

# ВЛИЯНИЕ ФУЛЛЕРЕН-АРГИНИНА НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, СОДЕРЖАНИЕ И АНТИРАДИКАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОРОСТКАХ *CUCUMIS SATIVUS L.* ПРИ ГИПОТЕРМИИ

**Скуратович Т.А.<sup>1</sup>, Ермола Е.М.<sup>2</sup>, Макаревич Д.А.<sup>2</sup>, Голубович В.П.<sup>2</sup>, Молчан О.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича  
НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь*

<sup>2</sup>*Институт биоорганической химии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь*

Фуллерены – сферические молекулы диаметром около 1 нм, содержащие 60 или более углеродных атомов – аллотропная молекулярная форма углерода. Производные фуллерена могут использоваться в самых различных областях жизнедеятельности человека. Особый интерес представляет применение фуллеренов в биологии и медицине для доставки в клетки физиологически активных регуляторных соединений. При этом изучению воздействия фуллеренов и их производных на растительный организм посвящены единичные публикации [1]. В связи с этим, целью данной работы было исследование влияния синтезированного комплекса фуллерен-аргинин на ростовые и биохимические параметры проростков огурца при 25°C и в условиях гипотермии.

В качестве объекта исследования использовали 3-х дневные этилированные проростки огурца *Cucumis sativus L.* сорта Славянский. Семена проращивали при +25°C в темноте на фильтровальной бумаге в чашках Петри. Фильтровальную бумагу увлажняли дистиллированной водой (контрольный вариант) и раствором фуллерен-аргинина (0,001; 0,005; 0,01%). Использованный комплекс наночастиц был синтезирован в ИБОХ НАН Беларуси. Методика синтеза комплекса фуллерен-аргинин была следующей. К суспензии L-аргинина в диметилсульфоксиде добавляли N,O-бис(триметилсилил)ацетамид, полученную смесь перемешивали до получения полупрозрачного раствора (~3 часа), затем вносили фуллерен C<sub>60</sub> и перемешивали еще 20 часов при комнатной температуре (цвет суспензии приобретает коричневый оттенок). Затем к смеси добавляли 50 мл дистиллированной воды, смесь перемешивали 30 мин, добавляли 30 мл этилацетата, перемешивали и отделяли этилацетатный слой. Полученный раствор диализовали против дистиллированной воды и диализат фильтровали через фильтр 0,2 м и раствор подвергали лиофильной сушке.

Изучено влияние фуллерен-аргинина на биометрические показатели, содержание сухого вещества, сумму и антирадикальную активность фенольных соединений в проростках при различных температурных режимах (+25, +10, +5°C). В условиях гипотермии проростки находились последние 16 часов культивирования. Ткань высушивали до абсолютно сухой массы при 40°C. Экстракцию фенольных соединений проводили 80% этанолом при 80°C в течение 30 минут двукратно. Содержание суммы фенольных соединений определяли по стандартной методике с использованием реактива Фолина-Чокальтеу. Антиоксидантную активность оценивали по реакции с 0,002 % раствором DPPH (дифенил-2-пикрил-гидразил). Эксперименты проводили в 3-кратной повторности. Данные на рисунках представлены как среднее арифметическое и ошибка средней величины.

При оценке воздействия фуллерен-аргинина на ростовые процессы в контрольных температурных условиях (+25°C) было отмечено, что исследованный комплекс наночастиц оказывал существенного влияния на сырую и сухую массу проростков огурца. Незначительный ингибирующий эффект на длину гипокотилей был обнаружен только при воздействии фуллерен-аргинина в концентрации 0,001 и 0,01% (рисунок 1А).

Ингибирование длины гипокотилей происходило в большей степени по сравнению с ингибированием роста корневой системы. В тоже время наблюдалось увеличение суммы фенольных соединений при действии фуллерен-аргинина в концентрации 0,005 и 0,01% (рисунок 1Б). Как видно на рисунке 1В, значительно увеличивается в клетках гипокотилей содержание соединений с антирадикальной активностью под влиянием всех исследованных концентраций комплекса. Можно предположить, что фуллерен-аргинин стимулирует в проростках огурца стрессовую реакцию, приводящую к активации антиоксидантной системы, в том числе к синтезу фенольных соединений с антирадикальной активностью.

Интересно отметить, что в условиях гипотермии (+5°C) фуллерен-аргинин в концентрации 0,001 и 0,01% оказывает схожий ингибирующий эффект на длину гипокотилей (рисунок 1А и Г) и не влияет на сырую и сухую массу надземной части проростков. При этом характер изменений суммы фенольных соединений и антирадикальной активности отличаются от наблюдаемых при +25°C. Как видно на рисунке 1Д, накопление суммы фенольных соединений увеличивается только в варианте с использованием 0,001% наночастиц. При этом достоверных изменений антирадикальной активности не обнаружено (рисунок 1Е). В то же время использование синтезированного комплекса фуллерен-аргинин в концентрации 0,005% оказывало стимулирующее влияние на накопление сырой и сухой

массы корней проростков огурца, а также на увеличение суммы фенольных соединений и антирадикальной активности.

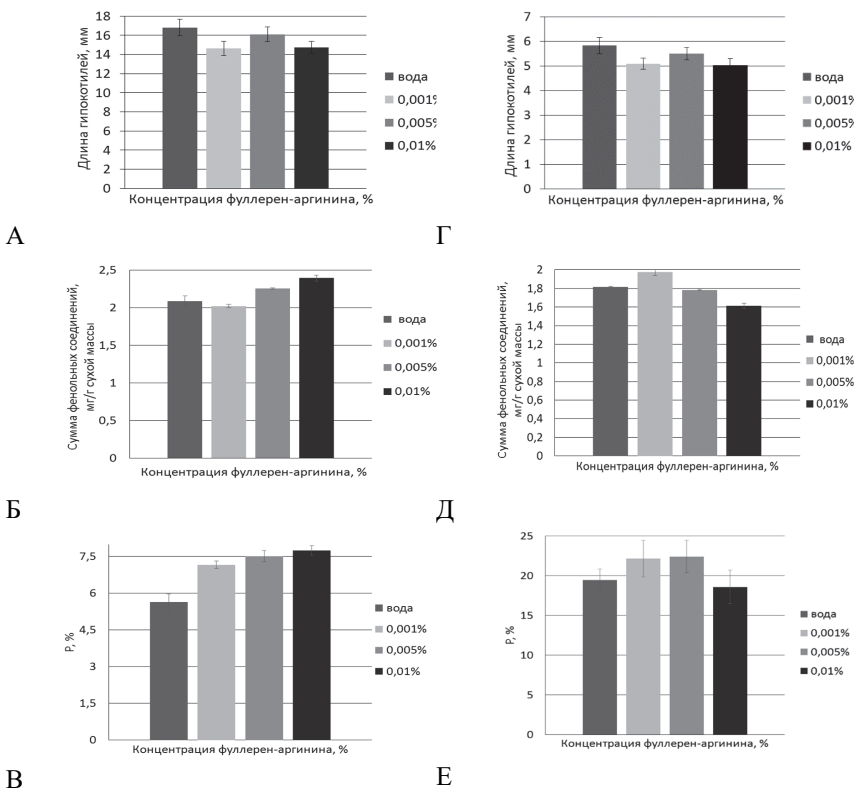


Рисунок 1 - Влияние фуллерен-аргинина на длину гипокотилей (А, Г), сумму фенольных соединений (Б, Д), антирадикальную активность фенольных соединений (В, Е) клеток корня проростков огурца при +25°C(А, Б, В) и при +5°C (Г, Д, Е)

Таким, образом, обнаружено влияние синтезированного комплекса фуллерен-аргинин на ростовые процессы и антиоксидантную систему растений огурца.

## Литература

1. Husen, A. Carbon and fullerene nanomaterials in plant system / A. Husen, K. S. Siddiqi // Journal of Nanobiotechnology. – 2014.– V. 12. – P. 16.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ТРАНСПОРТ КАТИОНОВ В КЛЕТКАХ РАСТЕНИЙ

**Стрельцова Д.Е., Чикун П.В., Савчук А.Л., Жабинский В.В., Хрипач В.А., Соколик А.И., Войцеховская О.В., Демидчик В.В.**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь  
Ботанический институт им. Комарова РАН, Санкт-Петербург, РФ*

Браassinостероиды (БС) – гормоны растений, химически представляющие собой полигидроксированные производные стероидов, близкие по строению к стероидным гормонам млекопитающих, экистероидам. Они стимулируют рост пыльцевых трубок, дифференциацию ксилемы, контролируют форму листьев и рост корней, воздействуют на систему рецепции ауксинов и биосинтез этилена. Классически БС считаются гормонами устойчивости высших растений к стрессовым условиям [1, 2].

К настоящему времени практически отсутствуют сведения о влиянии БС на ионно-канальные комплексы мембран высших растений. Показано, что некоторые БС при экзогенном введении повышают активность ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в цитоплазме клеток листьев *Arabidopsis thaliana*, т.е. потенциально могут влиять на работу  $\text{Ca}^{2+}$ -проницаемых катионных каналов [3]. Известно также, что 28-гомобразинолид и 28-гомокастастерон ингибируют работу анионных каналов и изменяют работу наружу-выпрямляющих калиевых каналов плазматической мембраны клеток суспензионной культуры *Arabidopsis thaliana* [4]. Данный вопрос требует более глубокого исследования, в особенности, важно детальное рассмотрение механизмов изменения проводимости мембраны и физиологических функций БС в связи с их влиянием на ионные каналы.

При анализе эффектов воздействия химических агентов, изменяющих работу ионных каналов, встает вопрос об их физиологическом значении. В случае БС важно знать, на что направлено их действие – на сигнально-регуляторные реакции, либо на процессы минерального питания и