

Вера Валентиновна Кондратьева

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и иммунитета растений, кандидат биологических наук, Москва, Россия

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Татьяна Владимировна Воронкова

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и иммунитета растений, кандидат биологических наук, Москва, Россия

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Мария Владимировна Семенова

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, научный сотрудник лаборатории физиологии и иммунитета растений, кандидат биологических наук, Москва, Россия

E-mail: sem_ma@mail.ru

Людмила Сергеевна Олехнович

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, младший научный сотрудник лаборатории физиологии и иммунитета растений, Москва, Россия

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Ольга Леонидовна Енина

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, инженер лаборатории физиологии и иммунитета растений, Москва, Россия

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Ольга Владимировна Шелепова

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и иммунитета растений, кандидат биологических наук, Москва, Россия

E-mail: lab-physiol@mail.ru

ВЛИЯНИЕ УЗКОСПЕКТРАЛЬНОГО СВЕТА В СОЧЕТАНИИ С ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ОБРАБОТКОЙ ЛУКОВИЦ ТЮЛЬПАНА «ФИТОСПОРИНОМ» НА КАЧЕСТВО ПРИ ЗИМНЕ-ВЕСЕННЕЙ ВЫГОНКЕ ТЮЛЬПАНОВ

Цель исследования – изучение действия дополнительного освещения узкоспектральным и белым светом от светодиодных панелей в сочетании с предпосевной обработкой луковиц «Фитоспорином» на сроки цветения, качество цветков и продолжительность сохранения декоративных качеств тюльпанов при зимне-весенней выгонке. Выгонку тюльпанов проводили в средней полосе России (Московская область). Объект исследования – тюльпаны класса Триумф, сорт Strong Gold. Досветку проводили в течение шести недель по 8 часов ежедневно (4 часа до восхода солнца и 4 часа после захода). Световой период с учетом досвечивания – 16 часов. Измеряли массу и длину первого листа, массу побега, его длину, длину бутона. После окончания досветки генеративные побеги срезали по вариантам, помещали в сосуды с дистиллированной водой для изучения сохранения декоративных качеств. В сочетании с предпосадочной обработкой луковиц «Фитоспорином» использование светодиодных ламп дало положительный эффект: растения зацвели на неделю раньше контроля, их биометрические характеристики (масса, длина побега и листьев, размер и окраска бутонов) были лучше, а срезанные генеративные побеги дольше сохраняли хорошие декоративные качества по сравнению с контролем (естественное освещение). В варианте с досвечиванием узкоспектральным светом (70 % красный свет, длина волны 630–660 нм и 30 % синий свет, длина волны 440–460 нм) и предпосадочной обработкой «Фитоспорином» длина бутона была больше, чем в контрольном варианте, на 21 %, а масса листа – на 16 %. Использование досветки различного спектрального состава в сочетании с предпосадочной обработкой «Фитоспорином» позволяет не только ускорить цветение, но сохраняет хорошие декоративные качества срезанных цветов тюльпанов в течение 5–7 дней, а также оказывает положительное влияние на размеры и интенсивность окраски цветка.

Ключевые слова: тюльпаны, синий и красный свет, срезанные цветы, светодиодные лампы, «Фитоспорин».

Vera V. Kondratieva

Chief Botanical Garden after N.V. Tsitsin RAS, senior researcher, Laboratory of Plant Physiology and Immunity, candidate of biological sciences, Moscow, Russia

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Tatiana V. Voronkova

Chief Botanical Garden after N.V. Tsitsin RAS, senior researcher, Laboratory of Plant Physiology and Immunity, candidate of biological sciences, Moscow, Russia

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Maria V. Semenova

Chief Botanical Garden after N.V. Tsitsin RAS, researcher, Laboratory of Plant Physiology and Immunity, candidate of biological sciences, Moscow, Russia

E-mail: sem_ma@mail.ru

Lyudmila S. Olekhovich

Chief Botanical Garden after N.V. Tsitsin RAS, junior researcher, Laboratory of Plant Physiology and Immunity, Moscow, Russia

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Olga L. Enina

Chief Botanical Garden after N.V. Tsitsin RAS, engineer at Plant Physiology and Immunity Laboratory, Moscow, Russia

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Olga V. Shelepova

Chief Botanical Garden after N.V. Tsitsin RAS, senior researcher, Laboratory of Plant Physiology and Immunity, candidate of biological sciences, Moscow, Russia

E-mail: lab-physiol@mail.ru

NARROW-SPECTRUM LIGHT IN COMBINATION WITH PHYTOSPORIN TULIP BULBS PRE-PLANTING TREATMENT EFFECT ON WINTER-SPRING TULIPS FORCING QUALITY

The aim of research is to study the effect of additional illumination with narrow-spectrum and white light from LED panels in combination with pre-sowing treatment of bulbs with Fitosporin on the flowering time, flower quality and the duration of preservation of the decorative qualities of tulips during winter-spring forcing. Forcing tulips was carried out in central Russia (Moscow Region). The object of research is tulips of the Triumph class, Strong Gold variety. Additional lighting was carried out for six weeks, 8 hours daily (4 hours before sunrise and 4 hours after sunset). The light period, taking into account additional lighting, is 16 hours. We measured the mass and length of the first leaf, the mass of the shoot, its length, and the length of the bud. After the end of the supplementary lighting, the generative shoots were cut according to the variants and placed in vessels with distilled water to study the preservation of decorative qualities. In combination with the pre-planting treatment of the bulbs with Fitosporin, the use of LED lamps gave a positive effect: the plants bloomed a week earlier than control, their biometric characteristics (weight, length of shoot and leaves, size and color of buds) were better, and cut generative shoots retained good decorative quality versus control (natural light). In the variant with additional illumination with narrow-spectrum light (70% red light, wavelength 630–660 nm and 30 % blue light, wavelength 440–460 nm) and preplant treatment with Fitosporin, the bud length was 21 % longer than in the control variant, and the mass of the leaf – by 16 %. The use of supplementary illumination of various spectral composition in combination with the pre-planting treatment with Fitosporin allows not only to accelerate flowering, but retains good decorative qualities of cut tulip flowers for 5–7 days, and also has a positive effect on the size and color intensity of the flower.

Keywords: tulips, blue and red light, cut flowers, LED lamps, Fitosporin.

Введение. Круглогодичная выгонка декоративных растений в защищенном грунте занимает одно из ведущих мест в производстве цветочной продукции. Тюльпаны являются широко распространенной и популярной культурой защищенного грунта в зимне-весенний период благодаря технологичности и разнообразию гаммы окраски и формы цветка.

Первостепенное значение для высокого качества цветочной продукции имеют не только сортовые особенности растений, но и условия выращивания. Особое внимание здесь следует уделять интенсивности и качественному составу света, а также длительности периода освещения. При зимней выгонке в период с января по март высока вероятность снижения качества цветочной продукции (бледная окраска цветка и листьев, вытягивание стебля). Минимальная освещенность для цветения большинства растений – 960 лк. Ниже этого показателя не формируют полноценных цветков даже луковицы тюльпанов первого разбора [1]. Чтобы избежать слабого окрашивания, нужна досветка 40–60 Вт на 1 м² и продолжительность светового дня не менее 10 часов. В качестве источника освещения в последние годы все чаще используют светодиодные лампы. Помимо экономических преимуществ (энергосбережение, долговечность, быстрая окупаемость) узкоспектральный свет этих ламп меняет направленность и интенсивность основных метаболических процессов в растении, что способствует активации их адаптационного потенциала и формированию протекторных реакций [2, 3]. Преобладание в спектре красного света стимулирует синтез хлорофилла и каротиноидов в листьях, влияет на активирование ферментов углеводного обмена, а синий свет ингибирует вытягивание стебля, снижает количество устьиц [4]. Кроме того, установлено, что красный свет в диапазоне 630–660 нм в сочетании с ультрафиолетовым светом способствуют снижению поражения грибной инфекцией [5]. На тюльпанах паразитирует около 60 видов возбудителей грибных, бактериальных и вирусных болезней луковиц [6]. Для подавления инфекции широко используют предпосадочную обработку луковиц как химическими, так и биологическими препаратами.

Микробиологический препарат «Фитоспорин» защищает растения от бактериальных и грибных болезней. Его основа – сенная палочка – штамм *Bacillus Suctilis* 26D, который в процессе

жизнедеятельности вырабатывает фунгицидные олигопептиды, подавляющие размножение возбудителей многих грибных и бактериальных болезней растений. Препарат обладает высокой экологичностью, но бактерии сенной палочки погибают при ярком солнечном свете из-за избытка УФ-радиации. Использование светодиодных панелей со светом различного спектрального состава поможет не только продлить световой период, но и будет способствовать экологически чистой борьбе с инфекцией. Использование монохромного освещения при выгонке луковичных растений может иметь как положительное, так и негативное влияние на декоративные качества цветка [7]. Мы сочли целесообразным использовать при зимней выгонке тюльпанов сочетание синего и красного света от светодиодных панелей.

Цель исследования. Изучение действия дополнительного освещения узкоспектральным и белым светом от светодиодных панелей в сочетании с предпосевной обработкой луковиц «Фитоспорином» на сроки цветения, качество цветков и продолжительность сохранения декоративных качеств тюльпанов после срезки.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования были тюльпаны из класса Триумф сорта Strong Gold. Выгонку проводили в условиях средней полосы России (Московская область) в поликарбонатной теплице по стандартной девятиградусной технологии. Условия проведения опыта подробно описаны ранее [8]. Пасту «Фитоспорина-М» разводили водой (200 г на 400 мл воды), затем 50 мл концентрата в 300 мл воды и опрыскивали луковицы в опытных вариантах. С середины января ящики с растениями помещали в боксы теплицы с естественным освещением и добавлением досветки светодиодными лампами [8].

Варианты опыта:

1. Естественное освещение.
2. Естественное освещение и досвечивание белым светом.
3. Естественное освещение и досвечивание светодиодной панелью: синий свет – 30 %, красный – 70 %.
4. Предпосадочная обработка луковиц раствором «Фитоспорина» перед посадкой. Выращивание при естественном освещении.
5. Предпосадочная обработка луковиц по 4-му варианту, досвечивание белым светом.

6. Предпосадочная обработка по 4-му варианту, досвечивание светодиодной панелью: синий 30 %, красный – 70 %.

Световой период с учетом досвечивания – 16 часов. После окончания досветки генеративные побеги срезали. Измеряли массу и длину первого листа, массу побега, его длину, длину бутона.

Срезанные побеги по вариантам помещали в сосуды с дистиллированной водой (250 мл) по 10 шт., в трехкратной повторности, ставили их в боксы с естественным освещением (температура 18–20 °С, влажность 70 %) на пять дней. В конце этого срока определяли изменение массы побега и размер цветка (в процентах к исходному), а также долю (%) цветков с хорошими декоративными качествами (упругие ярко окрашенные доли околоцветника без инфильтрации и зеленые листья без признаков инфекции).

При статистической обработке результатов опыта применяли программы Excel и PAST. Оп-

ределяли средние значения показателей (M), стандартные ошибки среднего.

Результаты исследования и их обсуждение. После окончания опыта у растений при естественном освещении (варианты 1 и 4) 70–80 % бутонов были не окрашены, при досветке белым светом (варианты 2 и 5) было окрашено 90–95 % бутонов, а при досветке сочетанием синего и красного света (варианты 3 и 6) – 100 % бутонов. Более раннее наступление фазы цветения согласуется с имеющимися в литературе данными о положительном действии синего и красного света на цветение декоративных и ягодных культур [9, 10]. Биометрические характеристики генеративных побегов также подтверждают положительное действие досветки совместно синего (30 %) и красного (70 %) света на рост и развитие тюльпанов (табл. 1), особенно на размер бутона.

Таблица 1

Характеристики генеративного побега тюльпана после окончания досвечивания

Вариант	Лист		Побег		Бутон	Луковица
	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г
1	23,5±3,1	6,8±0,15	39,8±1,1	23,5±2,1	4,3±0,07	50,01±8,1
2	23,5±2,8	6,9±0,21	37,6±0,8	20,6±1,8	4,8±0,08	43,4±5,8
3	23,7±1,8	7,0±0,18	35,2±0,7	21,3±0,9	5,0±0,6	42,0±6,5
4	25,1±2,6	8,1±0,18	38,4±1,2	22,6±1,9	4,4±0,7	43,8±7,5
5	23,3±1,5	8,3±0,16	38,5±1,5	22,3±1,3	4,8±0,5	40,2±9,3
6	25,7±1,81	7,9±0,14	38,9±2,0	22,9±1,4	5,2±0,9	37,6±8,4

Следует отметить, что при сочетании досвечивания с предпосадочной обработкой луковиц «Фитоспорином» размеры и масса листа были больше, чем без обработки при всех световых режимах. Исходная масса луковиц во всех вариантах была примерно одинаковой – 60–62 г. После окончания опыта масса луковиц тюльпанов в вариантах 1–3 снизилась на 20–30 %, а в вариантах 4–6 с обработкой «Фитоспорином» – на 35–45 %, т.е. запасные вещества в этих вариантах расходовались быстрее. Обмен веществ был интенсивней в вариантах с досветкой. Ускоренный рост рассады декоративных культур при воздействии синего и красного света описан ранее в работах ряда ученых [11, 12]. Биометрические характеристики генеративного побега тюльпана во многом определяют сохранение его декоративных качеств в срезке.

После окончания досветки побеги срезали и помещали в сосуды с водой. На пятый день пребывания в воде декоративные качества срезан-

ных побегов тюльпанов заметно отличались по вариантам (табл. 2). По мере старения растительные ткани срезанных побегов теряют воду и вес снижается. Одной из причин этого является закупорка сосудов ксилемы продуктами жизнедеятельности бактерий и грибов. Для предотвращения этого явления используют ряд химических препаратов, не всегда безопасных для окружающей среды. Однако красный и синий свет также могут оказывать бактерицидное и фунгицидное действие, являясь при этом экологически безопасным способом защиты [5]. В нашем опыте потеря воды, а следовательно и веса, в вариантах с досветкой, и особенно с предпосадочной обработкой «Фитоспорином», замедлялась. Это отражалось на качестве цветков. На пятый день стояния в воде у растений из вариантов с досветкой было 100 %-е качество цветков, т.е. яркая окраска, отсутствие инфильтрации лепестков, прямой крепкий цветонос.

**Биометрические характеристики срезанного генеративного побега тюльпана
после пяти дней стояния в воде, % к исходному значению, $P \leq 5\%$**

Вариант	Масса побега	Размер цветка	Стандартные цветки
1	97,1	104,7	60
2	113,6	114,0	60
3	122,2	127,5	100
4	121,2	104,0	90
5	128,2	115,0	95
6	137,9	95	100

Следует отметить, что в вариантах 4, 5, 6 отсутствовали визуальные признаки грибных болезней, тогда как в первом и втором вариантах отмечали на листьях единичные признаки поражения *Botrytis*.

Выводы. Таким образом, использование досвечивания тюльпанов в период зимне-весенней выгонки лампами различного спектрального состава в сочетании с предпосадочной обработкой луковиц «Фитоспорином» позволяет не только ускорить цветение, но и сохранить декоративные качества срезанных тюльпанов в течение 5–7 дней, а также оказывает положительное влияние на размеры и окраску цветка.

Литература

1. Йос Э. Оптимальные технологии выращивания луковичных цветов высокого качества. Выгонка тюльпанов // Гавриш. 2005. № 5. С. 29–32.
2. Causin H.F., Jauregui R.N., Barneix A.J. The effect of light spectral quality on leaf senescence and oxidative stress in wheat // Plant Sci. 2006. Vol. 17, No 1. P. 24–33. DOI: 10.1016/j.plantsci.2006.02.009.
3. Olle M., Viršilė A. The effect of light emitting diode lighting on greenhouse plant grows and quality // Agricultural and food science. 2013. Vol. 22. P. 223–234.
4. Barro F., De La Haba P., Maldonado J.M., Fontes A.G. Effect of light quality on growth contents of carbohydrates protein and pigments and nitrate educates activity in soybean plants, Journal of plant physiology. 1989. Vol. 134, No 5. P. 586–591.
5. Eguchi T., Hernandez R., Kubota C. Far-red and bluer light synergistically mitigate intumes-
cence injury of tomato plants grown ultraviolet – deficit light environment // HortScience. 2016. Vol. 51 (6) P. 712-719. DOI: 10.21273/HORTSCI.51.6.712.
6. Белошапкина О.О., Каштанова Ю.А. Мониторинг болезней тюльпанов в открытом и защищенном грунте // Russian agricultural science review. 2014. Т. 3, № 3. С. 49–55.
7. Amiri A., Kafi M., Kalate-Jari S., Matinzadeh M. Tulip response to different light sources // Journ. Animal & Plant Sciences. 2018. Vol. 28(2). P. 539-545.
8. Кондратьева В.В., Воронкова Т.В., Шеллова О.В. и др. Действие узкополосного спектра фотосинтетически активной радиации на рост и развитие тюльпанов при зимней выгонке // Бюллетень Главного ботанического сада. 2019. № 4 (205). С. 26–31. DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1034.
9. Gautam P., Terfa M.T., Olsen J.E., Torre S. Red and blue light effects on morphology and flowering of *Petunia*×*hybrida* // Sci. Hort. 2015. Vol. 184. P. 171–178. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.01.004.
10. Yoshida H., Hikosaka S., Goto E. et all. Effects of light quality and light period of flowering ever bearing strawberry in a closed plant production system // Acta. Hort. 2012. Vol. 956. P. 107–112. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.956.9.
11. Jeong S.W., Hogewoning S.W., Ieperen W. Responses of supplemental blue light on flowering and stem extension growth of cut chrysanthemum // Sci. Hort. 2014. Vol. 165. P. 69–74. DOI: 10.1016/j.scienta.2013.11.006.
12. Akbarian B., Matloobi M., Mahna N. Effects of LED light on seed emergence and seedling quality of four bedding flowers // Journ. Ornam. Plant. 2016. Vol. 6. P. 115–123.

References

1. Jos 'E. Optimal'nye tehnologii vyraschivaniya lukovichnyh cvetov vysokogo kachestva. Vygonka tyul'panov // Gavrish. 2005. № 5. S. 29–32.
2. Causin H.F., Jauregui R.N., Barneix A.J. The effect of light spectral quality on leaf senescence and oxidative stress in wheat // Plant Sci. 2006. Vol. 17, No 1. P. 24-33. DOI: 10.1016/j.plantsci.2006.02.009.
3. Olle M., Viršilė A. The effect of light emitting diode lighting on greenhouse plant grows and quality // Agricultural and food science. 2013. Vol. 22. P. 223-234.
4. Barro F., De La Haba P., Maldonado J.M., Fontes A.G. Effect of light quality on growth contents of carbohydrates protein and pigments and nitrate educates activity in soybean plants, Journal of plant physiology. 1989. Vol. 134, No 5. P. 586-591.
5. Eguchi T., Hernandez R., Kubota C. Far-red and bluer light synergistically mitigate intumescence injury of tomato plants grown ultraviolet - deficit light environment // HortScience. 2016. Vol. 51 (6) P. 712-719. DOI: 10.21273/HORTSCI.51.6.712.
6. Beloshapkina O.O., Kashtanova Yu.A. Monitoring boleznij tyul'panov v otkrytom i zaschischnom grunte // Russian agricultural science review. 2014. T. 3, № 3. S. 49–55.
7. Amiri A., Kafi M., Kalate-Jari S., Matinizada M. Tulip response to different light sources // Journ. Animal & Plant Sciences. 2018. Vol. 28(2). P. 539–545.
8. Kondrat'eva V.V., Voronkova T.V., Shelepova O.V. i dr. Dejstvie uzkopolosnogo spektra fotosinteticheski aktivnoj radiacii na rost i razvitie tyul'panov pri zimnej vygonke // Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada. 2019. № 4 (205). S. 26–31. DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1034.
9. Gautam P., Terfa M.T., Olsen J.E., Torre S. Red and blue light effects on morphology and flowering of Petunia×hybrida // Sci. Hort. 2015. Vol. 184. P. 171–178. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.01.004.
10. Yoshida H., Hikosaka S., Goto E. et all. Effects of light quality and light period of flowering ever bearing strawberry in a closed plant production system // Acta. Hort. 2012. Vol. 956. P. 107-112. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.956.9.
11. Jeong S.W., Hogewoning S.W., Ieperen W. Responses of supplemental blue light on flowering and stem extension growth of cut chrysanthemum // Sci. Hort. 2014. Vol. 165. P. 69–74. DOI: 10.1016/j.scienta.2013.11.006.
12. Akbarian B., Matloobi M., Mahna N. Effects of LED light on seed emergence and seedling quality of four bedding flowers // Journ. Ornam. Plant. 2016. Vol. 6. P. 115–123.

