

NEUROTRANSMITTERS AS ECO POLLUTANTS: IMPACT ON THE FATTY-ACID COMPOSITION AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENT CONTENT OF *CHLORELLA VULGARIS*

Cao Boyang¹, O.B. Chivkunova², A.E. Solovchenko³, E.S. Lobakova⁴, A.V. Oleskin⁵

¹ Shenzhen MSU-BIT University, 1 International University Park Road, Shenzhen, Guangdong Province, China

^{2, 3, 4, 5} Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, Russia

⁵ oleskiny@yandex.ru

Abstract. Neurotransmitters including acetylcholine, serotonin, dopamine, norepinephrine, and histamine represent new-generation ecopollutants and, in addition, endogenous regulatory and signal substances released by the components of natural ecosystems. The goal of the present work was to investigate the effects of neurotransmitters on the fatty-acid composition of membrane lipids and the photosynthetic pigment content of a widely spread phytoplankton component and an indicator organism used for estimating environmental pollution, the green microalga *Chlorella vulgaris*. Strain *C. vulgaris* Beijer was aseptically cultivated under photoautotrophic conditions in modified Tamiya medium. Upon inoculation, all experimental cultures except the control one were supplemented with 1, 10, or 100 μ M acetylcholine, serotonin, dopamine, norepinephrine, or histamine. Lipid analysis and fatty acid determination were performed by chromatography with mass spectrometry. Chlorophylls *a* and *b* as well as carotenoids were determined spectrophotometrically. Acetylcholine, dopamine, and norepinephrine increase the total fatty acid content of the lipid of *C. vulgaris* cells whereas histamine and serotonin decrease the fatty acid content. Acetylcholine and histamine statistically significantly augmented the percentage of polyunsaturated fatty acids and decreased that of saturated and/or monounsaturated fatty acids. Serotonin significantly reduced the monounsaturated fatty acids and saturated fatty acids percentage but its influence on the polyunsaturated fatty acids percentage was not statistically verifiable. All tested neurotransmitters increased the photosynthetic content of *C. vulgaris* cells. The data obtained on the effects of neurotransmitters on the biosynthesis of photosystem components and their impact on the fatty-acid composition of *C. vulgaris* lipids resulting in increasing or, conversely, decreasing the monounsaturated fatty acid and saturated fatty acid percentages attest to the prolongation or shortening, respectively, of the early development stages of the microalga's culture. The data are of considerable interest with respect to the interaction of *C. vulgaris* forming a part of the phytoplankton, with various neurotransmitter-producing aquatic organisms including the zooplankton, the fishes, and the higher plants as well as with human-produced neurotransmitter-containing industrial and municipal wastewater.

Keywords: neurotransmitters, biogenic amines, serotonin, dopamine, norepinephrine, histamine, acetylcholine, fatty acids, chlorophyll, carotenoids, *Chlorella vulgaris*, new-generation ecopollutants

Financing: this research was partly funded by the Development Program of the Interdisciplinary Scientific and Educational School of Lomonosov Moscow State University titled *The Future of the Planet and Global Environmental Change* as well as by the Shenzhen Municipal Government and Shenzhen MSU-BIT University. The fatty acid profiling was funded by the Russian Science Foundation (grant 23-74-00037).

For citation: Boyang Cao, Chivkunova O.B., Solovchenko A.E., Lobakova E.S., Oleskin A.V. Neurotransmitters as ecopollutants: impact on the fatty-acid composition and photosynthetic pigment content of *Chlorella vulgaris*. Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2025;10(4). (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2025-4-4>

УДК 579.61+579.66+579.67; 581.1

НЕЙРОТРАНСМИТТЕРЫ КАК ЭКОПОЛЛЮТАНТЫ: ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СОСТАВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ *CHLORELLA VULGARIS*

Цао Боян¹, О. Б. Чивкунова², А. Е. Соловченко³, Е. С. Лобакова⁴, А. В. Олескин⁵

¹ Университет МГУ – Пекинский политехнический институт, Шэньчжэнь, Провинция Гуандун, Китай

^{2, 3, 4, 5} Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

⁵ oleskiny@yandex.ru

Аннотация. Нейротрансмиттеры, включая ацетилхолин, серотонин, дофамин, норадреналин и гистамин, являются экополлютантами нового поколения и в то же время как вырабатываемыми компонентами экосистем регуляторными и сигнальными веществами. Целью настоящего исследования было изучение воздействия нейротрансмиттеров на жирнокислотный состав липидов мембран и содержание фотосинтетических пигментов у распространенного компонента фитопланктона и индикаторного объекта экологической обстановки – зеленой микроводоросли *Chlorella vulgaris*. Штамм *C. vulgaris* Beijerinck асептически культивировали в фотоавтотрофных условиях в модифицированной среде Тамия. При инокуляции во все культуры, кроме контрольных, вносили 1, 10 или 100 мкМ ацетилхолина, серотонина, дофамина, норадреналина или гистамина. Определение жирных кислот проводили методом газовой хроматографии с масс-спектрометрией. Хлорофиллы *a* и *b*, а также каротиноиды определяли спектрофотометрически. Ацетилхолин, дофамин и норадреналин увеличивают общее содержание жирных кислот липидов в клетках *C. vulgaris*, тогда как гистамин и серотонин уменьшают их содержание. Ацетилхолин и гистамин статистически значимо повышали процентное содержание полиненасыщенных жирных кислот за счет снижения такового насыщенных и/или мононенасыщенных жирных кислот. Серотонин значимо снижал долю мононенасыщенных жирных кислот и насыщенных жирных кислот, но влияние на полиненасыщенные жирные кислоты не было достоверным. Все испытанные вещества увеличивали содержание фотосинтетических пигментов клеток *C. vulgaris*. Показанное действие нейротрансмиттеров на биосинтез компонентов фотосистем и на жирнокислотный состав липидов *C. vulgaris* с повышением или, наоборот, снижением доли мононенасыщенных жирных кислот и насыщенных жирных кислот указывает на, соответственно, продление или сокращение ранних стадий развития культур микроводоросли. Полученные данные представляют интерес с точки зрения взаимодействия хлореллы как части фитопланктона с различными выделяющими биогенные амины водными организмами (зоопланктон, рыбы, высшие растения) и с содержащими нейротрансмиттеры индустриальными и муниципальными сточными водами.

Ключевые слова: нейротрансмиттеры, биогенные амины, серотонин, дофамин, норадреналин, гистамин, ацетилхолин, жирные кислоты, хлорофилл, каротиноиды, *Chlorella vulgaris*, экополлютанты нового поколения

Финансирование: настоящее исследование финансировано Программой развития междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова под названием «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды», а также муниципальным правительством Шэньчжэня и университетом МГУ-ППИ в Шэньчжэне. Анализ ЖК липидов выполнен при поддержке Российского научного фонда (грант 23-74-00037).

Для цитирования: Боян Цао, Чивкунова О. Б., Соловченко А. Е., Лобакова Е. С., Олескин А. В. Нейротрансмиттеры как экополлютанты: воздействие на состав жирных кислот и фотосинтетических пигментов *Chlorella vulgaris* // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2025. Vol. 10 (4). <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2025-4-4>