности полученных экстрактов – прирост корней *Lepidium sativum* был меньшим на 39%, а *Cucumis sativus* – на 20%.

3. Обнаруженные в лабораторных условиях тенденции свидетельствуют о значительной аллелопатической активности ризосферной почвы *Deschampsia antarctica* даже при низких температурах (5°C) и возможном значительном ее увеличении *in situ* в связи с глобальным потеплением климата.

4. Прогнозируемое увеличение содержания аллелохимикатов в ризосфере *Deschampsia antarctica* – важный фактор, во многом определяющий конкурентные взаимоотношения с аллохтонными видами растений за пространство, свет, влагу и питательные вещества.

**Благодарности**

Исследование выполнено при поддержке Национального антарктического научного центра Министерства образования и науки Украины.

ЛИТЕРАТУРА

*Заименко Н.В., Павлюченко Н.А, Элланская Н.Э., Харитонова И.П.* Влияние засухи на аллелопатические, биохимические, микробиологические свойства системы растения-почва-микроорганизмы // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия: Биология, 2014. – Т. 20. – С. 286–294.

*Chown S.L., Huiskes A.H.L., Gremmen N.J.M., Lee J.E., Terauds A., Crosbie K., Frenot Y.,* ***Hughes K.A****., Imura S., Kiefer K., Lebouvier M., Raymond B., Tsujimoto M., Ware C., Van de Vijver B.; Bergstrom D.M.* Continent-wide risk assessment for the establishment of non indigenous species in Antarctica // Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012. – Vol. 109(13). – P.4938–4943.

*Gilbert F.S.* The equilibrium theory of island biogeography: fact or fiction? // Journal of Biogeography, 1980. – Vol. 7(3). – P. 209–235.

*Hamkalo Z., Bedernichek T.* Total, cold and hot water extractable organic carbon in soil profile: impact of land-use change // Zemdirbyste-Agriculture, 2014. – Vol 101 (2). – P. 125–132.

*NOAA National Centers for Environmental Information*, State of the Climate: Global Analysis for June 2016. – http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201606

*Russell J.C., Towns D.R., Clout M.N.* Review of rat invasion biology: implications for island biosecurity // Science for conservation, 2008. – Vol. 286. – P. 6–33.

*Seddon A.W.,Macias-Fauria M., Long P.R., Benz D., Wilis K.J.* Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability // Nature, 2016. – Vol. 531 (7593). – P. 229–232.

*Viter A., Polevik V., Dzjuba O.* Current trends in the studies of allelochemicals for their application in practice // Ecologia Balkanica, 2015. – Vol. 7 (1). – P. 135–148.

**Доклад представлен на седьмой научной конференции с международным участием «Растения в муссонном климате: острова и растения» (26-29 сентября 2016 г., г. Южно-Сахалинск)**

## ALLELOPATHIC ACTIVITY OF ANTARCTIC HAIR GRASS IN CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGES

**N. V. Zaimenko, T. Y. Bedernichek, P. B. Khoyetskyy**

*The National Botanical Garden n.a. N.N. Grishko of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev*

*Ukrainian National Forestry University, Lvov*

Island ecosystems are prone to a variety of external influences and, above all, to invasive species. Polar islands latitudes are the most vulnerable due to global climate changes. Invasive species, which previously could not withstand low temperatures, are able to compete with native species for resources in new warmer climate. The aim of this study is a preliminary assessment of the impact of increasing temperature on the allelopathic activity of Antarctic hair grass. It was found that an increase in temperature from 5 to 10 °C resulted in a significant increase of allelopathic activity – root growth of *Lepidium sativum* decreased by 39%, and *Cucumis sativus* – by 20%. The increase of allelopathic activity will largely determine the competitive relationship between native and invasive species in tundra.

**Key words:** allelopathic activity, Antarctic hair grass, tundra, global warming, rhizosphere.

Il. 2. Bibl. 7