

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН
Лаборатория зимостойкости**

**Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов –
обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра
“Саратовский научный центр Российской академии наук”
(ИБФРМ РАН)**

Научное достижение: *Впервые показано, что наночастицы золота действуют как адаптогены, увеличивая устойчивость растений к низким температурам.*

Авторы: *Венжик Ю.В. (ИФР РАН), Дерябин А.Н. (ИФР РАН), Попов В.Н. (ИФР РАН), Мошков И.Е. (ИФР РАН), Дыкман Л.А. (ИБФРМ РАН).*

Опубликовано в:

1. Venzhik Yu., Deryabin A., Popov V., Dykman L., Moshkov I. (2022) Priming with gold nanoparticles leads to changes in the photosynthetic apparatus and improves the cold tolerance of wheat. *Plant Physiology and Biochemistry* 190: 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.09.006> Q1, IF=5.437 (2021);
2. Venzhik Yu., Deryabin A., Popov V., Dykman L., Moshkov I. (2022) Gold nanoparticles as adaptogens increasing the freezing tolerance of wheat seedlings. *Environmental Science and Pollution Research* 29: 55235–55249. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19759-x> Q1, IF=5.190 (2021);
3. Venzhik Yu., Deryabin A., Popov V., Dykman L., Moshkov I. et al. (2022) The effects of gold nanoparticles on redox status and freezing tolerance of wheat seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*. 44: 113. <https://doi.org/10.1007/s11738-022-03456-w> Q2, IF=2.736 (2021).

Впервые показано, что прайминг семян, то есть обработка растений коллоидными растворами, содержащими наночастицы золота (диаметр 15 нм, концентрация 5–50 мкг/мл) повышает устойчивость проростков пшеницы к низким температурам.

Увеличение холодоустойчивости сопровождалось адаптивными изменениями, которые зависели от температурных условий опыта. При оптимальной температуре выращивания у проростков усиливалась интенсивность ростовых и фотосинтетических процессов, возрастало содержание хлорофиллов в листьях. При этом хлоропласты разбухали и теряли линзовидную форму, их строма уплотнялась, а гранальная система сдвигалась в одну сторону. Количество гран в хлоропластах и доля крупных гран (с числом тилакоидов больше 10) заметно увеличивалась. Также под влиянием наночастиц возрастало содержание ненасыщенных жирных кислот в листьях за счет α -линоленовой кислоты (18:3), содержащейся, преимущественно, в мембранах хлоропластов.

В условиях низкотемпературного закаливания обработка наночастицами поддерживала программу холодовой адаптации пшеницы, а именно, ингибировала рост растений, сохраняла высокую активность фотосинтетического аппарата, обеспечивала накопление растворимых сахаров в листьях, и как следствие, повышенную устойчивость к низкой температуре.

Полученные результаты подтверждают, что наночастицы золота могут быть использованы не только в качестве стимуляторов роста, но и как адаптогены, увеличивающие стрессоустойчивость растений.

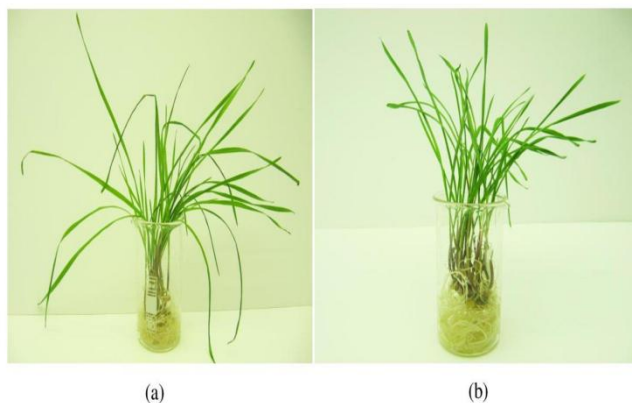


Рисунок: Проростки пшеницы после промораживания при -3°C : **a** – контроль; **b** – проростки, обработанные наночастицами золота.

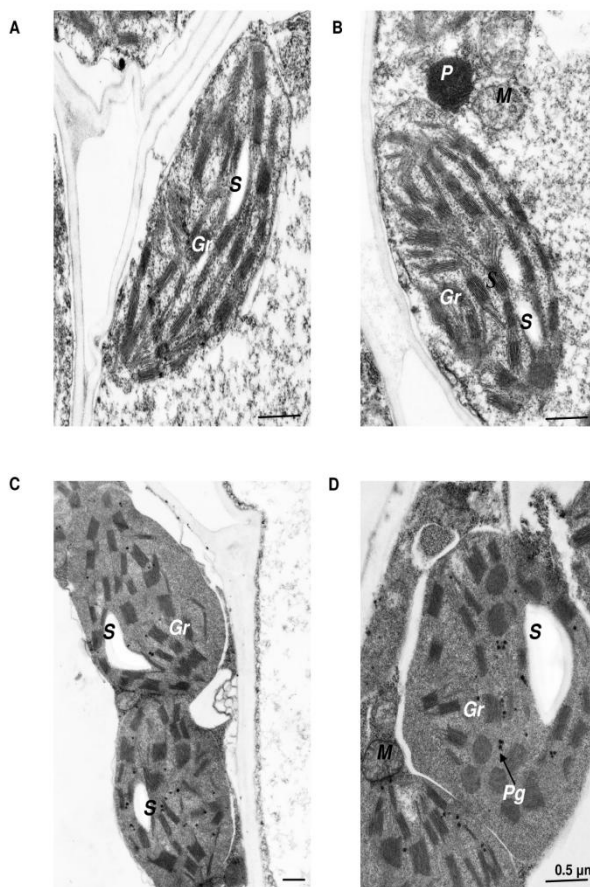


Рисунок: Ультраструктура хлоропластов пшеницы: **a**, **b** – контроль; **c**, **d** – проростки, обработанные наночастицами золота.