Application of endophytic bacteria *Bacillus subtilis* in compositions with salicylic acid to improve wheat stress tolerance

Garshina D.^{1,2}, Ibragimov A.³, Lastochkina O.^{1,2}

¹Institute of Biochemistry and Genetics – Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia; ²Bashkir Research Institute of Agriculture - Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia; ³Bashkir State University, Ufa, Russia

E-mail: dariya.greatfire@mail.ru

Key message. Maximum growth-stimulating and protective effect of endophytic bacteria *Bacillus subtilis* 10-4 on wheat plants under normal and drought stress conditions reached when its applied in composition with salicylic acid were discovered.

Keywords: drought stress, tolerance, wheat, endophytic bacterium *Bacillus subtilis* 10-4, salicylic acid

Wheat is a valuable food crop with great importance in ensuring food security worldwide. by Crop losses (up to 50-82%) from biotic and abiotic stresses are a serious danger. Beneficial endophytic bacteria *Bacillus subtilis* are considered as biotic strategy for plant protection. Of interest is the use of *B. subtilis* in composition with other natural growth regulators. The purpose of this work was to study the effect of endophytic *B. subtilis* 10-4 in composition with signal molecule salicylic acid (SA) on growth processes, oxidative and osmotic status of wheat under normal drought stress conditions. The experiments were conducted on *Triticum aestivum* L. seedlings (cultivar Omskaya-35) during the first two weeks of ontogenesis. Before sowing, the seeds were treated (1 hour) in a suspension of *B. subtilis* 10-4 (10⁵ CFU/ml), SA (0.05 mM), *B. subtilis*+SA or water (control) and germinated at 20-22 °C (16-hour day light). 3 days old seedlings were transplanted into 12% PEG-6000 (test) or water (control), and in different time intervals growth and biochemical parameters were evaluated. It was revealed that treatment with *B. subtilis* 10-4, SA and *B. subtilis* 10-4+SA under normal growth conditions increased the length of the roots and shoots (up to 15-25%) with maximum effect when used strain 10-4+SA. Drought stress significantly inhibited the growth of roots, shoots and the accumulation of fresh and dry biomass. Treatment with *B. subtilis* 10-4, SA and *B. subtilis* 10-4+SA reduced (to varying degrees) the negative impact of drought on the same growth parameters with the maximum positive effect (reduction to 50%) when *B. subtilis* 10-4 was used in composition with SA. It was revealed that treatment with *B. subtilis* 10-4, SA, and especially *B. subtilis* 10-4+SA reduced drought-induced accumulation of malondialdehyde (MDA) and proline, which indicates the induction of protective reactions in plants. The findings indicate on perspectives of application of *B. subtilis* 10-4 in composition with SA for improving growth and induction of protective reactions under drought. This work was supported by the grant of the President of the Russian Federation (№ MK 643.2019.11).

Эффективность применения эндофитных бактерий *Bacillus subtilis* в композиции с салициловой кислотой для повышения стрессоустойчивости растений пшеницы

Гаршина Д.Ю.^{1,2}, Ибрагимов А.Э.^{1,3}, Ласточкина О.В.^{1,2}

¹Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН, Уфа, Россия; ²Башкирский научно-исследовательский институт УФИЦ РАН, Уфа, Россия; ³Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

Аннотация. Выявлено, что максимальный рост-стимулирующий и защитный эффект эндофитных бактерий *Bacillus subtilis* 10-4 на растения пшеницы в норме и при дефиците влаги проявляется при их совместном применении с салициловой кислотой.

Ключевые слова: дефицит влаги, устойчивость, пшеница, эндофитный штамм *Bacillus subtilis* 10-4, салициловая кислота

Пшеница – ценная продовольственная культура, имеющая большое значение в обеспечении продовольственной безопасности в мире. Серьезную опасность представляют потери урожая (до 50-82%) от биотических и абиотических стрессов. Полезные эндофитные бактерии *Bacillus subtilis* рассматриваются как биотическая стратегия защиты растений. Интерес вызывает применение *B. subtilis* в композиции с другими природными регуляторами роста. Цель данной работы заключалась в изучении влияния эндофитной бактерии *B. subtilis* 10-4 в композиции с сигнальной молекулой салициловой кислотой (СК) на ростовые процессы, окислительный и осмотический статус пшеницы в норме и при дефиците влаги. Исследования проводились на проростках *Triticum aestivum* L. сорта Омская-35 в течение первых двух недель онтогенеза. Семена перед посевом замачивали (1 час) в суспензии *B. subtilis* 10-4 (10⁵ КОЕ/мл), СК (0,05 mM), *B. subtilis*+СК или воде (контроль) и проращивали при 20-22 °C (16-часовой световой день). 3-сут проростки пересаживали в стаканы с 12%ПЭГ-6000 (опыт) или воду (контроль) и через разные промежутки времени оценивали рост и биохимические показатели устойчивости. Выявлено, что обработка *B. subtilis* 10-4, СК и *B. subtilis* 10-4+СК в норме увеличивала длину корней и побегов (до 15-25%) с максимальным эффектом при совместном применении штамма 10-4 с СК. Воздействие дефицита влаги значительно тормозило рост корней, побегов и накопление сырой и сухой биомассы. Обработка *B. subtilis* 10-4, СК и *B. subtilis* 10-4+СК снижала (в разной степени) уровень негативного влияния засухи на эти же показатели роста, с максимальным положительным эффектом (снижение до 50%) при применении *B. subtilis* 10-4+СК. Выявлено, что обработка *B. subtilis* 10-4, СК и особенно *B. subtilis* 10-4+СК снижала вызываемое засухой увеличение малонового диальдегида (МДА) и пролина, что указывает на индукцию у растений защитных реакций. Совокупность полученных данных свидетельствует в пользу перспективности применения *B. subtilis* 10-4 в композиции с СК в индукции роста и защите растений пшеницы от дефицита влаги.

Работа поддержана грантом Президента РФ (№ МК-643.2019.11).