

## **Группа экологии и физиологии фототрофных организмов**

Кособрюхов Анатолий Александрович, д.б.н., рук группы

Биль Карл Яковлевич, д.б.н., в.н.с.

Любимов Валерий Юрьевич, д.б.н., в.н.с.,

Фомина Ирина Ремовна, к.б.н., в.н.с.

Балахнина Тамара Иваовна, к.б.н., ст.н.с.,

Креславский Владимир Данилович, д.б.н., в.н.с.,

Матыченков Владимир Викторович, д.б.н., ст.н.с.,

Шабнова Надежда Ивановна, к.б.н., н.с.

Иванов Анатолий Алексеевич, к.б.н., ст.н.с.

Назарова Галина Николаевна, к.б.н., ст.н.с.

Бородин Валерий Борисович, к.б.н. н.с.

Шмарев Александр Николаевич, м.н.с.

Худякова Александра Юрьевна, аспирант

Строкина Валерия Владимировна, аспирант

### **Область научных исследований лаборатории**

Выяснение механизмов устойчивости фотосинтетических и продукционных функций фототрофных организмов, прогнозирование возможных изменений работы фотосинтетического аппарата в условиях глобального изменения климата, а также поиск путей и подходов, способствующих снижению отрицательного действия неблагоприятных факторов на растения.

### **Основные направления исследований лаборатории**

Изучение механизмов адаптации растений к периодическому снижению и/или повышению концентрации  $CO_2$  при модифицирующем влиянии абиотических факторов среды

Исследование роли фоторецепторов (фитохромов и криптохромов) в ответных реакциях растений на действие факторов внешней среды.

Изучение активности фотосинтетического аппарата фототрофов с модифицированным геномом

Исследование взаимосвязи углеродного и азотного метаболизма растений при действии стрессовых факторов

## Методы исследования, используемые в лаборатории

В лаборатории широко используются современные биофизические и биохимические методы: спектрофотометрические, газометрические, ПАМ флуорометрия, методы моделирования биохимических процессов с использованием данных CO<sub>2</sub> газообмена, методики определения окислительно-восстановительного гомеостаза в листьях растений – перекисного окисления липидов, содержания перекиси водорода, активности ферментов каталазы, пероксидазы, аскорбат пероксидазы и др.

## Избранные публикации

### Монографии и главы в монографиях:

**Biel K.Y., Fomina I.R., Kreslavski V.D.,** Allakhverdiev S.I. Глава в коллективной монографии: Methods for assessment of activity and stress acclimation of photosynthetic machinery in cyanobacteria and symbiotic microalgae. In: *Protocols on Algal and Cyanobacterial Research* (W. Kliner, Nath Bogchi S., Mohanty P. Eds.), Narosa Publishing House, New Delhi, 2009, Chapter 13, 20 pp.

Allakhverdiev S.I., **Kreslavski V.D., Fomina I.R.,** Los D.A., Klimov V.V., Mimuro M., Mohanty P., Carpentier R. Inactivation and repair of photosynthetic machinery under heat stress. In: *Photosynthesis: Overviews on Recent Progress & Future Perspective* (Eds. Guruprasad K.N., Itoh S., Mohanty P.). – Narosa Publishing House, New Delhi, 2010, Chapter 14, p. 187-214.

Allakhverdiev S.I., **Kreslavski V.D.,** Thavasi V., Zharmukhamedov S. K., Klimov V.V., Ramakrishna S., Nishihara H., Mimuro M., Carpentier R., Nagata T. Photosynthetic energy conversion: hydrogen photoproduction by natural and biomimetic system. In: *Biomimetics, Learning from Nature*. (Ed Mukherjee) In-Tech. 2010, p.49-76.

Allakhverdiev S.I., **Kreslavski V.D., Fomina I.R.,** Los D.A., Klimov V.V., Mimuro M., Mohanty P., Carpentier R. Inactivation and repair of photosynthetic machinery under heat stress. In: *Photosynthesis: Overviews on Recent Progress & Future Perspective* (Eds. Guruprasad K.N., Itoh S., Mohanty P.). – Narosa Publishing House, New Delhi, 2010, Chapter 14, p. 187-214.

Mohanty P., **Kreslavski V.D.,** Los' D.A., Klimov V.V., Carpentier R., Allakhverdiev S.I. 2012 Heat stress: Susceptibility, recovery and regulation. In: *Photosynthesis. Plastid Biology, Energy Conversion and Carbon Assimilation* (Eaton-Rye J.J., Tripathy B.C. (Eds). 2012. Springer, Dordrecht, The Netherlands. Chapter 12, p. 251-274.

**Kreslavski V.D., Fomina I.R.,** Los D.A., Allakhverdiev S.I. Heat induced impairments and recovery of photosynthetic machinery. In: *Heat Stress: Causes, Treatments and Prevention* (Josipovic S., Ludwig E. Eds.). – Nova Sci. Publ. Inc., 2012, chapter 4, p. 89-112.

**Biel K.Y., Fomina I.R.,** Yensen N.P., Nishio J.N., **Matichenkov V.V., Nazarova G.N.,** Soukhovolsky V.G., Khlebopros R.G. *Complex Biological Systems: Adaptation and Tolerance to Extreme Environments* (Khlebopros R.G., Biel K.Y. Eds.). – Pushino–Krasnoyarsk, 2014.

**Фомина И.Р., Биль К.Я.** Фотосинтетический углеродный метаболизм: стратегия адаптации. В кн.: *Современные проблемы фотосинтеза* (Аллахвердиев С.И., Рубин А.Б., Шувалов В.А. ред.). – Ижевск–Москва: Ижевский институт компьютерных исследований, 2014, Т. 2, с. 415–483.

**Креславский В.Д.,** Зорина А.А., Лось Д.А., Аллахвердиев С.И. Молекулярные механизмы адаптации фотосинтетического аппарата к стрессу. В кн.: *Современные проблемы фотосинтеза* (Аллахвердиев С.И., Рубин А.Б., Шувалов В.А. ред.). – Ижевск–Москва: Ижевский институт компьютерных исследований, 2014, Т. 2, с. 333-376.

**Кособрюхов А.А.** Адаптационные изменения фотосинтеза при повышенной концентрации CO<sub>2</sub>. Глава в кн.: *Современные проблемы фотосинтеза*. Аллахвердиев С.И., Рубин А.Б., Шувалов В.А. (ред.) Ижевский Институт компьютерных исследований, Ижевск–Москва, 2014, Т. 2, с. 485–504.

**Kosobryukhov A.** Adaptive Changes of Photosynthetic Apparatus to Higher CO<sub>2</sub> Concentration. In: *Photosynthesis. A New Approach to the Molecular, Cellular, and Organismal Levels*. (Allakhverdiev S.I. Ed.). – USA: Scrivener Publishing LLC, 2016, Chapter 7, p. 327-354.

Markovskaya E., **Kosobryukhov A.**, **Kreslavsky V.** Photosynthetic Machinery Response to Low Temperature Stress. In: *Photosynthesis. A New Approach to the Molecular, Cellular, and Organismal Levels*. (Allakhverdiev S.I. Ed.). – USA: Scrivener Publishing LLC, 2016, Chapter 8, p. 355-382.

Schmitt F.-J., **Kreslavski V.D.**, Zharmukhamedov S.K., Friedrich T., Renger G., Los. D.A., Kuznetsov V.V., Allakhverdiev S.I. The Multiple Roles of Various Reactive Oxygen Species (ROS) in Photosynthetic Organisms. In: *Photosynthesis. A New Approach to the Molecular, Cellular, and Organismal Levels*. (Allakhverdiev S.I. Ed.) – USA: Scrivener Publishing LLC, 2016, Chapter 1, p. 1-84.

**Fomina I.**, **Biel K.** Photosynthetic carbon metabolism: Strategy of adaptation over evolutionary history. In: *Photosynthesis: New Approaches to the Molecular, Cellular and Organismal Levels* (Allakhverdiev S.I. Ed.). – USA: Scrivener Publishing LLC, 2016, Chapter 6, p. 233-326.

**Matichenkov V.V.**, Bocharnikova E. A. Utilization of sludge as manure. In: *Environmental Materilas and Wastes. Resource Recovery and Pollution Prevention* (M.N.V. Prasad, Kaimin Shih Eds.) – London, England: Elsevier, 2016, Chapter 9, p. 213-220.

#### **В журналах:**

**Креславский В.Д., Фомина И.Р., Иванов А.А., Татаринцев Н.П., Кособрюхов А.А., Биль К.Я., Херберт С.К.** NaCl-стимулированное фотоингибирование и восстановление фотосинтетической активности мутанта *katG*<sup>-</sup> цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC 6803. *Биофизика*, **55**(2), 252 (2010).

Semenova G.A., **Fomina I.R.**, **Biel K.Y.** Structural features of the salt glands of the leaf of *Distichlis spicata* 'Yensen 4a' (Poaceae). *Protoplasma*, **240**(1), 75 (2010).

Allakhverdiev S.I., Thavasi V., **Kreslavski V.**, Zhamukhamedov S.K., Klimov V.V., Ramakrishna S., Los'D.A., Mimoru M., Nishihara H., Carpentier R. Phosynthetic hydrogen production *J. Photochem. Photobiol. C. Photochem. Reviews*, **11**, 87 (2010).

**Biel K.Y.**, Nishio J.N. Untangling metabolic and spatial interactions of stress tolerance in plants. Accelerated method for measuring and predicting stress tolerance. Can we unravel the mysteries of the interactions between photosynthesis and respiration? *Protoplasma*, **245**, 28 (2010).

**Biel K.Y.**, Nonomura A.M., Benson A.A., Nishio J.N. The path of carbon in photosynthesis. XXVI. Uptake and transport of methylglucopyranoside throughout plants. *J. Plant Nutrition*, **33**(6), 902 (2010).

**Balakhnina T.**, Bennicelli R., Stepniewska Z., Stepniewski W., **Fomina I.** Oxidative damage and antioxidant defense system in leaves of *Vicia faba major* L. cv. Bartom during soil flooding and subsequent drainage. *Plant Soil*, **327**, 293 (2010).

**Иванов А.А.** Влияние световых условий выращивания пшеницы на чувствительность фотосинтетического аппарата к солевому стрессу. *Физиология растений*, **57**(6), 770 (2010).

**Balakhnina T.**, Wlodarczyk T., Borkowska A., Nosalewicz M., Serdyuk O., Smolygina L., Ivanova E., **Fomina I.** Effect of 4-hydroxyphenethyl alhokol on growth and adaptive potential of barley plants under optimal and soil flooding conditions. *Polish J. Environ. Stud.*, **19**(3), 565 (2010).

**Biel K.Y., Fomina I.R., Nazarova G.N., Soukhovolsky V.V., Khlebopros R.G., Nishio J.N.** Untangling metabolic and spatial interactions of stress tolerance in plants. 1. Patterns of carbon metabolism within leaves. *Protoplasma*, **245**, 49 (2010).

**Kreslavski V., Mehta P., Bharti S., Jajoo A., Allakhverdiev S.I** Analysis of salt stress induced changes in Photosystem II heterogeneity by prompt fluorescence and delayed fluorescence in wheat (*Triticum aestivum*) leaves. *Photochem. Photobiol. B: Biology*, **104**, 308 (2011).

Бутанаев А.М., Ширшикова Г.Н., Минакова Н.Ю., **Креславский В.Д.** Дифференциальная активность кластерных генов арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana*). *Докл. РАН*. **439**( 5), 692 (2011).

**Креславский В.Д., Любимов В.Ю.,** Котов А.А., Котова Л.М. Влияние предобработки хлоролинхлоридом на устойчивость ФС2 растений к УФ-В радиации, содержание фитогормонов и перекиси водорода. *Физиология растений*. **58**(2), 1 (2011).

Baranova E.N., Serenko E. K., **Balachnina T. I., Kosobryukhov A. A.,** Kurenina L. V., Gulevich A. A., Maisuryan A. N. Activity of the Photosynthetic Apparatus and Antioxidant Enzymes in Leaves of Transgenic *Solanum lycopersicum* and *Nicotiana tabacum* Plants, with *FeSOD1* Gene1. *Russian Agricultural Sciences*. **36** (4), 242 (2010).

Серенко Е.К., Баранова Е.Н., **Балахнина Т.И.,** Куренина Л.В., Гулевич А.А., **Кособрюхов А.А.,** Майсурян А.Н., Поляков В.Ю. Структурная организация хлоропластов растений томата *Solanum lycopersicum*, трансформированных геном Fe-зависимой супероксиддисмутазы. *Биологические мембраны*. **28** (3) 215 (2011).

Nonomura AM, Benson AA, **Biel KY** The path of carbon in photosynthesis. XXVII. Sugar-conjugated plant growth regulators enhance productivity. *Journal of Plant Nutrition* **34** (5) 653 (2011).

**Kreslavski V.D., Fomina I.R.,** Los D.A., Carpentier R., Kuznetsov V., Allakhverdiev S.I. Red and near infra-red signaling: Hypothesis and perspectives. *J. Photochem. Photobiol. C. Photochem. Reviews*. **13**, 191 (2012).

**Креславский В.Д.,** Христин М.С., **Шабнова Н.И., Любимов В.Ю.** Предоблучение отделенных листьев шпината красным светом повышает устойчивость фотосинтетического аппарата к УФ-радиации. *Физиология растений*. **59** (6), 723 (2012).

**Креславский В.Д.,** Лось Д.А., Аллахвердиев С.И., Кузнецов Вл. В. Сигнальная роль активных форм кислорода при стрессе у растений. *Физиология растений*. **59** (2), 1 (2012).

**Balachnina T.I., Matichenkov V.V.,** Wlodarczyk T., Borkowska ., Nosalewicz M., **Fomina I.R.** Effect of silicon on growth progress and adaptive potential of barley plants under optimal soil watering and flooding. *Plant growth regulation*, **67** (1), 35 (2012).

**Balachnina T.,** Bennicelli R.P., Stępniewska Z., Stępniewski W., Borkowska A., **Fomina I.** Stress responses of spring rape plants to soil flooding. *Int. Agrophys.*, **26**, 347 (2012).

**Kosobryukhov A.,** Markovskaya E., Sergienko L.. Photosynthetic characteristics of the three species of the family Plantaginaceae growing on high and low tide coastal areas of the White Sea. // *CZECH POLAR REPORTS* 2012. V.2. N.2. P. 71-79.

Захарченко Н С., Бурьянов Я.И., Лебедева А.А., Пиголева С.В., Ветошкина Д.В., Локтюшов Е.В., Чепурнова М.А., **Креславский В.Д., Кособрюхов А.А.** Физиологические особенности трансгенных растений рапса экспрессирующих ген антимикробного пептида цекропина P1. // *Физиология растений*. 2013. Т. 60. №. 3. С. 424–433.

**Vladimir D. Kreslavski, Valery Yu. Lyubimov,** Galina N. Shirshikova, **Alexander N. Shmarev, Anatoly A. Kosobryukhov,** Franz-Josef Schmitt, Thomas Friedrich, Suleyman I. Allakhverdiev. Preillumination of lettuce seedlings with red light enhances the resistance of photosynthetic apparatus to UV-A. // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 2013. V.122. P. 1–6.

**Vladimir D. Kreslavski,** Galina N. Shirshikova, **Valery Yu. Lyubimov, Alexander N. Shmarev,** Akexander Boutanaev, **Anatoly A. Kosobryukhov,** Franz-Josef Schmitt, Thomas

Friedrich, Suleyman I. Allakhverdiev. Effect of preillumination with red light on photosynthetic parameters and oxidant-/antioxidant balance in *Arabidopsis thaliana* to UV-A //Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 2013. V. 127. P. 229-236.

Bocharnikova E.A., **Matichenkov V.V.** Influence of plant associations on the silicon cycle in the soil-plant system. *Applied Ecology and Environmental Research*. **10**(4), 547-560 (2012).

**Matichenkov V.V.**, Wei X., Liu D., Bocharnikova E.A. Theory, Practice and Prospection of Si Fertilizer. *Agricultural Science & Technology*. **14**(3), 498-502 (2013).

**Balakhnina T.**, Borkowska A. (2013) Effects of silicon on plant resistance to environmental stresses (Review). *Int. Agrophys.*, V. 27, № 2, pp. 225-232.

Semenova G., **Fomina I.**, **Ivanov A.** Combined effect of water deficit and salt stress on the structure of mesophyll cells in wheat seedlings. *CellBio*, **3**, 14 (2014).

Ладыгин В.Г., Чекунова Е.М., Семенова Г.А., **Кособрюхов А.А.** Структурно-функциональная организация клеток мутанта *Brc-1 CHLAMYDOMONAS REINHARDTII*, накапливающего протопорфирин IX в темноте. *Биофизика* **59** (4), 692 (2014).

**Kreslavski, V.D.**, **Lankin, A.V.**, Vasilyeva, G.K., **Lyubimov, V.Yu.**, Semenova, G.N., Schmitt, F.J., Friedrich, T., and Allakhverdiev, S.I. Effects of polyaromatic hydrocarbons on photosystem II activity in pea leaves, *Plant Physiol. Biochem.*, **81**, 135 (2014).

**А.В. Ланкин, В.Д. Креславский, А.Ю. Худякова, С.К. Жармухамедов, С.И. Аллахвердиев.** Влияние нафталина на фотохимическую активность фотосистемы 2. *Биохимия*, **79** (11), 1493 (2014).

Kirill S. Mironov, Roman A. Sidorov, **Vladimir D. Kreslavski**, Vladimir S. Bedbenov, Vladimir D. Tsydendambaev, Dmitry A. Los. Cold-induced gene expression and x3 fatty acid unsaturation is controlled by red light in *Synechocystis*. *J. of Photochemistry and Photobiology B: Biology* **137**, 84 (2014).

Schmitt F.J., Renger G., Friedrich T., **Kreslavski V.D.**, Zharmukhamedov S.K., Los D.A., Kuznetsov V.V., Allakhverdiev S.I. Reactive oxygen species: re-evaluation of generation, monitoring and role in stress-signaling in phototrophic organisms. *Biochim Biophys Acta*. **1837**(6), 835 (2014).

**Kreslavsky V.D.**, Schmitt F.-J., Keuer C., Friedrich T., Schirshikova G.N., Zharmukhamedov S.K., **Kosobryukhov A.A.**, Allakhverdiev S.I. Response of the photosynthetic apparatus to UV-A and red light in the phytochrome B-deficient *Arabidopsis thaliana* L. *hy3* mutant. *Photosynthetica*, **54**(3), 321-330 (2016).

**Balakhnina T.I.**, Borkowska A., Nosalewicz M., Nosalewicz A., Włodarczyk T.M., **Kosobryukhov A.A.**, **Fomina I.R.** The effect of temperature on oxidative stress induced by lead in the leaves of *Plantago major* L. *Int. Agrophys.*, **30**(3), 285-292 (2016).

Liu S., Ji X., Xie Y., Jiang J., Bocharnikova E.A., **Matichenkov V.V.** Prospective for remediation and purification of wastes from Xikuangshan mine by using Si-based substances. *J. Environmental Management*, **172**, 77-81 (2016).

Liu S., Huang J., Bocharnikova E.A., **Matichenkov V.V.** Monosilicic acid potential in phytoremediation of the contaminated areas. *Chemosphere*, **157**, 132-136, (2016).

Romanova A.K., Semenova G.A., Ignat'ev A.R., Novichkova N.S., **Fomina I.R.** Biochemistry and cell ultrastructure changes during senescence of *Beta vulgaris* L. leaf. *Protoplasma*, **253**(3), 719-727 (2016).

**Kosobryukhov A.**, Markovskaya E. Halophyte Adaptation to the Gradient of Conditions at the Intertidal Zone of the White Sea Coast (with *Triglochin maritima* L. as an example) // *Global Media Journal*. 2016. Vol. 14 No. 27: 37.

**Kreslavski V.D.**, **Kosobryukhov A.A.**, Schmitt F., Semenova G.A., Shirshikova G.N., **Khudyakova A.Yu.**, Allakhverdiev S.I. Photochemical activity and the structure of chloroplasts in *Arabidopsis thaliana* L. mutants deficient in phytochrome A and B. *Protoplasma*, 2017. V. 254. P. 1283-1293 doi:10.1007/s00709-016-1020-9. (2016).

Nonomura A., Lorimer G., Holtz B., Vacquier V., **Biel K.Y.**, Govindjee. Andrew A. Benson: personal recollections. *Photosynth. Res.*, **127**(3), 369-378 (2016).

Arthur M. Nonomura, Barry Holtz, **Karl Y. Biel**, Robert Cooney, ·George Lorimer, Govindjee  
The paths of Andrew A. Benson: a radio-autobiography. *Photosynth. Res.* (2017) 134:93–105  
DOI 10.1007/s11120-017-0410-y

**Aleksandra Yu. Khudyakova, Vladimir D. Kreslavski** Galina N. Shirshikova Sergey K. Zharmukhamedov, **Anatoly A. Kosobryukhov**, Suleyman I. Allakhverdiev. Resistance of *Arabidopsis thaliana* L. photosynthetic apparatus to UV-B is reduced by deficit of phytochromes B and A. *Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology* 169 (2017) 41–46.