

## ОСОБЕННОСТИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ *FRAGARIA* × *ANANASSA DUCH.* ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В НЕСТЕРИЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СО СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

**Введение.** Земляника садовая является одной из основных ягодных культур в мире, которая отличается высокими вкусовыми качествами, ранним вступлением в плодоношение, урожайностью [1; 2]. Традиционно земляника садовая размножается розетками, однако такой посадочный материал может быть заражен различными заболеваниями — грибными, бактериальными и вирусными [3; 4]. Надежным способом получения качественного оздоровленного материала является микроклональное размножение растений, которое позволяет получать большое количество растений в краткие сроки в лабораторных условиях *in vitro* [5; 6]. Однако полученные растения-регенеранты имеют существенные структурные и физиологические отличия от растений, полученных обычным вегетативным путем, в связи с чем необходима их адаптация к нестерильным условиям [5—7]. Одним из факторов, который обеспечивает регуляцию процессов морфогенеза, а следовательно, и приспособления к новым условиям, является спектральный состав света. При помощи светодиодных источников освещения различного спектрального состава можно регулировать процессы образования корней, формирования листьев и таким образом обеспечить более высокую приживаемость растений и адаптацию к нестерильным условиям. Цель данного исследования заключается в изучении влияния светодиодного освещения различного спектрального состава на процесс укоренения растений-регенерантов земляники садовой в условиях *ex vitro*. Кроме того, светодиодные источники света позволяют снизить расход электроэнергии, безопасны в эксплуатации и обладают более длительным сроком работы по сравнению с традиционными источниками света [8].

**Основная часть.** Объектом исследований были выбраны растения-регенеранты земляники садовой *Fragaria* × *ananassa Duch.* ремонтантного сорта Мерлан. После пересадки с агаризованной среды по Мурасиге-Скуга половинного состава в торфяной грунт *ex vitro* в горшки объемом 0,5 л растения выращивали в условиях 70 %-й влажности воздуха, температуре +20—25 °С, светового режима 16 / 8 часов. Условия освещения были следующими: контроль — люминесцентные лампы белого света *Cool Daylight* (765 нм) марки *OSRAM* с мощностью напряжения 36 Вт; вариант 1: светодиодные осветители *TL-PROM FITO 159 RS*, плотность потока фотонов — 250 мкмоль / м<sup>2</sup>с, пропорции спектра: 730 нм — 13 %, 660 нм — 17 %, 450 нм — 70 %; вариант 2: светодиодные осветители *TL-PROM FITO 150 VR*, плотность потока фотонов — 250 мкмоль / м<sup>2</sup>с, пропорции спектра: 730 нм — 13 %, 660 нм — 37 %, 450 нм — 50 %; вариант 3: светодиодные осветители *TL-PROM FITO 135 UN*, плотность потока фотонов — 250 мкмоль / м<sup>2</sup>с, пропорции спектра: 730 нм — 58 %, 660 нм — 37 %, 450 нм — 29 %. В опыте исследовались такие морфометрические показатели, как длина и количество корней 1-го и 2-го порядка, количество точек роста, высота розетки, количество и площадь листьев, сырая и сухая биомасса. Показатели снимались перед пересадкой и через 30 дней. Полученные данные представлены в таблицах 1 и 2.

В процессе адаптации к нестерильным условиям увеличилось число корней, появились корни второго порядка. Однако существенное увеличение длины корневой системы можно отметить только для контрольного варианта и варианта 1, который характеризуется большей долей синего света. Высота розетки также существенно увеличилась во всех вариантах, при этом наибольшее увеличение отмечалось для контрольного варианта и варианта 2 с близкими спектральными составами — соотношение красной области спектра к синей — 1 : 1. При этом большее количество листов образовалось у растений первого варианта. По-видимому, большая доля синего света также способствует морфогенезу листовой части, при этом растения варианта 1 и варианта 3 отличались меньшей высотой розетки.

Т а б л и ц а 1 — Влияние света искусственных диодов различного спектрального состава света на биометрические показатели растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria* × *ananassa Duch.*) на этапе укоренения в культуре *ex vitro*

Вариант	Количество корней 1-го порядка, шт.	Количество корней 2-го порядка, шт.	Длина корневой системы, см	Высота розетки, см	Количество листьев, шт.
Перед адаптацией	8,9 ± 1,00	0	3,0 ± 0,42	2,8 ± 0,21	9,3 ± 0,75
Контроль	12,8 ± 0,86	1,0 ± 0,63	3,7 ± 0,45	5,2 ± 0,36	10,0 ± 1,64
Вариант 1	11,3 ± 1,11	5,4 ± 1,55	4,0 ± 0,39	4,3 ± 0,48	14,1 ± 1,03
Вариант 2	9,0 ± 0,71	1,0* ± 0,58	3,3 ± 0,35	5,18 ± 0,24	12,0 ± 0,83
Вариант 3	10,9 ± 1,13	5,6 ± 2,02	3,0 ± 0,35	4,0 ± 0,38	11,8 ± 1,58

Т а б л и ц а 2 — Биометрические показатели растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) на этапе укоренения в культуре *ex vitro*

Вариант	Корни (сырая биомасса), мг	Корни (сухая биомасса), мг	Розетки (сырая биомасса), мг	Розетки (сухая биомасса), мг
Перед адаптацией	32,7	4,0	111,3	19,3
Контроль	108,0	27,5	318,3	64,7
Вариант 1	123,2	31,2	243,3	43,7
Вариант 2	122,2	27,7	230,3	63,1
Вариант 3	135,3	33,3	211,6	41,8

В таблице 2 представлены данные о сырой и сухой биомассе растений земляники садовой после культивации в течение 30 дней в нестерильных условиях. Полученные данные хорошо согласуются с морфометрическими данными. Так, значительное увеличение как сырой, так и сухой биомассы наблюдалось во всех вариантах. При этом несколько больший сырой вес корней отмечался для вариантов со светодиодным освещением по сравнению с люминесцентным. Однако наибольшая сырая и сухая масса надземной части растений-регенерантов отмечалась для контрольных растений. При этом по сухой массе лидировали варианты с соотношением красной части спектра к синей 1 : 1 — контроль и вариант 2.

**Заключение.** Полученные результаты показывают, что при помощи светодиодного освещения различного спектрального состава можно регулировать морфогенез растений-регенерантов земляники садовой. Светодиодное освещение обеспечивает развитие меристемных растений земляники садовой в культуре *ex vitro*, не уступающих по морфометрическим показателям растениям, выращиваемым под люминесцентным освещением. Выявлена положительная зависимость показателей укоренения от доли синего света в спектре излучения светодиодных излучателей при развитии растений земляники садовой в условиях адаптации растений к нестерильным условиям. Кроме того, светодиодное освещение позволяет увеличить сухую биомассу корней по сравнению с люминесцентным. Можно сделать вывод, что использование светодиодного освещения с большей долей синего света в спектре облучения положительно влияет на процесс адаптации к нестерильным условиям.

Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы «Установление особенностей адаптации меристемных растений земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. к нестерильным условиям при использовании ресурсосберегающих светодиодных облучателей» при поддержке БРФФИ (договор № Б18М-147 от 30.05.2018).

#### Список цитируемых источников

1. Пищевая ценность плодов перспективных сортов земляники / М. Ю. Акимов [и др.] // *Вопр. питания.* — 2019. — № 88 (2). — С. 64—72.
2. *Говорова, Г. Ф.* Земляника: прошлое, настоящее, будущее / Г. Ф. Говорова, Д. Н. Говоров. — М. : Росинформагротех, 2004. — 348 с.
3. Фитофтороз земляники / И. Н. Александров [и др.] // *Защита и карантин растений.* — 2007. — № 5. — С. 32—35.
4. Комплексная устойчивость сортов земляники к болезням и вредителям / Г. Ф. Говорова [и др.] // *Защита и карантин растений.* — 2012. — № 9. — С. 23—24.
5. *Шпак, М. Ю.* Метод культуры *in vitro* как перспективный способ сохранения редких видов и получения высококачественного, оздоровленного посадочного материала культурных растений / М. Ю. Шпак, Е. А. Петровская, Е. А. Маркова // *Содружество наук. Барановичи-2017 : XIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, г. Барановичи, 18—19 мая 2017 г.* — С. 180.
6. *Никонович, Т. В.* Биотехнология в растениеводстве : курс лекций / Т. В. Никонович, А. Н. Иванистов, В. В. Французенок. — Горки : БГСХА, 2017. — 84 с.
7. *Шпак, М. Ю.* Влияние спектрального состава света на развитие растений-регенерантов *Fragaria × ananassa* Duch. в условиях культуры *in vitro* / М. Ю. Шпак, Т. В. Никонович // *Агропромышленный комплекс: контуры будущего : материалы Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Курск, 12—14 нояб. 2014 г.* — Ч. 1.
8. *Yeh, N.* Light-emitting diodes' light qualities and their corresponding scientific applications / N. Yen, T. J. Ding, P. Yeh // *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* — 2015. — Vol. 51. — P. 55—61.