

Антонина Анатольевна Реут<sup>1</sup>, Ирина Нагимовна Аллаярова<sup>2✉</sup>, Айгуль Радиковна Биглова<sup>3</sup>,  
Оксана Владимировна Ласточкина<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Уфимского ФИЦ РАН, Уфа, Республика Башкортостан, Россия

<sup>4</sup>Институт биохимии и генетики Уфимского ФИЦ РАН, Уфа, Республика Башкортостан, Россия

<sup>1</sup>cvetok.79@mail.ru

<sup>2</sup>allayarowalrina@yandex.ru

<sup>3</sup>ajgul.biglova@mail.ru

<sup>4</sup>oksanaibg@gmail.com

### ИЗМЕНЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ РАСТЕНИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЛИЯНИЯ *BACILLUS SUBTILIS* 10-4

Цель исследования – изучение эффективности действия *Bacillus subtilis* 10-4 в отдельности и в комбинации с салициловой кислотой на декоративные качества некоторых многолетних цветочных растений в условиях Башкирского Предуралья. Исследования проведены в условиях открытого грунта на участках Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН (ЮУБСИ УФИЦ РАН). Объекты исследования – три сорта многолетних культур: *Hosta* × *hybrida hort.* ‘Antioch’, *Phlox paniculata* L. ‘Schneepiramide’, *Lilium* × *hybrida hort.* ‘Royal Fantasy’. Дана оценка декоративных признаков растений общепринятым методом. Для сравнения объективной количественной оценки была вычислена площадь горизонтальной проекции цветочного пятна на куст растения согласно методике, разработанной в Ботаническом саду МГУ. При инокуляции *B. subtilis* у *H. hybrida* ‘Antioch’ увеличились такие морфометрические параметры, как высота растения, количество листьев, ширина листа, число цветков в соцветии, диаметр цветка, высота цветка и длина соцветия; у *L. hybrida* ‘Royal Fantasy’ – размер цветка, плотность соцветия и обилие цветения; у *Ph. paniculata* ‘Schneepiramide’ – размеры соцветия, обилие и длительность цветения. При комбинации *B. subtilis* 10-4 с салициловой кислотой у хосты повысились такие параметры, как количество генеративных побегов; у лилии – высота и диаметр цветка, длина и толщина листа; у флокса – диаметр цветка и высота соцветия. Совокупность полученных данных свидетельствует в пользу эффективности внекорневого внесения салициловой кислоты и *B. subtilis* 10-4 для повышения декоративности у изученных сортов в условиях открытого грунта в Башкирском Предуралье.

**Ключевые слова:** цветоводство, *Bacillus subtilis* 10-4, салициловая кислота, лилия, флокс, хоста, оценка декоративных качеств

**Для цитирования:** Изменение декоративных признаков растений в результате влияния *Bacillus subtilis* 10-4 / А.А. Реут [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 10. С. 23–30. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-23-30.

**Благодарности:** работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» и в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме № 122033100041-9 и частично в рамках государственного задания ИБГ УФИЦ РАН по теме № АА-АА-А21-121011990120-7.

Antonina Anatolyevna Reut<sup>1</sup>, Irina Nagimovna Allayarova<sup>2</sup>✉, Aigul Radikovna Biglova<sup>3</sup>,  
Oksana Vladimirovna Lastochkina<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>South Ural Botanical Garden-Institute – a separate structural division of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

<sup>4</sup>Institute of Biochemistry and Genetics of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

<sup>1</sup>cvetok.79@mail.ru

<sup>2</sup>allayarowalrina@yandex.ru

<sup>3</sup>ajgul.biglova@mail.ru

<sup>4</sup>oksanaibg@gmail.com

## CHANGES IN DECORATIVE CHARACTERISTICS OF PLANTS AS A RESULT OF THE INFLUENCE OF *BACILLUS SUBTILIS* 10-4

*The aim of the study is to investigate the effectiveness of Bacillus subtilis 10-4 alone and in combination with salicylic acid on the ornamental qualities of some perennial flowering plants in the Bashkir Cis-Urals. The studies were conducted in open ground on the plots of the South Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SUBGI UFARC RAS). The objects of the study were three varieties of perennial crops: Hosta × hybrida hort. 'Antioch', Phlox paniculata L. 'Schneepiramide', Liliium × hybrida hort. 'Royal Fantasy'. The ornamental traits of plants were assessed using a generally accepted method. To compare the objective quantitative assessment, the area of the horizontal projection of the color spot on the plant bush was calculated according to the technique developed in the Botanical Garden of Moscow State University. When inoculated with B. subtilis, the following morphometric parameters increased in H. hybrida 'Antioch': plant height, number of leaves, leaf width, number of flowers in an inflorescence, flower diameter, flower height and inflorescence length; in L. hybrida 'Royal Fantasy': flower size, inflorescence density and flowering abundance; in Ph. paniculata 'Schneepiramide': inflorescence size, flowering abundance and duration. When combining B. Subtilis 10-4 with salicylic acid, the following parameters increased in hosta: number of generative shoots; in lily: flower height and diameter, leaf length and thickness; in phlox: flower diameter and inflorescence height. The totality of the obtained data testify in favor of the effectiveness of foliar application of salicylic acid and B. subtilis 10-4 to increase the ornamental quality of the studied varieties in open ground conditions in the Bashkir Cis-Urals.*

**Keywords:** floriculture, *Bacillus subtilis* 10-4, salicylic acid, lily, phlox, hosta, assessment of ornamental qualities

**For citation:** Changes in decorative characteristics of plants as a result of the influence of *Bacillus subtilis* 10-4 / A.A. Reut [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(10): 23–30 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-23-30.

**Acknowledgments:** the work was carried out under the Fundamental Research Program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences "Biodiversity of Natural Systems and Plant Resources of Russia: Assessment of the State and Monitoring of Dynamics, Problems of Conservation, Reproduction, Increase and Rational Use" and within the framework of the state assignment of the South Ural Branch of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences on topic № 122033100041-9 and partially within the framework of the state assignment of the Institute of Biodiversity of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences on topic № AAAA-A21-121011990120-7.

**Введение.** Многолетники дарят цветоводам безграничное разнообразие оттенков, текстур, форм и размеров с ранней весны и до поздней осени. Они позволяют решать важные задачи по формированию уникальной ландшафтной композиции разного масштаба. Выбирая многолетники для сада, прежде всего важно учитывать условия выращивания цветочно-декора-

тивных культур в данном регионе и применять препараты, которые будут повышать декоративные качества и стрессоустойчивость растений. Для этих целей успешно используют новые ростостимулирующие методы на основе бактерий и фитогормонов, безопасных для человека и окружающей среды.

В последние десятилетия ведется активный поиск и разработка высокоэффективных универсальных микробных препаратов, конструированных из полезных эндофитных бактерий, которые обладают широким спектром выраженных антагонистических, ферментных, интерферониндуцирующих, иммуномодулирующих свойств и представляют собой одну из перспективных групп в биотехнологии [1, 2]. Известно, что салициловая кислота, являясь сигнальной молекулой, играет ключевую роль в формировании защитных реакций растений на действие различных биотических и абиотических стресс-факторов [3, 4].

**Цель исследования** – оценить биологическую эффективность внекорневого внесения салициловой кислоты и *Bacillus subtilis* 10-4 при выращивании декоративных многолетних культур в условиях открытого грунта в Башкирском Предуралье.

**Объекты и методы.** *Hosta × hybrida* hort. 'Antioch' (хоста гибридная 'Antioch') (сем. Hostaceae Mathew) – многолетнее теневыносливое декоративно-лиственное травянистое растение [5]. *Phlox paniculata* L. 'Schneepiramide' (флокс метельчатый 'Schneepiramide'), (сем. Polemoniaceae Juss.) – многолетнее, травянистое растение, высотой до 120 см, для миксбордеров, клумб и бордюров [6]. *Lilium × hybrida* hort. 'Royal Fantasy' (лилия гибридная 'Royal Fantasy'), (сем. Liliaceae Juss.) – луковичный многолетник, ЛА-гибрид. Высаживают в цветниках всех типов, также используют в качестве срезочной культуры и для выгонки [7].

Для выявления воздействия бактерий *Bacillus subtilis* ВКПМ В-12988 ( $10^5$  КОЕ/мл) (далее Bs) и ее композиции с салициловой кислотой (0,05 мм (миллимоль)) (далее СК) на декоративные качества некоторых многолетних цветочных растений был проведен опыт в условиях Башкирского Предуралья. Штамм Bs 10-4 был ранее выделен из пахотных почв Республики Башкортостан в Башкирском НИИСХ УФИЦ РАН (г. Уфа), идентифицирован по нуклеотидной последовательности гена 16s рНК, детально охарактеризован [8] и депонирован в БРЦ ВКПМ (№ В-12988 от 23.06.2019). Для получения инокулята штамм 10-4 культивировали на среде Лурия-Бертани (LB) при 37 °С, 180 об/мин в течение 24 ч (до достижения концентрации клеток  $10^9$  КОЕ/мл) и разбавляли стерильной водой до концентрации  $10^5$  КОЕ/мл, отобранной ранее в качестве оптимальной в стимуляции роста и защите растений от стрессов [9]. Концентрацию

бактериальных клеток определяли при OD600 на спектрофотометре SmartSpec™ Plus (Bio-Rad, Hercules, США).

В период от появления всходов до первого цветения у растений отмечали количество и размеры листьев, высоту и толщину побега, общее состояние растений. У генеративных особей каждые 7 дней измеряли морфологические показатели цветка [10]. Оценка декоративных признаков растений определяли по методике, разработанной в Ботаническом саду МГУ [11]. Плотность соцветия рассчитывали как соотношение числа одновременно цветущих цветков в соцветии к длине цветоноса в соответствии с методикой А.С. Кашина и др. [12].

Математическую обработку данных осуществляли с помощью общепринятых методов вариационной статистики с использованием пакета программ AgCStat в виде надстройки Excel. Для оценки статистической значимости различий между вариантами использовали дисперсионный анализ с последующим выполнением post-hoc теста Фишера. Различия оценивали как статистически значимые при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** По результатам наблюдений выявлено, что максимальная высота растений лилий и хосты наблюдается в варианте Bs (48,5 и 44,7 см соответственно), у флокса – в варианте К (68,7 см); минимальная – у всех культур в варианте Bs+СК (хоста – 39,7 см; лилия – 46,5 см; флокс – 58,3 см) (табл. 1).

У *H. hybrida* 'Antioch' наибольшие значения количества листьев (333,3 шт.), ширины листа (6,8 см), числа цветков в соцветии (12 шт.), высоты и диаметра цветка (5,4 и 3,5 см соответственно) и высоты соцветия (20,5 см) отмечены в варианте Bs; наименьшие – в варианте К, за исключением диаметра цветка, где минимальное значение отмечено в варианте Bs+СК (3,2 см). Количество генеративных побегов варьировало от 28,5 (К) до 45,7 шт. (Bs+СК); длина листа от 16,5 (Bs) до 17,7 см (К) (табл. 2). Плотность соцветия выше в вариантах К и Bs (по 0,6 шт/см); толщина листа – в вариантах К и Bs+СК (0,9 мм).

По результатам оценки частных различий между отдельными вариантами опыта у параметров *количество листьев* и *генеративных побегов* на основании post-hoc теста Фишера выделены 2 однородные группы: в первую группу входит вариант К; во вторую – варианты Bs и Bs+СК. Статистическая значимость различий между вариантами для остальных изучаемых признаков незначительна.

Таблица 1

## Некоторые морфометрические показатели декоративных растений

Вариант опыта	Высота растений, см	$C_v$ , %	Кол-во листьев, шт.	$C_v$ , %	Длина листа, см	$C_v$ , %	Ширина листа, см	$C_v$ , %	Толщина листа, мм	$C_v$ , %
<i>Hosta×hybrida hort. 'Antioch'</i>										
K	41,8±6,5	38,2	229,3±28,3	21,4	17,7±1,1	10,9	6,0±0,8	24,2	0,9±0,1	22,9
Bs	44,7±6,6	36,2	<b>333,3±18,4</b>	9,6	16,5±0,3	3,0	6,8±0,2	4,2	0,7±0,1	33,1
Bs+СК	39,7±5,2	32,1	<b>310,0±15,3</b>	8,5	16,8±0,7	7,5	6,7±0,4	10,4	0,9±0,1	9,4
<i>Phlox paniculata 'Schneepiramide'</i>										
K	68,7±6,1	21,8	25,3±4,7	31,9	11,5±1,5	23,2	3,5±0,4	20,0	0,9±0,1	10,8
Bs	66,7±6,7	24,8	28,0±11,1	39,8	11,8±0,6	8,5	4,3±0,5	18,2	0,9±0,2	36,3
Bs+СК	58,3±8,2	34,4	18,7±3,5	32,7	11,1±2,0	31,8	2,9±0,2	13,8	0,7±0,1	18,9
<i>Lilium×hybrida hort. 'Royal Fantasy'</i>										
K	47,9±3,9	19,9	62,3±3,7	10,3	8,8±0,5	9,3	1,5±0,1	10,0	0,7±0,0	7,7
Bs	48,5±1,7	8,5	61,7±1,5	4,1	8,7±0,2	3,0	1,9±0,2	13,9	0,6±0,1	13,2
Bs+СК	46,5±2,1	10,9	58,3±3,7	11,0	9,2±0,1	1,7	1,7±0,1	12,5	0,9±0,1	25,1

Здесь и далее: K – контрольный вариант опыта; Bs – вариант с бактериризацией; Bs+СК – вариант с бактериризацией с добавлением салициловой кислоты; жирным шрифтом выделены значения, статистически значимо ( $p \leq 0,05$ ) отличающиеся от контроля.

Таблица 2

## Некоторые морфометрические показатели генеративных органов декоративных растений

Вариант опыта	Кол-во генеративных побегов, шт.	$C_v$ , %	Число цветков в соцветии, шт.	$C_v$ , %	Диаметр цветка, см	$C_v$ , %	Высота цветка, см	$C_v$ , %	Высота соцветия, см	$C_v$ , %	Плотность соцветия, шт/см
<i>Hosta×hybrida hort. 'Antioch'</i>											
K	28,5±4,8	40,9	7,3±0,1	20,8	3,4±0,2	10,4	4,8±0,2	8,4	12,3±1,5	20,4	0,6
Bs	45,0±9,4	51,3	12,0±2,3	33,3	3,5±0,4	20,0	5,4±0,2	5,7	20,5±1,5	12,2	0,6
Bs+СК	45,7±8,9	47,5	8,3±0,3	6,9	3,2±0,2	11,1	5,3±0,3	8,2	19,0±2,9	26,3	0,4
<i>Phlox paniculata 'Schneepiramide'</i>											
K	4,7±0,7	24,7	85,7±20,9	42,2	3,1±0,2	10,0	2,4±0,0	2,4	13,3±1,9	24,1	6,4
Bs	8,3±1,5	30,2	116,0±22,3	33,3	2,9±0,2	10,4	2,7±0,1	9,2	15,0±2,7	30,6	7,7
Bs+СК	3,0±0,58	33,3	103,0±38,5	64,7	3,2±0,1	4,7	2,6±0,2	15,2	17,7±3,5	34,2	5,8
<i>Lilium×hybrida hort. 'Royal Fantasy'</i>											
K	1,3±0,2	21,7	5,5±0,3	15,3	11,9±0,6	11,9	8,7±0,2	3,3	15,1±0,2	2,4	0,4
Bs	2,5±0,3	20,0	7,0±0,5	17,5	12,6±0,3	5,7	8,7±0,3	5,5	15,2±0,2	1,9	0,5
Bs+СК	2,0±0,3	25,0	6,0±0,3	10,6	12,7±0,5	9,1	9,0±0,3	5,6	15,7±0,4	4,9	0,4

Таким образом, у хосты в варианте Bs увеличились следующие морфометрические параметры: высота растений – в 1,1 раза; количество листьев – 1,5; ширина листа – 1,1; число цветков в соцветии – 1,6; диаметр цветка – 1,03; высота цветка – 1,1 и высота соцветия – в 1,7 раза. В варианте Bs+СК количество генеративных побегов повысилось в 1,6 раза.

У лилии наибольшие значения ширины листа (1,3 см), числа цветков в соцветии (7,0 шт.) и плотности соцветия (0,5 шт/см) отмечены в варианте Bs, наименьшие – в варианте К. Количество генеративных побегов варьировал от 1,3 (К) до 2,5 шт. (Bs). Длина (9,2 см) и толщина (0,9 см) листа, диаметр (12,7 см) и высота (12 см) цветка, высота соцветия (15,7 см) максимальны в варианте Bs+СК, минимальны – в варианте Bs, за исключением высоты соцветия и диаметра цветка, где наименьшие значения наблюдаются в варианте К. Статистическая значимость различий между вариантами изученных признаков незначительна.

Таким образом, у лилии обработка бактериями положительно повлияла на такие морфометрические параметры, как высота растений (увеличила в 1,1 раза), ширина листа (в 1,3 раза), количество генеративных побегов (в 1,9 раза) и цветков в соцветии (в 1,3 раза), плотность соцветия (в 1,3 раза). Bs в комплексе с СК повысили такие параметры, как высота и диаметр цветка, длина и толщина листа, но ингибировали рост растений.

У флоксов наибольшие значения изученных морфометрических параметров отмечаются в варианте Bs, за исключением диаметра цветка и длины соцветий (максимум в варианте Bs+СК); а также высоты растений (максимум в варианте К).

По результатам оценки частных различий между отдельными вариантами опыта у параметра *количество генеративных побегов* на основании post-hoc теста Фишера выделены 2 однородные группы: в первую группу входит вариант Bs; во вторую – варианты К и Bs+СК; у параметра *плотность соцветия* выделены 3 разнородные группы.

Таким образом, у флоксов бактеризация увеличила такие морфометрические параметры, как количество листьев в 1,1 раза; длину и ширину листьев – в 1,03 и 1,2 раза соответственно; количество генеративных побегов – 1,8; число цветков в соцветии – в 1,4; высоту цветка – 1,1 и плотность соцветия – в 1,2 раза. Бактерии в комплексе с СК повысили показатели диаметра цветка в 1,1 раза и высоты соцветия – в 1,2 раза.

Для сравнения объективной количественной оценки по методике, разработанной в Ботаническом саду МГУ (Ефимов, 2014), использовали данные биометрических показателей декоративности: диаметр и количество цветков. Площадь горизонтальной проекции одного цветка вычисляли по формуле площади круга. Затем полученные значения умножали на количество цветков на одном растении. Результат – площадь проекции цветочного пятна на куст, кв. м, представлен в таблице 3. Эти данные наглядно показывают, какую цветочную нагрузку несут растения во время цветения, следовательно, насколько они декоративны. Наибольшая площадь горизонтальной проекции цветочного пятна на побег у хосты и лилии отмечалась в варианте Bs, у флокса – в варианте Bs+СК; наименьшая – в варианте К.

Таблица 3

Площадь горизонтальной проекции цветочного пятна на куст декоративных растений

Вариант опыта	Диаметр цветка, см	Число одновременно цветущих цветков в соцветии, шт.	Площадь горизонтальной проекции одного цветка, кв.м	Площадь горизонтальной проекции цветочного пятна на побег, кв.м	Оценка декоративных качеств, баллы
1	2	3	4	5	6
<i>Hosta × hybrida hort. 'Antioch'</i>					
К	3,4±0,2	7,3±0,1	0,0009	0,007	88
Bs	3,5±0,4	12,0±2,3	0,0010	0,012	94
Bs+СК	3,2±0,2	8,3±0,3	0,0008	0,007	89
<i>Lilium × hybrida hort. 'Royal Fantasy'</i>					
К	11,9±0,6	5,5±0,3	0,011	0,061	88
Bs	12,6±0,3	7,0±0,5	0,012	0,087	95
Bs+СК	12,7±0,5	6,0±0,3	0,013	0,076	92

1	2	3	4	5	6
<i>Phlox paniculata</i> 'Schneepiramide'					
К	3,1±0,2	85,7±20,9	0,0008	0,065	83
Bs	2,9±0,2	116,0±22,3	0,0007	0,077	93
Bs+СК	3,2±0,1	103,0±38,5	0,0008	0,083	86

Таким образом, выявлено, что у изученных многолетников бактеризация положительно повлияла на площадь горизонтальной проекции цветочного пятна на побег, тем самым улучшая декоративные качества.

Для определения влияния Bs и Bs+СК на декоративность растений использовали 100-балльную шкалу. Из декоративных признаков оценивались: окраска цветка (до 10–20 баллов), размер цветка (до 5–10), форма цветка (до 5–10), окраска листьев (до 10), соцветие (до 5–15), длина и прочность цветоноса (до 5), аромат (до 5–10), обилие цветения (до 5–10), длительность цветения (до 5–10), устойчивость к неблагоприятным условиям (до 10), декоративность куста (до 10–20), оригинальность (до 10–15), состояние растений (до 5 баллов). Лучшими считаются варианты, набравшие не менее 90 баллов. Показано, что максимальное количество баллов набрали растения, инокулированные Bs (93–95 баллов).

Таким образом, у *H. hybrida* 'Antioch' в варианте Bs увеличились такие морфометрические параметры, как высота растений, количество листьев, ширина листа, число цветков в соцветии, диаметр цветка, высота цветка и длина соцветия; у *L. hybrida* 'Royal Fantasy' – размер цветка, плотность соцветий и обилие цветения; у *Ph. paniculata* 'Schneepiramide' – размеры соцветия, обилие и длительность цветения.

**Заключение.** Выявлено, что эффективность различных комбинаций бактерий с салициловой кислотой неоднозначна и зависит от видовых и сортовых особенностей.

При обработке *B. subtilis* 10-4 у *H. hybrida* 'Antioch' увеличились такие морфометрические параметры, как высота растений, количество листьев, ширина листа, число цветков в соцветии, диаметр цветка, высота цветка и длина соцветия; у *L. hybrida* 'Royal Fantasy' – размер цветка, плотность соцветий и обилие цветения; у *Ph. paniculata* 'Schneepiramide' – размеры соцветия, обилие и длительность цветения.

При комбинации *B. subtilis* 10-4 с салициловой кислотой у хосты повысились такие параметры, как количество генеративных побегов; у

лилии – высота и диаметр цветка, длина и толщина листа; у флокса – диаметр цветка и высота соцветия.

Выявлено, что обработка *B. subtilis* 10-4 положительно повлияла на площадь горизонтальной проекции цветочного пятна на побег, обилие цветения и плотность соцветий, тем самым улучшая декоративные качества у изученных таксонов. В целом совокупность полученных данных свидетельствует в пользу эффективности внекорневого внесения салициловой кислоты и *B. subtilis* 10-4 для повышения декоративности цветочных культур в условиях открытого грунта в Башкирском Предуралье.

#### Список источников

1. Тарабукина Н.П., Степанова А.М., Неустроев М.М. Перспективность использования птичьего помета для биоремедиации загрязненных нефтью мерзлотных почв // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2015. № 3 (15). С. 85–87.
2. Влияние световых режимов в комбинации с бактериями (*Bacillus subtilis* 10-4) на декоративность лилий / А.А. Реум [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 3 (192). С. 19–26. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-19-26.
3. Vlot A.C., Dempsey D.A., Klessig D.F. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease // Annu. Rev. Phytopatol. 2009. V. 47. P. 177. DOI: 10.1146/annurev.phyto.050908.135202.
4. Буцанец П.А., Шугаева Н.А., Шугаев А.Г. Влияние мелатонина и салициловой кислоты на генерацию АФК митохондриями семян люпина // Физиология растений. 2021. Т. 68, № 4. С. 421–429. DOI: 10.31857/S0015330321040035.
5. Реум А.А., Миронова Л.Н. К вопросу повышения продуктивности представителей рода *Hosta* Tratt. при культивировании в Башкирском Предуралье // Аграрная Россия. 2014. № 7. С. 6–12.

6. Реут А.А., Аллаярова И.Н., Биглова А.Р. Влияние стимулятора роста на биолого-морфологические параметры многолетних травянистых растений // Аграрный вестник Урала. 2023. № 6 (235). С. 87–97. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-87-97.
7. Реут А.А., Биглова А.Р. Интродукция представителей рода *Lilium* L. на Южном Урале // Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов: сб. ст. VIII всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. Волгоград, 2018. С. 49–53.
8. Seed priming with endophytic *Bacillus subtilis* strain-specifically improves growth of *Phaseolus vulgaris* plants under normal and salinity conditions and exerts anti-stress effect through induced lignin deposition in roots and decreased oxidative and osmotic damages / O. Lastochkina [et al.] // Journal of Plant Physiology. 2021. № 263 (153462). P. 1–10.
9. Effects of *Bacillus subtilis* on some physiological and biochemical parameters of *Triticum aestivum* L. (wheat) under salinity / O. Lastochkina [et al.] // Plant physiology and biochemistry. 2017. V. 121. P. 80–88.
10. Черемушкина В.А., Барсукова И.Н. Ритм сезонного развития и малый жизненный цикл *Prunella vulgaris* L. (*Lamiaceae*) в Хакасии // Журнал Сибирского федерального университета. Сер. Биология. 2020. Т. 13, № 1. С. 94–108.
11. Ефимов С.В. Комплексное изучение и оценка морфологических признаков пиона (*Paeonia* L.) при интродукции // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». 2014. Т. 27 (66), № 5. С. 47–62.
12. Методы изучения ценопопуляций цветковых растений: учеб.-метод. пособие / А.С. Кашин [и др.]. Саратов, 2015. 127 с.
3. Vlot A.C., Dempsey D.A., Klessig D.F. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease // Annu. Rev. Phytopatol. 2009. V. 47. P. 177. DOI: 10.1146/annurev.phyto.050908.135202.
4. Bucanec P.A., Shugaeva N.A., Shugaev A.G. Vliyanie melatonina i salicilovoj kisloty na generaciyu AFK mitohondriyami semyadolej lyupina // Fiziologiya rastenij. 2021. T. 68, № 4. S. 421–429. DOI: 10.31857/S0015330321040035.
5. Reut A.A., Mironova L.N. K voprosu povyshe-niya produktivnosti predstavitelej roda *Hosta* Tratt. pri kul'tivirovanii v Bashkirskom Predural'e // Agrarnaya Rossiya. 2014. № 7. S. 6–12.
6. Reut A.A., Allayarova I.N., Biglova A.R. Vliyanie stimulyatora rosta na biologo-morfologicheskie parametry mnogoletnih travyanistykh rastenij // Agrarnyj vestnik Urala. 2023. № 6 (235). S. 87–97. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-87-97.
7. Reut A.A., Biglova A.R. Introdukcija predstavitelej roda *Lilium* L. na Yuzhnom Urale // Izuchenie, sohranenie i vosstanovlenie estestvennykh landshaftov: sb. st. VIII vseros. s mezhdunar. uchastiem nauch.-prakt. konf. Volgograd, 2018. S. 49–53.
8. Seed priming with endophytic *Bacillus subtilis* strain-specifically improves growth of *Phaseolus vulgaris* plants under normal and salinity conditions and exerts anti-stress effect through induced lignin deposition in roots and decreased oxidative and osmotic damages / O. Lastochkina [et al.] // Journal of Plant Physiology. 2021. № 263 (153462). P. 1–10.
9. Effects of *Bacillus subtilis* on some physiological and biochemical parameters of *Triticum aestivum* L. (wheat) under salinity / O. Lastochkina [et al.] // Plant physiology and biochemistry. 2017. V. 121. P. 80–88.
10. Cheremushkina V.A., Barsukova I.N. Ritm sezonnogo razvitiya i malyj zhiznennyj cikl *Prunella vulgaris* L. (*Lamiaceae*) v Hakasii // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Ser. Biologiya. 2020. T. 13, № 1. S. 94–108.
11. Efimov S.V. Kompleksnoe izuchenie i ocenka morfologicheskikh priznakov piona (*Paeonia* L.) pri introdukcii // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Ser. «Biologiya, himiya». 2014. T. 27 (66), № 5. S. 47–62.
12. Metody izucheniya cenopopulyacij cvetkovykh rastenij: ucheb.-metod. posobie / A.S. Kashin [i dr.]. Saratov, 2015. 127 s.

### References

1. Tarabukina N.P., Stepanova A.M., Neustroev M.M. Perspektivnost' ispol'zovaniya ptich'ego pometa dlya bioremediacii zagryaznennykh neft'yu merzlotnykh pochv // Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i `ekologii. 2015. № 3 (15). S. 85–87.
2. Vliyanie svetovykh rezhimov v kombinacii s bakteriyami (*Bacillus subtilis* 10-4) na dekorativnost' lilij / A.A. Reut [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 3 (192). S. 19–26. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-19-26.
3. Vlot A.C., Dempsey D.A., Klessig D.F. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease // Annu. Rev. Phytopatol. 2009. V. 47. P. 177. DOI: 10.1146/annurev.phyto.050908.135202.
4. Bucanec P.A., Shugaeva N.A., Shugaev A.G. Vliyanie melatonina i salicilovoj kisloty na generaciyu AFK mitohondriyami semyadolej lyupina // Fiziologiya rastenij. 2021. T. 68, № 4. S. 421–429. DOI: 10.31857/S0015330321040035.
5. Reut A.A., Mironova L.N. K voprosu povyshe-niya produktivnosti predstavitelej roda *Hosta* Tratt. pri kul'tivirovanii v Bashkirskom Predural'e // Agrarnaya Rossiya. 2014. № 7. S. 6–12.
6. Reut A.A., Allayarova I.N., Biglova A.R. Vliyanie stimulyatora rosta na biologo-morfologicheskie parametry mnogoletnih travyanistykh rastenij // Agrarnyj vestnik Urala. 2023. № 6 (235). S. 87–97. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-87-97.
7. Reut A.A., Biglova A.R. Introdukcija predstavitelej roda *Lilium* L. na Yuzhnom Urale // Izuchenie, sohranenie i vosstanovlenie estestvennykh landshaftov: sb. st. VIII vseros. s mezhdunar. uchastiem nauch.-prakt. konf. Volgograd, 2018. S. 49–53.
8. Seed priming with endophytic *Bacillus subtilis* strain-specifically improves growth of *Phaseolus vulgaris* plants under normal and salinity conditions and exerts anti-stress effect through induced lignin deposition in roots and decreased oxidative and osmotic damages / O. Lastochkina [et al.] // Journal of Plant Physiology. 2021. № 263 (153462). P. 1–10.
9. Effects of *Bacillus subtilis* on some physiological and biochemical parameters of *Triticum aestivum* L. (wheat) under salinity / O. Lastochkina [et al.] // Plant physiology and biochemistry. 2017. V. 121. P. 80–88.
10. Cheremushkina V.A., Barsukova I.N. Ritm sezonnogo razvitiya i malyj zhiznennyj cikl *Prunella vulgaris* L. (*Lamiaceae*) v Hakasii // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Ser. Biologiya. 2020. T. 13, № 1. S. 94–108.
11. Efimov S.V. Kompleksnoe izuchenie i ocenka morfologicheskikh priznakov piona (*Paeonia* L.) pri introdukcii // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Ser. «Biologiya, himiya». 2014. T. 27 (66), № 5. S. 47–62.
12. Metody izucheniya cenopopulyacij cvetkovykh rastenij: ucheb.-metod. posobie / A.S. Kashin [i dr.]. Saratov, 2015. 127 s.

Статья принята к публикации 13.05.2024 / The article accepted for publication 13.05.2024.

Информация об авторах:

**Антонина Анатольевна Реут**<sup>1</sup>, ведущий научный сотрудник лаборатории цветоводства и селекции, кандидат биологических наук

**Ирина Нагимовна Аллаярова**<sup>2</sup>, младший научный сотрудник лаборатории цветоводства и селекции, кандидат биологических наук

**Айгуль Радиковна Биглова**<sup>3</sup>, младший научный сотрудник лаборатории цветоводства и селекции

**Оксана Владимировна Ласточкина**<sup>4</sup>, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией молекулярных механизмов устойчивости растений к стрессам, кандидат биологических наук

Information about the authors:

**Antonina Anatolyevna Reut**<sup>1</sup>, Leading Researcher, Laboratory of Floriculture and Selection, Candidate of Biological Sciences

**Irina Nagimovna Allayarova**<sup>2</sup>, Junior Researcher, Laboratory of Floriculture and Selection, Candidate of Biological Sciences

**Aigul Radikovna Biglova**<sup>3</sup>, Junior Researcher, Laboratory of Floriculture and Selection

**Oksana Vladimirovna Lastochkina**<sup>4</sup>, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Molecular Mechanisms of Plant Stress Resistance, Candidate of Biological Sciences

