

Антонина Анатольевна Реут^{1✉}, Айгуль Радиковна Биглова², Ирина Нагимовна Аллаярова³, Оксана Владимировна Ласточкина⁴

^{1,2,3}Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Республика Башкортостан, Россия

⁴Институт биохимии и генетики Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Республика Башкортостан, Россия

¹cvetok.79@mail.ru

²ajgul.biglova@mail.ru

³Allayarowalrina@yandex.ru

⁴cvetok.79@mail.ru

ВЛИЯНИЕ СВЕТОВЫХ РЕЖИМОВ В КОМБИНАЦИИ С БАКТЕРИЯМИ (*BACILLUS SUBTILIS* 10-4) НА ДЕКОРАТИВНОСТЬ ЛИЛИЙ

Цель исследования – изучение эффективности действия разных световых спектров на декоративные качества *Lilium×hybrida* ‘Trendy Savannah’, инокулированных штаммами эндофитных бактерий *Bacillus subtilis* 10-4, в условиях закрытого пространства. Опытные культуры произрастали в пяти боксах (1,5×1,5 м), из которых четыре были оснащены светодиодными лампами со следующими световыми режимами: красный (условное обозначение R) – длина волны 660 нм; белый (W) – 35 % синий (400–500 нм), 49 % средний (500–600 нм), 16 % красный (600–700 нм); синий (B) – длина волны 460 нм; красный + синий (R + B) – 70 % красный (600–700 нм), 30 % синий (460 нм). Пятый бокс являлся контрольным вариантом с лампами дневного света (Day L). Выявлена специфичность в формировании вегетативных и генеративных органов культивара, а также в цикле сезонного развития в зависимости от вариантов освещения. Самое раннее – начало бутонизации и фазы цветения, наиболее длительный период цветения – в варианте с использованием бактерий в синем спектре света. Анализ динамики роста позволил выделить группы с различной интенсивностью роста в разные периоды вегетации: в фазе бутонизации – с одним и двумя пиками роста; в фазе цветения – с тремя пиками роста. При оценке декоративных качеств лилий по 100-балльной шкале максимальное количество баллов набрали варианты опыта с использованием синего и красного спектров в сочетании с бактериями. Обработка бактериями оказала положительное влияние на размер цветка, показатели соцветия (размер, форма, количество цветков, плотность и правильность расположения цветков), обилие и длительность цветения почти во всех вариантах. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали, что наибольшая сила влияния фактора «световой режим» выявлена для следующих показателей: ширина внутренних лепестков цветка и общее количество цветков. Для получения высокодекоративного материала лилий в условиях закрытого помещения наиболее перспективно использовать красный + синий световой спектр в комбинации со штаммами бактерий *B. subtilis* 10-4.

Ключевые слова: лилия, светодиодные лампы, световой спектр, светокультура, эндофитные бактерии, декоративные признаки

Для цитирования: Влияние световых режимов в комбинации с бактериями (*Bacillus subtilis* 10-4) на декоративность лилий / А.А. Реут [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 3. С. 19–26. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-19-26.

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 № FMRS-2022-0072 и частично в рамках государственного задания ИБГ УФИЦ РАН по теме № AAAA-A21-121011990120-7.

Antonina Anatolyevna Reut¹, **Aigul Radikovna Biglova²**, **Irina Nagimovna Allayarova³**,
Oksana Vladimirovna Lastochkina⁴

^{1,2,3}South Ural Botanical Garden-Institute – a separate structural subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

⁴Institute of Biochemistry and Genetics, Ufa Federal Research Center RAS, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

¹cvetok.79@mail.ru

²ajgul.biglova@mail.ru

³Allayarowalrina@yandex.ru

⁴cvetok.79@mail.ru

INFLUENCE OF LIGHT REGIMES IN COMBINATION WITH BACTERIA (*BACILLUS SUBTILIS* 10-4) ON THE *LILIUM* DECORATIVE QUALITIES

The purpose of research is to study the effectiveness of the action of different light spectra on the decorative qualities of Lilium×hybrid 'Trendy Savannah', inoculated with strains of endophytic bacteria Bacillus subtilis 10-4, in an enclosed space. Experimental cultures grew in five boxes (1.5 × 1.5 m), four of which were equipped with LED lamps with the following light modes: red (symbol R) – wavelength 660 nm; white (W) – 35 % blue (400–500 nm), 49 % medium (500–600 nm), 16 % red (600–700 nm); blue (B) – wavelength 460 nm; red + blue (R + B) – 70 % red (600–700 nm), 30 % blue (460 nm). The fifth box was the control variant with fluorescent lamps (Day L). The specificity in the formation of the vegetative and generative organs of the cultivar, as well as in the cycle of seasonal development, depending on the lighting options, was revealed. The earliest is the beginning of budding and the flowering phase, the longest flowering period is in the variant using bacteria in the blue light spectrum. An analysis of the growth dynamics made it possible to identify groups with different growth rates in different periods of vegetation: in the budding phase, with one and two growth peaks; in the flowering phase – with three peaks of growth. When assessing the decorative qualities of liliun on a 100-point scale, the maximum number of points was scored by the experimental variants using the blue and red spectra in combination with bacteria. Treatment with bacteria had a positive effect on flower size, inflorescence indicators (size, shape, number of flowers, density and regularity of flowers), abundance and duration of flowering in almost all variants. The results of a two-way analysis of variance showed that the greatest influence of the "light regime" factor was revealed for the following indicators: the width of the inner petals of the flower and the total number of flowers. To obtain a highly decorative lily material in indoor conditions, it is most promising to use the red + blue light spectrum in combination with B. subtilis 10-4 bacterial strains.

Keywords: *Lilium*, LED lamps, light spectrum, light culture, endophytic bacteria, decorative features

For citation: Influence of light regimes in combination with bacteria (*Bacillus subtilis* 10-4) on the *Lilium* decorative qualities / A.A. Reut [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(3): 19–26. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-19-26.

Acknowledgments: the work has been carried out under the Program of Basic Research 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 task of the SUBGI UFRC RAS on topic No. FMRS-2022-0072 and partly within the framework of the state task of the IBG UFRC RAS on topic No. AAAA-A21-121011990120-7.

Введение. Выгонка луковичных культиваров в защищенном грунте в течение всего года занимает одно из ведущих мест в производстве цветочной продукции [1]. Благодаря высокой декоративности лилии достаточно популярны и широко распространены при выращивании в зимне-весенний период. Однако в это время (с января по март) качество получаемого срезочного материала может быть сильно ухудшено (удлинение стебля, бледная окраска листьев, отсутствие цветения). Для полноценного роста и развития растений самым главным абиотическим фактором является солнечный свет, но иногда и его бывает недостаточно [2]. В этом случае для дополнительного освещения необходимо использовать источники искусственного света. В этом плане особый интерес представляют светодиоды, которые характеризуются высокой эффективностью излучения, длительностью срока службы, компактными размерами, низкой температурой, узким диапазоном спектра и технической надежностью [3]. Итоги современных исследований по светокультуре могут быть использованы в понимании особенностей влияния разных световых спектров на культивары, а также применяться при выгонке луковичных растений в условиях теплиц и оранжерей [4].

Опыт указывает на необходимость более широкого применения средств защиты и новых форм биологических удобрений. В последнее время в современных исследованиях ученые используют биопрепараты, созданные на основе бактерий. Они образуют споры, которые долго сохраняют жизнеспособность и являются устойчивыми к различным повреждениям [5]. В этом плане повышенное внимание представляют *Bacillus subtilis*, которые в течение всего вегетационного периода могут влиять на метаболизм растений-хозяев в результате колонизации их тканей [6].

Согласно литературным данным, исследования по выявлению влияния оптимальных источников освещения в комбинации с полезными рост-стимулирующими бактериями на ускорение роста и развития, а также повышение декоративности цветочных культур на данный момент не проведены, поэтому являются особенно актуальными.

Цель исследования – изучение эффективности действия разных световых спектров на декоративные качества *Lilium × hybrida* 'Trendy Savannah', инокулированных штаммами эндо-

фитных бактерий *Bacillus subtilis* 10-4, в условиях закрытого пространства.

Объекты и методы. Объектом исследования является многолетнее декоративное луковичное растение *Lilium × hybrida* 'Trendy Savannah'. Сорт неприхотлив, подходит для выращивания в контейнерах и горшках [7].

Исследования по выращиванию лилий под светодиодными излучателями проводили в закрытом помещении в 2021–2022 гг. Опытные культуры произрастали в пяти боксах (1,5 × 1,5 м), из которых четыре были оснащены светодиодными лампами со следующими световыми режимами: красный (условное обозначение R) – длина волны 660 нм; белый (W) – 35 % синий (400–500 нм), 49 % средний (500–600 нм), 16 % красный (600–700 нм); синий (B) – длина волны 460 нм; красный + синий (R + B) – 70 % красный (600–700 нм), 30 % синий (460 нм). Пятый бокс являлся контрольным вариантом с лампами дневного света (Day L).

Свет обеспечивали светодиодные модули (LED). Спектры мониторили с помощью люксметра Sekonic. В боксах интенсивность света составляла $250 \pm 10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Во время проведения опыта поддерживали специальные контролируемые условия: относительная влажность воздуха – $50 \pm 5 \%$, температура воздуха – $22 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$, фотопериод – 16-часовой.

Динамику роста определяли путем измерения высоты растений каждые 7 дней. В период от появления всходов до первого цветения отмечали количество и размеры листьев, высоту и толщину побегов при помощи цифрового штангенциркуля «Эталон». Математическую обработку данных проводили по стандартной методике [8] с применением программ MS Excel, Statistica 10 Agros 2.13. Декоративные признаки оценивали по методике госсортоиспытания [9]. В уточнении окраски соцветий использовали цветовую шкалу Королевского общества садоводов (RHS). Плотность соцветия находили по соотношению числа одновременно цветущих цветков в соцветии на длину цветоноса в соответствии с методикой А.С. Кашина [10].

Луковицы лилий в опытных вариантах перед посадкой замачивали в растворе с *Bacillus subtilis* 10-4 (10^5 КОЕ/мл) (Bs), в контрольном (К) – в воде, с продолжительностью 30 мин. Подготовленные луковицы высаживали в контейнеры с торфогрунтом и помещали в боксы с разными спектрами света. Ниже представлена расшифровка

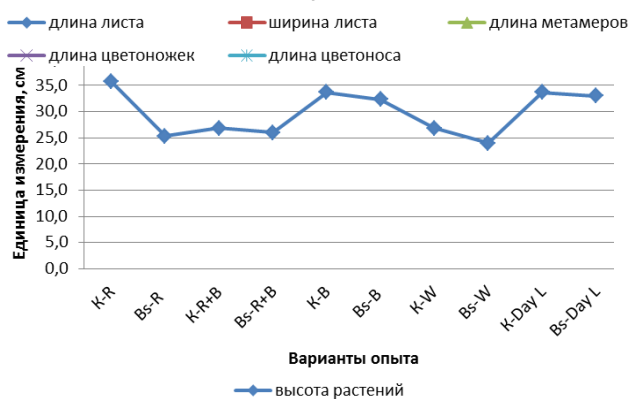
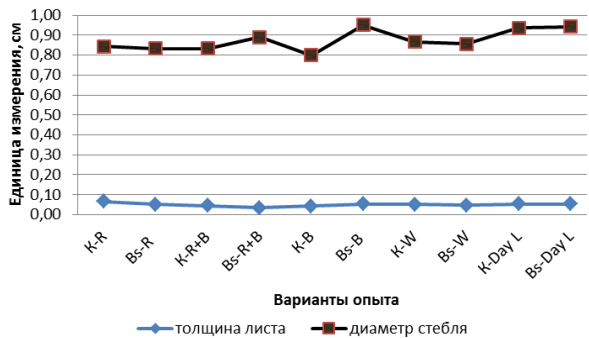
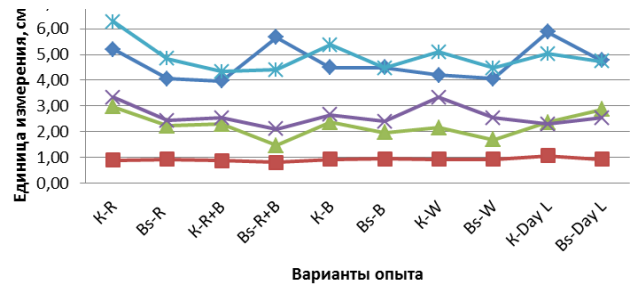
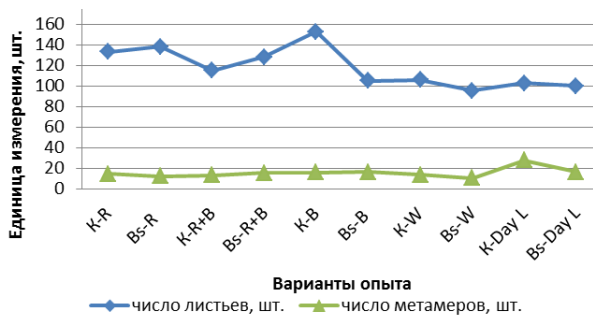
вариантов опытов: «K-R» – необработанные луковицы (контроль), красный спектр; «Bs-R» – обработанные луковицы (бактерии), красный спектр; «K-W» – контроль, белый спектр; «Bs-W» – бактерии, белый спектр; «K-B» – контроль, синий спектр; «Bs-B» – бактерии, синий спектр; «K-R+B» – контроль, красный + синий спектры; «Bs-R+B» – бактерии, красный + синий спектры; «K-Day L» – контроль, дневной свет; «Bs-Day L» – бактерии, дневной свет.

Результаты и их обсуждение. По результатам наблюдений за сезонным ритмом развития выявлено, что отрастание луковиц начинается через 6 сут после посадки (28.03 ± 2). Во всех вариантах опыта растения достигли генеративной фазы, за исключением «K-Day L». Самый короткий период от отрастания до начала цветения наблюдался в варианте «Bs-B» (29 сут); самый продолжительный – в «Bs-Day L» и «Bs-W» (43 сут). В остальных случаях этот период составил от 36 до 40 сут. Самое раннее начало бутонизации отмечено в вариантах

«K-R+B» и «Bs-B» (05.04 ± 2), самое позднее – в «Bs-Day L» (19.04 ± 2); в остальных – 12.04 ± 2 . Самое раннее наступление фазы цветения отмечено в варианте «Bs-B» (26.04 ± 2); самое позднее – в «K-W» и «Bs-Day L» (10.05 ± 1). Продолжительность фазы цветения составляла: 7–10 суток в «K-W», «Bs-Day L», «K-R», «Bs-R+B» и «Bs-W»; 13–14 сут – в «Bs-R», «K-R+B» и «K-B»; 17 сут – в «Bs-B».

В результате анализа динамики роста выделили группы с различной интенсивностью прироста в разные периоды вегетации: в фазе бутонизации – с одним пиком роста («K-R», «K-R+B», «K-W», «K-Day L» и «Bs-Day L»); с двумя пиками роста («Bs-R», «K-B», «Bs-B» и «Bs-W»); в фазе цветения – с тремя пиками роста («Bs-R+B»).

Максимальная высота растений отмечена в варианте «K-R» ($36,3 \pm 2,3$ см), минимальная – в «Bs-W» ($23,8 \pm 4,9$). Обнаружено, что в контрольных версиях показатели по высоте растений лучше, чем при обработке бактериями (рис.).



Некоторые морфометрические показатели лилий в разных спектрах света (средние значения по годам): K – контрольный вариант опыта; Bs – варианты с бактерией; R – красный спектр света; B – синий спектр; W – белый спектр; Day L – естественное освещение

Наибольшее количество листьев ($152,6 \pm 13,7$ шт.) и их прирост ($90 \pm 2,1$ шт.) наблюдали в варианте «K-B», наименьшее – в «Bs-W» ($95,6 \pm 14,3$ и $35,5 \pm 1,2$ шт. соответственно). Выявлено, что обработка луковиц *B. subtilis* 10-4

увеличила количество листьев и их прирост в боксах с красным, красным + синим световыми спектрами и при естественном освещении (см. рис.).

Наибольшую длину листа наблюдали в опыте «K-Day L» ($5,9 \pm 0,1$ см), наименьшую – в «K-R+V» ($3,9 \pm 0,1$ см). Выявлено, что в варианте «K-B» листовые пластины короче, чем в «K-R», что подтверждается данными В.И. Маляровской [11]. В боксе с синим излучением длина листьев каждого варианта одинакова ($4,5 \pm 0,3$ см), но прирост больше у обработанных луковиц (см. рис.). В белом спектре максимальный прирост имеет одинаковые значения ($3,3$ см), но длина листьев больше в контрольном варианте. Таким образом, обработка луковиц бактериями положительно повлияла на длину листьев только в варианте «R+V».

Самые широкие листья наблюдали в варианте «K-Day L» ($1,0 \pm 0,1$ см), самые узкие листья – в «Bs-R+V» ($0,8 \pm 0,1$ см). На показатель «ширина листа» обработка бактериями не оказала положительного влияния. Толщина листа варьировала от $0,3$ («Bs-R+V» в период бутонизации) до $0,6$ мм («K-R» в фазе отрастания). Обработка луковиц бактериями повысила показатели толщины листа только в синем световом спектре.

Выявлено, что обработка луковиц *B. Subtilis* 10-4 положительно повлияла на число метамеров и диаметр стебля в синем и красном + синем световых спектрах. Наибольшее число метамеров наблюдали в «K-Day L» в период отрастания ($28 \pm 2,5$ шт.), наименьшее – в «Bs-W» в начале фазы бутонизации ($10,7 \pm 2,4$ шт.). Диаметр стебля варьировал от $0,8$ («K-R», «Bs-R», «K-R+V», «K-B») до $0,9$ см («Bs-R+V», «Bs-B», «K-W», «Bs-W», «Bs-Day L» и «K-Day L»).

Максимальная длина метамеров отмечена в варианте «K-R» ($3 \pm 0,1$ см), минимальная – в «Bs-R+V» ($1,5 \pm 0,1$ см). Положительное влияние бактерий на этот параметр обнаружено только при естественном освещении.

Наиболее длинный цветонос отмечен в конце фазы бутонизации в варианте «K-R» ($6,3 \pm 0,4$ см), самый короткий – в «Bs-R+V» в этой же фазе ($4,1 \pm 0,3$ см). Максимальный его прирост в сутки наблюдали в фазе бутонизации, и он колебался от $0,2$ («Bs-W») до $0,5$ см («Bs-Day L»). Выявлено, что в вариантах опыта с использованием бактерий рост цветоноса замедлялся.

Самые длинные цветоножки наблюдали в конце фазы бутонизации в варианте «K-R» ($3,4 \pm 0,2$ см), самые короткие – в «Bs-R+V» в эту же фазу ($2,1 \pm 0,1$ см). Максимальный их прирост в сутки в фазе бутонизации составил $0,3$ см («K-W»), минимальный – $0,1$ см («Bs-R+V», «Bs-W», «Bs-B»). Положительное влияние бактерий на длину цветоно-

жек обнаружено только при естественном освещении.

Максимальную высоту цветка наблюдали в варианте «K-R+V» ($9,3 \pm 1,3$ см), минимальную – в «Bs-R+V» ($6,5 \pm 0,3$ см). Положительное влияние бактерий на этот параметр обнаружено в красном спектре и при естественном освещении.

Во всех вариантах опыта длина внешних лепестков больше, чем внутренних; ширина, наоборот, больше у внутренних лепестков. Самый длинный и широкий внешний лепесток был характерен цветкам в варианте «K-R» ($9,1 \pm 0,2$ и $3,2 \pm 0,2$ см соответственно), самый короткий – в «Bs-B» ($8,1 \pm 0,1$ и $2,6 \pm 0,1$ см). Длина внутренних лепестков варьировала от $7,7$ («Bs-B») до $8,9$ см («Bs-Day L»), ширина – от $3,1$ («Bs-B») до $3,9$ см («Bs-R+V» и «K-W»). Положительное влияние бактерий на эти параметры выявлено только при естественном освещении, так как растения в контрольном варианте, не обработанные бактериями, завязали бутоны, но не достигли фазы цветения.

Максимальное количество бутонов было сформировано в варианте «Bs-Day L» ($8,7 \pm 0,9$ шт.), минимальное – в «Bs-W» ($5,3 \pm 1,2$ шт.). Таким образом, бактерии положительно повлияли на число бутонов только при естественном освещении.

Наибольшее общее количество цветков наблюдали в варианте «Bs-B» ($3,3 \pm 0,7$ шт.), наименьшее – в «Bs-Day L» ($0,3$ шт.). Следовательно, бактерии положительно повлияли на данный параметр при синем и естественном освещении. Количество одновременно цветущих цветков на цветоносе варьировало от $0,3$ («Bs-Day L») до 2 шт. («Bs-R+V»). Соответственно наибольшая плотность соцветия отмечена в варианте «Bs-R+V» ($0,45$ шт/см), наименьшая – в «Bs-Day L» ($0,07$ шт/см). Во всех вариантах опыта обработка бактериями повысила плотность соцветия, исключение составили образцы в красном световом спектре.

Наибольший диаметр цветка наблюдали в вариантах «K-B» ($13,8 \pm 0,2$ см) и «Bs-Day L» ($13,7 \pm 0,4$ см), наименьший – в «K-R+V» ($10,7 \pm 0,7$ см). Положительное влияние бактерий на данный признак проявляется при красном, красном + синем и естественном освещении.

Продуктивность цветения оценивали по проценту раскрывшихся цветков от общего количества бутонов. Наибольшую продуктивность цветения наблюдали в варианте «Bs-B» (56 %),

наименьшую – в «Bs-Day L» (4 %). Установлено, что обработка бактериями повышает продуктивность цветения в синем и красном световых спектрах, а также при естественном освещении, по сравнению с контролем.

Выявлено, что при естественном освещении окраска долей околоцветника снаружи (фиолетовый – Purple 75B) отличается от окраски внутри (красно-фиолетовый – Red-Purple 68C), тогда как в изучаемых световых спектрах окраска внутренних долей на один тон ярче, чем окраска внешних.

Во всех вариантах опыта доли околоцветника снаружи и внутри под влиянием красного и красного + синего спектров окрашиваются в серо-фиолетовый цвет; под влиянием белого спектра – в красно-фиолетовый; под влиянием синего спектра в контрольном варианте – в красно-фиолетовый, а при обработке бактериями – в серо-фиолетовый. Следовательно, бактерии оказали влияние на окраску долей околоцветника при синем свете.

При оценке декоративных качеств лилий по 100-балльной шкале максимальное количество баллов набрали варианты «Bs-B» (88 баллов), «K-R» (90 баллов) и «Bs-R+B» (95 баллов).

Обработка бактериями оказала положительное влияние на размер цветка, показатели соцветия (размер, форма, количество цветков, плотность и правильность расположения цветков), обилие и длительность цветения во всех вариантах, за исключением варианта «Bs-R».

Таким образом, выявлено, что для получения высокодекоративного материала наиболее перспективно использовать вариант «Bs-R+B». Полученные результаты полностью согласуются с данными, представленными в работах ряда авторов [1, 12].

Оценка изменчивости морфометрических параметров проведена методом двухфакторного дисперсионного анализа. В качестве первого фактора (A) использовали *B. subtilis* 10-4, в качестве второго (B) – разные световые режимы. Дисперсионный анализ показал, что влияние фактора A значимо для высоты растений и цветка; длины метамеров, цветоножек и цветоноса; длины и ширины внешних лепестков; длины внутренних лепестков. Доля дисперсии признаков варьирует от 7,7 до 21,5 %. Влияние фактора A на остальные параметры не является статистически значимым.

Влияние фактора B значимо для высоты растений и цветка; количества листьев и метамеров; длины метамеров; длины и ширины внешних лепестков; длины и ширины внутренних лепестков; диаметра цветков; общего количества цветков. Доля дисперсии варьирует от 26,3 до 62,2 %. Влияние фактора B на остальные параметры не является статистически значимым.

Совместное воздействие факторов (A × B) значимо для высоты цветка и их количества. Доля дисперсии варьирует от 28,9 до 32,9 %. Общее влияние факторов A × B на остальные параметры не является статистически значимым.

Заключение. На основе проведенного исследования выявлено, что использование светодиодных излучателей разного спектра света, а также обработка луковиц лилий эндофитными бактериями имеют прямое влияние на рост и развитие растений. Показано, что самое раннее начало бутонизации и фазы цветения, а также наиболее длительный период цветения отмечены в варианте «Bs-B».

Выявлено, что *B. subtilis* 10-4 по-разному проявляет свое действие на биометрические характеристики *Lilium×hybrida* 'Trendy Savannah' в разных световых спектрах. Так, в красном, красном + синем спектрах и при естественном освещении обработка луковиц бактериями увеличила параметры «количество листьев» и их прирост. В синем спектре наблюдали наибольшую толщину листа; в красном + синем – длину листа; в синем и красном + синем – число метамеров и диаметр стебля; в красном и естественном освещении – высоту растений.

Отмечено, что для получения высокодекоративного материала в условиях закрытого помещения наиболее перспективно применять сочетание красного и синего световых спектров в комбинации с бактерией *B. subtilis* 10-4.

Список источников

1. Влияние узкоспектрального света в сочетании с предпосадочной обработкой луковиц тюльпана «Фитоспорином» на качество при зимне-весенней выгонке тюльпанов / В.В. Кондратьева [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2021. № 8 (173). С. 74–79. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-8-74-79.
2. Влияние искусственного солнечного света на рост и развитие растений-регенерантов

- Solanum tuberosum* / Е.П. Субботин [и др.] // Turczaninowia. 2018. № 21 (2). С. 32–39. DOI: 10.14258/turczaninowia.21.2.4.
3. Effects of growth under different light spectra on the subsequent high light tolerance in rose plants / L. Bayat [et al.] // AoB PLANTS. 2018. № 10. P. 52. DOI: 10.1093/aobpla/ply052.
 4. Оценка влияния факторов световой среды на эффективность выращивания рассады томата / А.Е. Маркова [и др.] // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2020. № 1 (102). С. 23–34. DOI: 10.24411/0131-5226-2020-10224.
 5. Фосфат-мобилизующая активность эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* и их влияние на степень микоризации корней пшеницы / А.А. Егоршина [и др.] // Журнал Сибирского федерального университета. Сер. «Биология». 2011. № 2 (4). С. 172–182.
 6. Plant growth-promoting bacteria: biotic strategy to cope with abiotic stresses in wheat / O. Lastochkina [et al.] // Wheat production in changing environments. 2019. P. 579–614. DOI: 10.1007/2F978-981-13-6883-7_23.
 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. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 9. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. М.: МСХ РСФСР, 1960. 182 с.
 10. Методы изучения ценопопуляций цветковых растений: учеб.-метод. пособие / А.С. Кашин [и др.]. Саратов, 2015. 127 с.
 11. Влияние спектрального состава света на рост и развитие *Lilium caucasicum* в условиях культуры *in vitro* / В.И. Маляровская [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 94. С. 1016–1026.
 12. Akbarian B., Matloobi M., Mahna N. Effects of LED light on seed emergence and seedling quality of four bedding flowers // Journal of Ornamental plants. 2016. Vol. 6. P. 115–123. ISSN (Online): 2251–6441.

References

1. Vliyanie uzkospektral'nogo sveta v sochetanii s predposadochnoj obrabotkoj lukovic tyul'pana «Fitosporinom» na kachestvo pri zimnevesennej vygonke tyul'panov / V.V. Kondrat'eva [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2021. № 8 (173). S. 74–79. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-8-74-79.
2. Vliyanie iskusstvennogo solnechnogo sveta na rost i razvitie rastenij-regenerantov *Solanum tuberosum* / E.P. Subbotin [i dr.] // Turczaninowia. 2018. № 21 (2). S. 32–39. DOI: 10.14258/turczaninowia.21.2.4.
3. Effects of growth under different light spectra on the subsequent high light tolerance in rose plants / L. Bayat [et al.] // AoB PLANTS. 2018. № 10. P. 52. DOI: 10.1093/aobpla/ply052.
4. Ocenka vliyanija faktorov svetovoj sredy na `effektivnost' vyraschivaniya rassady tomata / A.E. Markova [i dr.] // Tehnologii i tehicheskie sredstva mehanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva. 2020. № 1 (102). S. 23–34. DOI: 10.24411/0131-5226-2020-10224.
5. Fosfat-mobilizuyuschaya aktivnost' `endofitnyh shtammov *Bacillus subtilis* i ih vliyanie na stepen' mikorizacii kornej pshenicy / A.A. Egorshina [i dr.] // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Ser. «Biologiya». 2011. № 2 (4). S. 172–182.
6. Plant growth-promoting bacteria: biotic strategy to cope with abiotic stresses in wheat / O. Lastochkina [et al.] // Wheat production in changing environments. 2019. P. 579–614. DOI: 10.1007/2F978-981-13-6883-7_23.
7. Reut A.A., Biglova A.R. Introdukciya predstavitelej roda *Lilium* L. na Yuzhnom Urale // Izuchenie, sohranenie i vosstanovlenie estestvennyh landshaftov: sb. st. VIII vseros. s mezhdunar. uchastiem nauch.-prakt. konf. Volgograd, 2018. S. 49–53.
8. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya dekorativnyh kul'tur. M.: MSH RSFSR, 1960. 182 s.

10. Metody izucheniya cenopopulyacij cvetkovykh rasteniy: ucheb.-metod. posobie / A.S. Kashin [i dr.]. Saratov, 2015. 127 s.
11. Vliyaniye spektral'nogo sostava sveta na rost i razvitiye *Lilium caucasicum* v usloviyah kul'tury *in vitro* / V.I. Malyarovskaya [i dr.] // Politematicheskij setevoy `elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 94. S. 1016–1026.
12. Akbarian B., Matloobi M., Mahna N. Effects of LED light on seed emergence and seedling quality of four bedding flowers // Journal of Ornamental plants. 2016. Vol. 6. P. 115–123. ISSN (Online): 2251–6441.

Статья принята к публикации 10.03.2023 / The article accepted for publication 10.0.2023.

Информация об авторах:

Антонина Анатольевна Реут¹, ведущий научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений, кандидат биологических наук

Айгуль Радиковна Биглова², инженер I категории лаборатории интродукции и селекции цветочных растений

Ирина Нагимовна Аллаярова³, младший научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений, кандидат биологических наук

Оксана Владимировна Ласточкина⁴, старший научный сотрудник лаборатории молекулярных механизмов устойчивости растений к стрессам, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Antonina Anatolyevna Reut¹, Leading Researcher, Laboratory of Introduction and Breeding of Flower Plants, Candidate of Biological Sciences

Aigul Radikovna Biglova², Engineer of the 1st category at the Laboratory of Introduction and Selection of Flower Plants

Irina Nagimovna Allayarova³, Junior Researcher, Laboratory of Introduction and Breeding of Flower Plants, Candidate of Biological Sciences

Oksana Vladimirovna Lastochkina⁴, Senior Researcher, Laboratory of Molecular Mechanisms of Plant Stress Resistance, Candidate of Biological Sciences

