

УДК 57.017.32:58.035.4:634.752

Д. С. Мороз, М. Ю. Шпак, С. Е. Медведик

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи, Республика Беларусь, barsu-agro@mail.ru

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ *FRAGARIA* × *ANANASSA* (DUCHESNE EX WESTON) DUCHESNE EX ROZIER (1785) В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА

В статье представлены данные о последствии светодиодного освещения различного спектрального состава на продуктивность, урожайность и морфофизиологические параметры роста и развития растений земляники садовой *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier (1785) ремонтантного гибрида Мерлан первого года вегетации в полевых условиях. Получены данные морфометрических показателей, компонентов вегетативной, генеративной продуктивности и урожайности растений, которые проходили этап адаптации к нестерильным условиям при различных спектральных характеристиках освещения. Растения, которые освещались на этапе адаптации в лабораторных условиях, обладают такими же или даже лучшими характеристиками по сравнению с растениями, освещавшимися люминесцентными лампами, даже при выращивании в условиях открытого грунта. Результаты показали, что последствие светодиодного освещения проявляется в скорости прохождения фаз и урожайности растений.

Ключевые слова: земляника садовая; последствие светодиодного освещения; открытый грунт; продуктивность; урожайность.

Табл. 4. Библиогр.: 17 назв.

D. S. Moroz, M. Yu. Shpak, S. E. Medvedik

Education Institution "Baranovichi State University", Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21 Vaykova St., 225404 Baranovichi, the Republic of Belarus, barsu-agro@mail.ru

LED LIGHTING AFTER-EFFECT ON STRAWBERRY *FRAGARIA* × *ANANASSA* (DUCHESNE EX WESTON) DUCHESNE EX ROZIER (1785) PRODUCTIVITY, HARVEST AND MORPHOBIOLOGICAL FEATURES OF GROWTH IN OPEN GROUND

The article presents data on the after-effect of LED lighting of various spectral composition on the productivity, yield and morphophysiological parameters of growth and development of plants of strawberry *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier (1785) remontant hybrid Merlan of the first year of vegetation in the field. The data were obtained on morphometric indicators, components of the vegetative, generative productivity and yield of plants, which went through the stage of adaptation to non-sterile conditions under various spectral characteristics of lighting. The plants, which were lighted by LED during adaptation period in the laboratory, have the same or even better features compared with the plants, which were lighted by the luminescent lamp, even when grown in open ground. The results show that LED lighting after-effect is manifested in the phenophase passage rate and plant productivity.

Key words: strawberry; aftereffect of LED lighting; open ground; productivity; yield.

Table 4. Ref.: 17 titles.

Введение. Свет является одним из основных средообразующих факторов жизни растений [1]. Он служит не только источником энергии для фототрофных организмов, но и играет важную регуляторную роль, в том числе в долгосрочной перспективе [2]. В последнее время все большее значение и распространение получает метод клонального микроразмножения растений в совокупности с использованием искусственного освещения на каждом из

его этапов [3—7]. Спектральный состав света оказывает существенное влияние на процессы морфогенеза, укоренения и адаптации [3—7]. При этом реакция растений не только видо-, но и сортоспецифична [7]. Вместе с тем первые фазы онтогенеза и условия, в которых они протекали, могут оказать значительное влияние на последующий рост и развитие растений, в особенности на продуктивность и урожайность. Однако данный вопрос изучен недостаточно, имеются отдельные публикации [8; 9], подтверждающие, что свет различного спектрального состава на ранних этапах развития растений способен оказывать существенное последствие на последующий рост растений томата, огурца и других культур. Как правило, такой эффект сохраняется в первый год вегетации, а затем постепенно нивелируется. Тем не менее перенос растений, полученных методом культуры клеток и тканей, в открытый грунт является критическим этапом в плане приживаемости и особенно значим для тех культур, которые плодоносят в первый год после высадки. К подобным культурам, в частности, относятся ремонтантные сорта и гибриды земляники садовой *Fragaria × ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier (1785) [10]. Такие растения позволяют получать несколько урожаев за сезон, наряду с этим они обладают весьма низкой усообразующей способностью, что значительно усложняет классический способ их размножения [10—12]. В свою очередь, физические факторы выращивания растений при использовании метода культуры *in vitro* могут оказывать последствие на приживаемость и урожайность растений в полевых условиях. Земляника садовая — одна из самых востребованных ягодных культур в мире и характеризуется высокими вкусовыми и биологическими качествами [3; 5; 10; 11], поэтому совершенствование способов ее размножения является актуальной задачей.

Целью данной работы было изучить последствие светодиодного освещения на продуктивность, урожайность и морфофизиологические параметры роста и развития земляники садовой в условиях открытого грунта.

Материал и методы исследования. В качестве объекта исследований были выбраны растения-регенеранты земляники садовой ремонтантного гибрида Мерлан из коллекции *in vitro* лаборатории биотехнологии ООО «Микроклон» (Пушино, Россия).

Первичную адаптацию к условиям *ex vitro* растения проходили в лабораторных условиях. Для этого они пересаживались в стерильный торфяной грунт в горшки емкостью 0,5 л, которые затягивались пленкой для создания условий повышенной влажности. Условия культивирования были следующими: температура +23—25 °С, влажность воздуха 70 %, световой режим $16/8$ часов. В эксперименте были использованы следующие варианты освещения:

– контроль: люминесцентные лампы (далее — ЛЛ) CoolDaylight марки OSRAM с мощностью напряжения 36 Вт в количестве 6 штук;

– вариант 1: СДО TL-PROM FITO 159 RS, плотность потока фотонов — 250 мкмоль / м²с, пропорции спектра: 730 нм — 13 %, 660 нм — 17 %, 450 нм — 70 % (синий);

– вариант 2: СДО TL-PROM FITO 150 VR, плотность потока фотонов — 250 мкмоль / м²с, пропорции спектра: 730 нм — 13 %, 660 нм — 37 %, 450 нм — 50 % (белый);

– вариант 3: СДО TL-PROM FITO 135 UN, плотность потока фотонов — 250 мкмоль / м²с, пропорции спектра: 730 нм — 58 %, 660 нм — 37 %, 450 нм — 29 % (красный).

По мере отрастания растений и появления новых листьев в пищевой пленке делали небольшое вентиляционное отверстие для приспособления растений к условиям более низкой влажности.

Непосредственно перед высадкой в открытый грунт растения земляники садовой выставлялись под естественное освещение на 2 недели. Исследования проводили на опытном участке в КХ «Мороза Л.П. Клецкий район». Изучаемые образцы были высажены в поле в трехкратной повторности. Схема посадки — квадраты 25 × 25 см. Агротехника общепринятая для земляники садовой в открытом грунте. В целях предотвращения развития сорной растительности участок укрывался агроспанбондом. Полив осуществлялся водой по мере необходимости.

В условиях открытого грунта растения оценивали по фенологическим, морфологическим, хозяйственно ценным и биохимическим параметрам. Обработка данных осуществлялась при помощи пакета «Анализ данных» MS Excell 2007. Сравнение вариантов с контролем проводилось методом двухвыборочного *t*-теста.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты наших предыдущих исследований показали, что качественный состав света оказывает существенное влияние на процессы укоренения растений-регенерантов в культуре *in vitro*. Так, синий свет стимулировал корнеобразование, а красный и белый — развитие надземной биомассы и накопление сухих веществ [13]. Последствие светодиодного освещения при высадке растений отразилось на уровне пигментного состава, хотя обычно этот показатель очень лабилен и определяется в большой степени текущими условиями освещения. Так, нами было показано, что содержание хлорофиллов в листьях растений, проходивших адаптацию под светодиодным освещением, составило 4,6—4,9 мг / дм², а в контрольном варианте — 3,9 мг / дм² [14]. В условиях открытого грунта интенсивность транспирации для всех опытных растений, включая контроль, находилась на уровне 0,42—0,46 ± 0,031 г / дм² · ч, и последствия света различных вариантов освещения на данный показатель установлено не было [15]. Тем не менее растения земляники, выращенные под светодиодным освещением, лучше проходили адаптацию, имели больший процент приживаемости и опережали в развитии надземной части контрольную группу. Установлено, что дальнейший морфогенез растений в условиях открытого грунта зависит от спектрального состава света, применявшегося на этапе адаптации в лабораторных условиях: большая доля красного света способствовала формированию листового аппарата и дочерних розеток. Однако в полевых условиях растения, предварительно освещаемые светодиодным освещением с белым спектром, показали лучшие результаты по совокупности оцениваемых показателей [14—17]. Кроме того, физические параметры культивирования на этапе адаптации в лаборатории оказали воздействие и на репродуктивный процесс в условиях открытого грунта. Растения земляники, выращенные под светодиодным освещением, раньше переходили в репродуктивную фазу и отличались большим числом цветков. Среди изучаемых вариантов более высокие показатели были отмечены для экземпляров, проходивших адаптацию под светодиодным освещением с соотношением красной и синей области спектра 1:1. Так, для данного варианта фаза бутонизации наступила на 3, фаза цветения — на 4, формирование завязи — на 5, а созревание — на 7 дней раньше по сравнению с контролем. В сравнении с другими опытными вариантами наблюдали сокращение периодов прохождения фенофаз на 1—3 дня [16; 17].

Основным показателем, позволяющим оценить успешность того или иного приема, является продуктивность растений. Результаты представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1. — Последствие света искусственных диодов различного спектрального состава света на структуру урожая растений земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в условиях открытого грунта в первый период плодоношения 16—23.08.2019

T a b l e 1. — The after-effect of different spectral compositions of LED light on crop structure of plants of the garden strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) in open ground during the first fertility period 16—23.08.2019

Вариант	Число плодов на растение, шт. / нед.	Средняя масса плодов, г	Продуктивность растений, г / раст.	Урожайность, г / м ²
Контроль (ЛЛ)	0,8 ± 0,06	5,4 ± 1,29	4,3 ± 1,13	68,8 ± 18,08
1 (синий)	1,7* ± 0,23	4,6 ± 0,33	7,6* ± 0,65	121,6* ± 10,40
2 (белый)	2,1* ± 0,16	5,7 ± 0,64	12,2* ± 0,59	195,2* ± 9,44
3 (красный)	2,0* ± 0,21	5,9 ± 0,75	11,0* ± 0,51	176,0* ± 8,16

Примечание. * — значения, достоверно отличающиеся от контрольного, $P < 0,05$.

* — options that are significantly different from the control one, $P < 0.05$.

Растения, проходившие этап адаптации в условиях светодиодного освещения, имели наилучшие результаты по всем оцениваемым показателям в сравнении с контролем. Кроме того, соотношение доли красной области спектра к синей 1:1 и выше обеспечивает более высокую урожайность и продуктивность растений земляники садовой.

Учитывая, что данный гибрид является ремонтантным, периоды плодоношения чередовались с периодами покоя и продолжались до середины октября. После первых заморозков было принято решение удалить репродуктивные органы в целях повышения холодо- и морозостойкости растений. В таблице 2 представлены результаты измерений.

Как видно из полученных данных, длина цветоносов и их вес не имели значительных различий по вариантам, однако их количество, а также число бутонов и завязавшихся плодов было значительно больше для вариантов 2 (белый) и 3 (красный). Положительное последствие светодиодного освещения с соотношением красной области спектра к синей 1:1 и 3:1 отражается на растениях весь первый вегетационный сезон. Можно отметить, что средний вес плодов перед завершением периода вегетации растений значительно уменьшился в сравнении с аналогичными значениями таблицы 1, однако наряду с этим увеличилось их количество. Снижение продуктивности наблюдалось только для растений варианта 1 (синий).

В период вегетации растения также выборочно оценивались по морфометрическим и биохимическим параметрам. Результаты измерений представлены в таблицах 3 и 4.

Т а б л и ц а 2. — Последствие света искусственных диодов различного спектрального состава света на формирование репродуктивных органов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в условиях открытого грунта перед завершением вегетации по состоянию на 15.10.2019

Т а б л и ц а 2. — The after-effect of different spectral compositions LED light on the formation of reproductive organs of plants of the garden strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) in open ground before the end of the growing season 15.10.2019

Вариант	Число цветоносов, шт. / раст.	Длина цветоносов, см	Вес цветоносов, г / раст.	Число бутонов, шт. / раст.	Число плодов, шт. / раст.	Средняя масса плодов, г
Контроль (ЛЛ)	2,43	15,93 ± 1,02	6,94 ± 0,33	14,73 ± 0,64	1,78 ± 0,27	2,26 ± 0,48
1 (синий)	3,08	14,15 ± 0,53	6,46 ± 0,33	15,61 ± 0,67	2,67 ± 0,26	1,36 ± 0,17
2 (белый)	3,93*	15,27 ± 1,00	6,11 ± 0,69	24,10* ± 0,97	4,45* ± 0,38	2,55* ± 0,21
3 (красный)	4,58*	13,29 ± 0,64	6,60 ± 0,64	24,73* ± 0,61	3,97* ± 0,22	3,09* ± 0,19

Примечание. * — значения, достоверно отличающиеся от контрольного, $P < 0,05$.

* — options that are significantly different from the control one, $P < 0,05$.

Т а б л и ц а 3. — Последствие света искусственных диодов различного спектрального состава света на морфометрические показатели земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в условиях открытого грунта

Т а б л и ц а 3. — The after-effect of different spectral compositions of LED light on the accumulation of morphometric parameters of plants of the garden strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) in open ground

Вариант	Среднее число дочерних розеток, шт. / раст.	Длина корней, см	Число корней, шт.	Число листьев, шт.	Высота розетки, см
Контроль (ЛЛ)	6,3 ± 0,88	20,53 ± 0,371	42,3 ± 4,91	35,0 ± 1,16	7,23 ± 0,742
1 (синий)	5,3 ± 0,33	22,83 ± 0,441	43,7 ± 4,63	35,7 ± 5,46	7,60 ± 0,808
2 (белый)	3,7 ± 0,33	21,57 ± 0,636	36,7 ± 5,36	30,3 ± 3,71	7,50 ± 1,155
3 (красный)	4,0 ± 0,58	20,33 ± 0,167	42,0 ± 4,58	32,7 ± 2,33	7,87 ± 0,067

Т а б л и ц а 4. — Последствие света искусственных диодов различного спектрального состава света на накопление сырой массы растений земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в условиях открытого грунта

T a b l e 4. — The after-effect of different spectral compositions of LED light on the accumulation of the wet mass of plants of the garden strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) in open ground

Вариант	Корни, сырая биомасса, мг	Розетки, сырая биомасса, мг
Контроль (ЛЛ)	10,40 ± 1,205	19,10 ± 4,167
1 (синий)	11,43 ± 1,082	22,53 ± 4,934
2 (белый)	9,21 ± 1,058	18,21 ± 5,384
3 (красный)	10,38 ± 1,514	24,03 ± 4,913

По большинству исследуемых параметров растения опытных вариантов не имели значительных различий. Усообразующая способность отсутствовала во всех вариантах, что связано с особенностями сорта. Установлено, что у растений варианта 1 (синий) была несколько лучше развита корневая система, а растения варианта 3 (красный) характеризовались большей высотой розетки. Схожие тенденции наблюдались и на ранних этапах адаптации растений в лабораторных условиях: большая доля синего света стимулировала развитие корневой системы, а красного — надземной.

Биохимические данные, характеризующие накопление растениями сырой массы, согласуются с морфометрическими параметрами.

Заключение. Полученные результаты подтверждают, что освещение растений на ранних этапах их развития является ключевым фактором в онтогенезе и продолжает оказывать существенное влияние на формирование растений по меньшей мере в первый год вегетации. Как и на этапе укоренения в лабораторных условиях, синий свет оказывает стимулирующее действие на корневую систему, а красный — на надземную часть. Последствие также проявляется в сроках прохождения фенофаз и количестве плодов, т. е. влияет на продуктивность и урожайность растений.

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. Шульгин, И. А. Растение и солнце / И. А. Шульгин. — Л. : Гидрометиздат, 1973. — 252 с.
2. Тихомиров, А. А. Светокультура растений: биофизические и биотехнологические основы / А. А. Тихомиров, В. П. Шарупич, Г. М. Лисовский. — Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2000. — 213 с.
3. Nadalini, S. Effects of blue and red LED lights on soil less cultivated strawberry growth performance and fruit quality / S. Nadalini, P. Zucchi, C. Andreotti // Eur. J. Hortic. Sci. — 2017. — Vol. 82 (1). — P. 12—20.
4. Шпак, М. Ю. Особенности развития растений-регенерантов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в культуре *in vitro* при различном освещении / М. Ю. Шпак, Т. В. Никонович // Вестн. БГСХА. — 2015. — № 3. — С. 73—78.
5. Маркова, М. Г. Приемы повышения укореняемости микропобегов земляники садовой в культуре *in vitro* / М. Г. Маркова, Е. Н. Сомова // Вестн. Мар. гос. ун-та. Сер. «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». — 2017. — Т. 3, № 2 (10). — С. 34—38.
6. Бьядовский, И. А. Влияние различных по спектральному составу светодиодных источников света на укореняемость земляники садовой (*Fragaria × ananassa*) *in vitro* / И. А. Бьядовский // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 2019. — Т. 180 (1). — С. 33—37.

7. Фотоморфогенез и продукционный процесс разных онтотипов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) в условиях светокультуры на основе узкополосных светодиодов / М. Н. Яковцева [и др.] // Изв. ТСХА. — 2016. — № 4. — С. 69—95.
8. After- effect of light-emitting diodes lighting on tomato growth and yield in greenhouses / A. Brazaityte [et al.] // *Sodin in kysteir Darzinikystey*. — 2009. — Vol. 28, № 1. — P. 115—126.
9. Brazaityte, A. The effect of light-emitting diodes lighting on cucumber transplants and after-effect on yield / A. Brazaityte [et al.] // *Zemdirbyste (Agriculture)*. — 2009. — Vol. 96, № 3. — P. 102—118.
10. Линник, Т. А. Повышение эффективности способов размножения сортов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.), характеризующихся низкой усообразующей способностью : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Т. А. Линник. — М., 2014. — 20 с.
11. Баулина, Л. В. Факторы культивирования *in vitro* и их влияние на рост и развитие растений земляники *in vitro* и *in vivo* / Л. В. Баулина : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — М., 2012. — 29 с.
12. Волкова, Т. И. Ремонтантная земляника: биологические особенности, агротехника, сорта / Т. И. Волкова. — М. : Наука, 2000. — 143 с.
13. Мороз, Д. С. Особенности адаптации меристемных растений земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. в условиях светодиодного освещения / Д. С. Мороз, М. Ю. Шпак, Е. А. Петровская // Вестн. БарГУ. Сер. «Биологические науки. Сельскохозяйственные науки». — 2019. — Вып. 7. — С. 73—82.
14. Мороз, Д. С. Влияние и последствие света искусственных диодов на пигментный состав листьев растений-регенерантов земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. в нестерильных условиях / Д. С. Мороз, М. Ю. Шпак, С. Е. Медведик // Наука и образование в XXI веке: теория, методология, практика : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. (4 окт. 2019 г., г. Уфа) : в 3 ч. — Уфа : Вестн. науки, 2019. — Ч. 1. — С. 25—31.
15. Мороз, Д. С. Влияние светодиодного освещения различного спектрального состава на интенсивность транспирации листьев растений-регенерантов земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. / Д. С. Мороз, М. Ю. Шпак // Молодежь в науке — 2019 : тез. докл. XVI Междунар. науч. конф. молодых ученых (Минск, 14—17 окт. 2019 г.). — Минск : Беларус. навука, 2019. — С. 216—218.
16. Последствие светодиодного освещения различного спектрального состава на формирование генеративных органов растений-регенерантов земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. / Д. С. Мороз [и др.] // Техника и технологии — 2019, 19 дек. 2019, Барановичи. — Барановичи : БарГУ, 2019. — С. 92—94.
17. Мороз, Д. С. Влияние последствие светодиодного освещения на рост и развитие растений-регенерантов земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. в условиях открытого грунта / Д. С. Мороз, М. Ю. Шпак // Сучасні тенденції розвитку освіти й науки: проблеми та перспективи : зб. наук. праць / [гол. ред. Ю. І. Колісник-Гуменюк]. — Київ—Львів—Бережани—Гомель, 2020. — Вип. 6. — С. 342—346.

References

1. Shulgin I. A. *Rasteniyе i solntse* [Plant and sun]. Leningrad, Gidrometioizdat, 1973, 252 p.
2. Tikhomirov A. A., Sharupich V. P., Lisovskiy G. M. *Svetokul'tura rasteniy: biofizicheskiye i biotekhnologicheskkiye osnovy* [Light culture of plants: biophysical and biotechnological foundations]. Novosibirsk, SO RAN, 2000, 213 p.
3. Nadalini S., Zucchi P., Andreotti C. Effects of blue and red LED lights on soil less cultivated strawberry growth performance and fruit quality. *Eur. J. Hort. Sci.*, 2017, vol. 82 (1), pp. 12—20.
4. Shpak M. Yu., Nikonovich T. V. *Osobennosti razvitiya rasteniy-regenerantov zemlyaniki sadovoy (Fragaria × ananassa Duch.) v kul'ture in vitro pri razlichnom osveshchenii* [Features of the development of regenerated plants of garden strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) in an in vitro culture under different lighting]. *Bulletin of BSAA*, 2015, no. 3, pp. 73—78.
5. Markova M. G., Somova Ye. N. *Priyemy povysheniya ukorenayemosti mikropobegov zemlyaniki sadovoy v kul'ture in vitro* [Methods of increasing the rooting rate of micropegs of strawberry garden in vitro culture]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta seriya "Sel'skokhozyaystvennyye nauki. ekonomicheskkiye nauki"* [Bulletin of the Mari State University series "Agricultural Sciences. economic sciences"], 2017, vol. 3, no. 2 (10), pp. 34—38.
6. B'yadovskiy I. A. *Vliyaniye razlichnykh po spektral'nomu sostavu svetodiodnykh istochnikov sveta na ukorenayemost' zemlyaniki sadovoy (Fragaria × ananassa) in vitro* [Influence of LED light sources of different spectral composition on the rooting of wild strawberry (*Fragaria × ananassa*) in vitro.] *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* [Transactions in Applied Botany, Genetics and Selection], 2019, vol. 180 (1), pp. 33—37.
7. Yakovtseva M. N. [et al.] *Fotomorfogenez i produktsionnyy protsess raznykh ontotipov zemlyaniki sadovoy (Fragaria × ananassa Duch.) v usloviyakh svetokul'tury na osnove uzkopolosnykh svetodiodov* [Photomorphogenesis and the production process of different ontotypes of garden strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) under the conditions of light culture based on narrow-band LEDs]. *Izvestiya TSHA* [News TSHA], 2016, no. 4, pp. 69—95.
8. Brazaityte A. [et al.] After-effect of light-emitting diodes lighting on tomato growth and yield in greenhouses. *Sodin in kysteir Darzinikystey*, 2009, vol. 28, no. 1, pp. 115—126.

9. Brazaityte A. [et al.] The effect of light-emitting diodes lighting on cucumber transplants and after-effect on yield. *Zemdirbyste (Agriculture)*, 2009, vol. 96, no. 3, pp. 102—118.

10. Linnik T. A. *Povysheniye effektivnosti sposobov razmnozheniya sortov zemlyaniki sadovoy (Fragaria × ananassa Duch.), kharakterizuyushchikhsya nizkoy usobrazuyushchey sposobnost'yu* [Improving the efficiency of propagation of varieties of garden strawberry varieties (*Fragaria × ananassa* Duch.), characterized by low mustache ability]. Avtoreferat na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata s.-kh. nauk [Abstract for the degree of candidate agr. sciences]. Moscow, 2014, 20 p.

11. Baulina L. V. *Factory kul'tivirovaniya invitro i ikh vliyaniye na rost i razvitiye rasteniy zemlyaniki in vitro i in vivo* [Cultivation factors invitro and their influence on the growth and development of strawberry plants *in vitro* and *in vivo*]. Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata sel'skokhozyaystvennykh nauk [Abstract of dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences]. Moscow, 2012, 29 p.

12. Volkova T. I. *Remontantnaya zemlyanika: biologicheskiye osobennosti, agrotehnika, sorta* [Repairing strawberries: biological features, agricultural technology, varieties]. Moscow, Nauka, 2000, 143 p.

13. Moroz D. S., Shpak M. Yu., Petrovskaya E. A. *Osobennosti adaptatsii meristemnykh rasteniy zemlyaniki sadovoy Fragaria × ananassa Duch. v usloviyakh svetodiodnogo osveshcheniya* [Features of adaptation of meristemic plants of wild strawberry *Fragaria × ananassa* Duch. under LED lighting]. *Vestn. BarGU. Seriya Biologicheskie nauki. Sel'skokhozyaystvennye nauki* [BarSU Herald. Series of Biological Sciences (General Biology). Agricultural Sciences (Agronomy)], 2019, vol. 7, pp. 73—82.

14. Moroz D. S., Shpak M. Yu., Medvedik S. E. *Vliyaniye i posledeystviye sveta iskusstvennykh diodov na pigmentnyy sostav list'yev rasteniy-regenerantov zemlyaniki sadovoy Fragaria × ananassa Duch. v nesteril'nykh usloviyakh* [Influence and aftereffect of artificial diode light on the pigment composition of leaves of regenerated plants of wild strawberries of garden *Fragaria × ananassa* Duch. in non-sterile conditions]. *Nauka i obrazovaniye v XXI veke: teoriya, metodologiya, praktika. Sbornik statey po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (4 oktyabrya 2019 g., g. Ufa). [Science and education in the XXI century: theory, methodology, practice. Collection of articles on the materials of the international scientific-practical conference (October 4, 2019, Ufa)]. Ufa, SIC Bulletin of Science Publ., 2019, part 1, pp. 25—31.

15. Moroz D. S., Shpak M. Yu. *Vliyaniye svetodiodnogo osveshcheniya razlichnogo spektral'nogo sostava na intensivnost' transpiratsii list'yev rasteniy-regenerantov zemlyaniki sadovoy Fragaria × ananassa Duch* [The effect of LED lighting of different spectral composition on the transpiration rate of leaves of regenerated plants of wild strawberries *Fragaria × ananassa* Duch.]. *Molodezh' v nauke — 2019 : tezisy dokladov XVI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii molodykh uchennykh* (Minsk, 14—17 oktyabrya 2019 g.) [Youth in Science — 2019: Abstracts of the XVI International Scientific Conference of Young Scientists (Minsk, October 14—17, 2019)]. Minsk, Belaruskaya navuka, 2019, pp. 216—218.

16. Moroz D. S., Medvedik S. E., Korolko A. D., Shpak M. Yu. *Pоследействие светодiodного освешчения различногo спектрального состава на формирование генеративных органов растений-регенератов земляники садовой Fragaria × ananassa Duch* [The aftereffect of LED lighting of various spectral composition on the formation of the generative organs of regenerated plants of wild strawberries *Fragaria × ananassa* Duch.]. *Tekhnika i tekhnologii — 2019* (19 dekabrya 2019, Baranovich) [Technique and Technologies — 2019 (December 19, 2019, Baranovich)]. Baranovich, 2019, pp. 92—94.

17. Moroz D. S., Shpak M. Yu. *Vliyaniye posledeystviya svetodiodnogo osveshcheniya na rost i razvitiye rasteniy-regenerantov zemlyaniki sadovoy Fragaria kh ananassaDuch v usloviyakh otkrytogo grunta* [The influence of the aftereffect of LED lighting on the growth and development of regenerated plants of wild strawberries *Fragaria × ananassa* Duch. in open ground]. *Suchasni tendentsiyi rozvytku osvity y nauky: problemy ta perspektyvy. Zb. nauk. prats'* [Modern trends in the development of science: problems and prospects]. Ed. Yu.I. Kolisnik-Gumenyuk. Kiev—Lviv—Berezhany—Gomel, 2020, vol. 6, pp. 342—346.

The article deals with after-effect of different LED lighting on the strawberry plants *Fragaria × ananassa* Duch. grown in open ground. It was shown, that lighting during the period of adaption of meristemic strawberry plants was significant not only under laboratory conditions, but even after relocating the plant under natural lighting. The after-effect on phenophase passage speed, number of flowers and berries, productivity and harvest was obtained. The blue light has a stimulating effect on the root system, and the red light — on the aerial part. But all the results were the same or even better, than those obtained under control, when plants had been illuminated by the luminescent lamp during the adaptation stage.

The higher indicators were observed for the plants that had been grown in the laboratory under LEDs with a ratio of the red light to the blue 1:1. These lamps can be used in strawberry plant microclonal propagation.