

Научная статья

Original article

УДК 630.1

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_36

edn: FDSSJC

**ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА ПРИ
ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ
КУЛЬТУР В ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ РОССИИ
FEATURES OF THE SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT WHEN
GROWING SEEDLINGS OF FLOWER AND ORNAMENTAL CROPS IN
GREENHOUSES IN RUSSIA**



Климов А.П., кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики, физики и информатики, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, ул. Казакова, д. 15, тел. 499-261-63-35

Суслов С.В., кандидат географических наук, доцент кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, ул. Казакова, д. 15, тел. 499-261-63-35

Безбородов А.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры продовольственной безопасности, ФГБОУ ДПО «РАКО АПК», 111622, Москва, ул. Оренбургская, 15 Б, тел. 499-700-06-69

Безбородов Ю.Г., доктор технических наук, доцент, И.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО «РГАУ им. К.А. Тимирязева», 127434, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, тел. 499-976-04-80

Klimov A.P., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Physics and Computer Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Land Management", 105064, Moscow, Kazakova St., Building 15, Tel. 499-261-63-35

Suslov S.V., Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Digital Agriculture and Landscape Architecture of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Land Management", 105064, Moscow, Kazakova St., 15, tel. 499-261-63-35

Bezborodov A.G., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Food Security of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "RAKO APK", 111622, Moscow, Orenburgskaya St., 15B, tel. 499-700-06-69

Bezborodov Yu.G., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Land Management and Forestry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "RSAU named after K.A. Timiryazev, 127434, Moscow, Timiryazevskaya St., 49, tel. 499-976-04-80

Аннотация. В статье изложены результаты лабораторных опытов по спектру, составу света и его продолжительности в днях освещения при выращивании рассады цветочно-декоративных культур на примере бархатцев, как наиболее распространенной садово-парковой культуры. Для данной культуры рекомендован и лабораторными опытами подтвержден следующий спектр, его состав и продолжительность освещения в днях, а именно: красный цвет 12 дней, красно-синий 12 дней и синий 6 дней. Выращенная при таком режиме рассада бархатцев является коренастой и обладает высокой приживаемостью. Также рекомендовано в затемненных местах высаживать в открытый грунт с меньшей густотой, а в открытых солнечных местах с загущенностью посадки, так как данная рассада, выращенная при рекомендованном нами режиме, обладает стрессоустойчивостью и более развитой корневой системой. Вышеуказанные

положительные свойства рассады нами получены, в том числе за счет применения комплексного минерального удобрения «VitaMix» и регулятора роста растений «Циркон».

Abstract. This article presents the results of laboratory experiments on the spectrum, composition, and duration of light exposure in days for growing ornamental flower seedlings, using marigolds, the most common garden and park crop, as an example. The following spectrum, composition, and duration of light exposure in days are recommended for this crop, and laboratory experiments have confirmed them: red light for 12 days, red-blue light for 12 days, and blue light for 6 days. Marigold seedlings grown under this regime are stocky and have a high survival rate. It is also recommended to plant them in open ground at a lower density in shaded areas, and at a denser planting in open sunny locations, as these seedlings grown under our recommended regime are stress-resistant and have a more developed root system. We achieved these positive properties in our seedlings, in part, through the use of the complex mineral fertilizer "VitaMix" and the plant growth regulator "Zircon."

Ключевые слова: фитолампы, спектр, состав спектра, продолжительность освещения, рассады цветочно-декоративных культур, динамика роста рассады бархатцев, органо-минеральные удобрения и ускорители роста рассады цветов.

Key words: Phytolamps, spectrum, spectrum composition, illumination duration, seedlings of ornamental flower crops, growth dynamics of marigold seedlings, organo-mineral fertilizers and growth accelerators for flower seedlings

Введение

В последние годы активно используется при выращивании рассады в теплицах фитолампы. При их использовании стандартно рекомендуется следующие соотношения спектрального состава света: соотношение синего цвета к красному цвету 1:2.

Однако, соотношение вышеуказанных цветов необходимо уточнять для каждого вида цветочных культур с учетом их особенностей. Например,

некоторые культуры имеют развитую систему в связи с чем красный свет должен иметь большое значение. Для каждого вида цветочных культур при их выращивании в теплицах необходимо рекомендовать свой научно-обоснованный спектр цветов.

В садовом и декоративном цветоводстве наибольшее распространение получили и используются бархатцы (лат. *Tagetes*). Длина стебля которых обычно достигает до 120 см. Стебель ребристый, плотный. Листья расположены поочередно, перисторассеченные, зубчатые, блестящие. Цветение продолжается с июня по август, при удалении отцветших соцветий быстро образуются новые: точно так же быстро отрастают и молодые побеги на месте срезанных. Эта особенность позволяет использовать прямостоячие бархатцы для срезки и флористических композиций и ландшафтного дизайна. Положительным явлением и их особенностью является их неприхотливость в садово-парковом строительстве. Рассаду бархатцев выращивают в промышленных теплицах и незначительное количество в домашних условиях для личных нужд.

Доминирующим фактором при выращивании качественной рассады бархатцев является поддержание научно-обоснованного спектра цветов в фитолампах. Обычно рекомендуется поддерживать для выращивания рассады цветочных культур следующие соотношения цветов в спектре, который влияет на фотосинтез, рост и развитие рассады.

1. Красный спектр (600-700 нм) ускоряет цветение, стимулирует синтез сахарозы и влияет на работу фитохромов – белков, которые регулируют цветение.
2. Синий спектр (400-500 нм) способствует росту корней, крепкого стебля и листьев. Он особенно важен в период рассады и вегетации, помогает формировать плотную зеленую массу.
3. В некоторых конструкциях фитоламп предлагается комбинированный спектр – красный совмещенный с синим, то есть в лампе присутствуют светодиоды красные в перемешку с синими светодиодами.

Общее время продолжительности светового дня для выращивания рассады бархатцев составляет 12-14 часов. При этом, рекомендуется поддерживать следующие соотношения спектра цветов: 30% - в красном; 40% в синем; 30 % в красно-синем.

Рекомендуется поддерживать освещение фитолампой 12 часов, а оставшиеся 12 часов необходимо поддерживать темноту. То есть данный режим необходимо совмещать с естественными условиями природной среды (режим света в начале светового дня, а режим темноты с наступлением темного времени суток). Такое чередование света и темноты необходимо растениям, так как растения как любые живые организмы нуждаются в чередовании света и темноты (так называемом «фотопериоде»).

Сила светового потока фитолампы это количество света, которое, которое излучает светильник и световой поток измеряется в люменах (Лм). В нашем случае были использованы фитолампы со следующими длинами волн: красный 640-660 нанометров, синий свет 430-460 нанометров и комбинация этих цветов. При проведении лабораторных исследований рассада бархатцев находилась в помещении где поддерживался следующий температурный режим в помещении: в дневное время суток +18...+22° С, а в ночное время +16° С. К негативным явлениям может привести нарушение соотношения энергии в спектре. При преобладании в спектре и доминировании синего цвета рассада получается низкорослая и низко продуктивная, а доминирование в спектре красного света приводит рассаду с излишне развитыми вегетативными органами.

Семена бархатцев для получения качественной рассады рекомендуют сажать на глубину 1,5 – 2 см. [1]. При проведении лабораторных исследований семена бархатцев высаживали на глубину 2 см для создания мощной корневой системы, которая, по нашему мнению, является основой создания формирования «коренастой» рассады.

По нашему мнению, одним из факторов, влияющих на формирование «коренастой» рассады является ее научно-обоснованный полив. [2,3,4] В

литературных источниках рекомендуют семена бархатцев поливать до увлажнения почвенного субстрата ежедневно в конце светового дня, для предотвращения поверхностной почвенной корки. Однако, в наших исследованиях мы поливали в начале светового дня, так как в течении данного дня растения находятся в активной стадии развития и быстрее усваивают почвенную влагу, а полив в конце светового дня нецелесообразен так как у растения в ночной период замедляются физиологические процессы, прекращается фотосинтез. Растение не может активно впитывать почвенную влагу и усвоение почвенной влаги происходит в последующий световой период. Излишнее увлажнение нежелательно, так как возможно начало процесса заболачивания, что приводит к гниению корней и угнетение растений излишней влагой.

На практике начинающие агрономы в тепличных хозяйствах и любители садоводы на дому подбирают соотношения цветов опытным путем для каждого вида рассады цветочных культур. Очень часто особенно любители садоводы используют простые фитолампы, где спектр цвета не регулируется, тем самым всходы появляются в более поздние сроки, и рассада и сроки высадки рассады в открытый грунт увеличиваются и рассаду в некоторых случаях вынуждены высаживать в грунт преждевременно. И вышеизложенные факторы приводят к ее не приживаемости и отчасти гибели.

С учетом вышеизложенного на практике в клумбы высаживают рассаду в повышенном количестве растений чем по нормативу, то есть перерасход рассады достигает до 20% от норматива. Все вышеуказанное приводит к снижению качеству рассады, а возможность досвечивания на практике не применяется.

Однако, данное соотношение не является оптимальным по результатам нижеизложенных лабораторных опытов.

В исследованиях Егорова М.Ю., Корнилова Г.С. выявили, что сочетание красного и синего лучей спектра излучения однозначно влияют на растения с

учетом сочетания их интенсивности и положительности указанных излучений. [5] Опыты, проведенные Губиной А.А., Левина Е.В., Романовича М.М. и др. подтвердили высокую эффективность использования при получении ростков растений сочетания цветов красного и синего в спектре фитоламп, а также при этом наблюдалось более интенсивный рост корневой системы. [6]

Использование фитоламп положительно влияет на выращивание рассады. При этом более ярко наблюдается положительный эффект – «коренастая» рассада. То есть здоровая, компактная рассада с короткими междоузлиями, мощным корнем, толстым стеблем и насыщенной окраской листьев. Кроме того, она отличается устойчивостью к стрессам, лучше адаптируется к новым условиям после высадки в открытый грунт или теплицу, эффективнее использует питательные вещества и противостоит колебаниям погоды. [7]

Укрупненный литературный обзор показал, что отсутствуют научно-обоснованные рекомендации по спектру и по сочетанию цветов в период выращивания рассады цветочных культур, особенно при выращивании наиболее распространенной рассады цветочной культуры – бархатцев.

Методы исследования. В данной работе были использованы следующие методы: методы анализа, систематизации, сравнения и обобщения.

Экспериментальная база

Для решения вышеуказанной научно-производственной проблемы нами были заложен опыт с разным спектром и сочетанием цветов в фитолампах при выращивании рассады бархатцев, как наиболее распространенной цветочной культуры (рис. 1, 2).

Варианты лабораторных опытов с разным спектром и сочетанием цветов при выращивании рассады бархатцев.

Варианты опытов	Спектр и сочетание цветов по продолжительности дней выращивания рассады
Вариант 1	Красный цвет (10 дней) Красно-синий (10 дней) Синий (10 дней)*
Вариант 2	Красный цвет (12 дней) Красно-синий (12 дней) Синий (6 дней)

Прим. по варианту 1 * - рекомендованный режим согласно литературных источников. [7]



Рис. 1. Общий вид варианта № 1 в первые 10 дней выращивания рассады бархатцев с использованием красного цвета в фитолампе.



Рис. 2. Общий вид варианта № 2 во вторые 12 дней выращивания рассады бархатцев с использованием синего цвета в фитолампе.

Вариант № 2 отличается от варианта № 1 удлинённым временем освещения в первые и вторые периоды и сокращённым последним периодом освещения. Необходимо отметить, что в практике использования фитоламп рекомендуется использовать спектр цветов и периоды освещения, которые изложены в первом варианте. В нашем случае первый вариант базовый. Во втором варианте спектр цветов и периоды освещения обладают новизной и, по нашему мнению, направлены на создания условий для получения «коренастой» рассады, представляющую собой более развитую корневую систему, устойчивого и крепкого стебля, что создает условия ее раннего созревания и быстрейшего цветения, что видно на рис. 2.

Нами в лабораторных исследованиях по выращиванию рассады бархатцев использовались семена сорта «Гавриш», которые характеризуются следующими характеристиками: однолетнее растение семейства

Сложноцветное высотой до 80 см, сильно ветвистое от основания. Соцветия – корзинки 10 см в диаметре, густомахровые, шаровидные, темно-оранжевые. Семена высевают в открытый грунт в конце мая – начале июня. Обладает характерными особенностями наиболее крупное соцветие на растении, формирующееся на главном побеге, расположено ниже или на одном уровне с соцветиями побегов более высокого порядка. Бархатцы растут на любых типах почв, тяжелую глинистую почву лучше разрыхлить внесением крупнозернистого песка или опилок, а в песчаный грунт добавить глины или перегноя. Следует отметить, что рассада высаживается с таким условием, чтобы растения друг друга не затеняло, на солнечных местах можно высаживать рассаду, более уплотненную к друг другу, а в затемненных местах под кронами деревьев высаживать с наименьшей густотой посадки. Также бархатцы требуют регулярного полива, не допуская переувлажнения. Также необходима хорошо дренированная почва, чтобы предотвратить гниение корней. Рекомендуется регулярно удалять увядшие цветы, чтобы стимулировать дальнейшее цветение.

При выращивании рассады использовали универсальное комплексное удобрение «VitaMix» с микроэлементами в следующем составе: азот 14 %, фосфор 16%, калий 18%, бор 0,13%, кальций 10%, магний 1%. Также в данном удобрении присутствуют железо, молибден, марганец, цинк. Кроме того, семена бархатцев для повышения всхожести, приживаемости и болезнеустойчивости предварительно замачивали семена перед посевом на 8 часов в растворе регулятора роста растений «Циркон», который представляет собой мощный индуктор болезнеустойчивости, цветения и плодообразования. Увеличивает всхожесть семян и укореняет рассаду. В основе циркона содержится природная гидроксикоричная кислота, выделенная из растения эхинацея пурпурная. Действующее вещество представлено в виде спиртового раствора, что обеспечивает стабильность и длительный срок хранения. Кроме того, рассаду бархатцев в последние дни ее выращивания проводили внекорневую подкормку опрыскивали водным

раствором комплексного жидкого органо-минерального удобрения «Добрая сила», в состав которого входят макроэлементы (азот 3%, фосфор 3,5%, калий 4,5 %) для обеспечения жизнедеятельности растений, гуминовые кислоты для повышения стрессоустойчивости, микроэлементы для полноценного питания, витамины В₁ для укрепления иммунной системы, янтарная кислота для стимуляции и развития побегов. Высокая доля компонентов и их сочетание обеспечивает активизацию роста растений, повышает стрессоустойчивость и характеризуется пролонгирующим действием этих веществ, что положительно влияет на рассаду при высадке в открытый грунт. В лабораторных опытах использовалась почвенная смесь с добавлением нами древесных опилок с соотношением 1:1. Добавление опилок способствовало лучшей аэрации почвенной смеси и лучшей ее водопроницаемости. [8,9,10]

На рис. 3 представлена динамика роста рассады бархатцев по двум вариантам лабораторных исследований, прирост замеряли каждые три дня. Второй вариант показал большую динамику прироста, чем первый вариант.

Общий вид рассады бархатцев вместе с корневой системой на 30 день ее выращивания представлен на рис. 3.



Рис. 3. Общий вид рассады вместе с корневой системой на тридцатый день ее выращивания.

Результаты и обсуждение. Лабораторные исследования по использованию разного сочетания спектра и цветов показали, что классические общепринятые рекомендации по спектру и сочетанию цветов, а также по их продолжительности при выращивании рассады бархатцев показали низкую их эффективность (вариант 1).

Рекомендованный нами спектр, сочетание цветов и их продолжительность показали наилучшие результаты. То есть в нашем втором варианте лабораторных опытов рассада бархатцев отличается «коренастостью» и более развитой системой, что при высадке такой рассады в открытый грунт она покажет лучшую приживаемость. Кроме того, необходимо отметить, что более качественная рассада, полученная во втором варианте наших лабораторных опытов при высадке в затемненных местах в открытый грунт, не замедляет свой рост и способна синтезировать питательные вещества из обедненной среды. Вышеуказанные положительные

свойства полученные во втором варианте лабораторных опытов позволяют нам рекомендовать теплично-оранжерейным хозяйствам и любителям садоводам –огородникам при использовании фитоламп в процессе выращивания рассады бархатцев следующий спектр сочетания цветов и их продолжительность: Красный цвет (12 дней), Красно-синий (12 дней), Синий (6 дней).

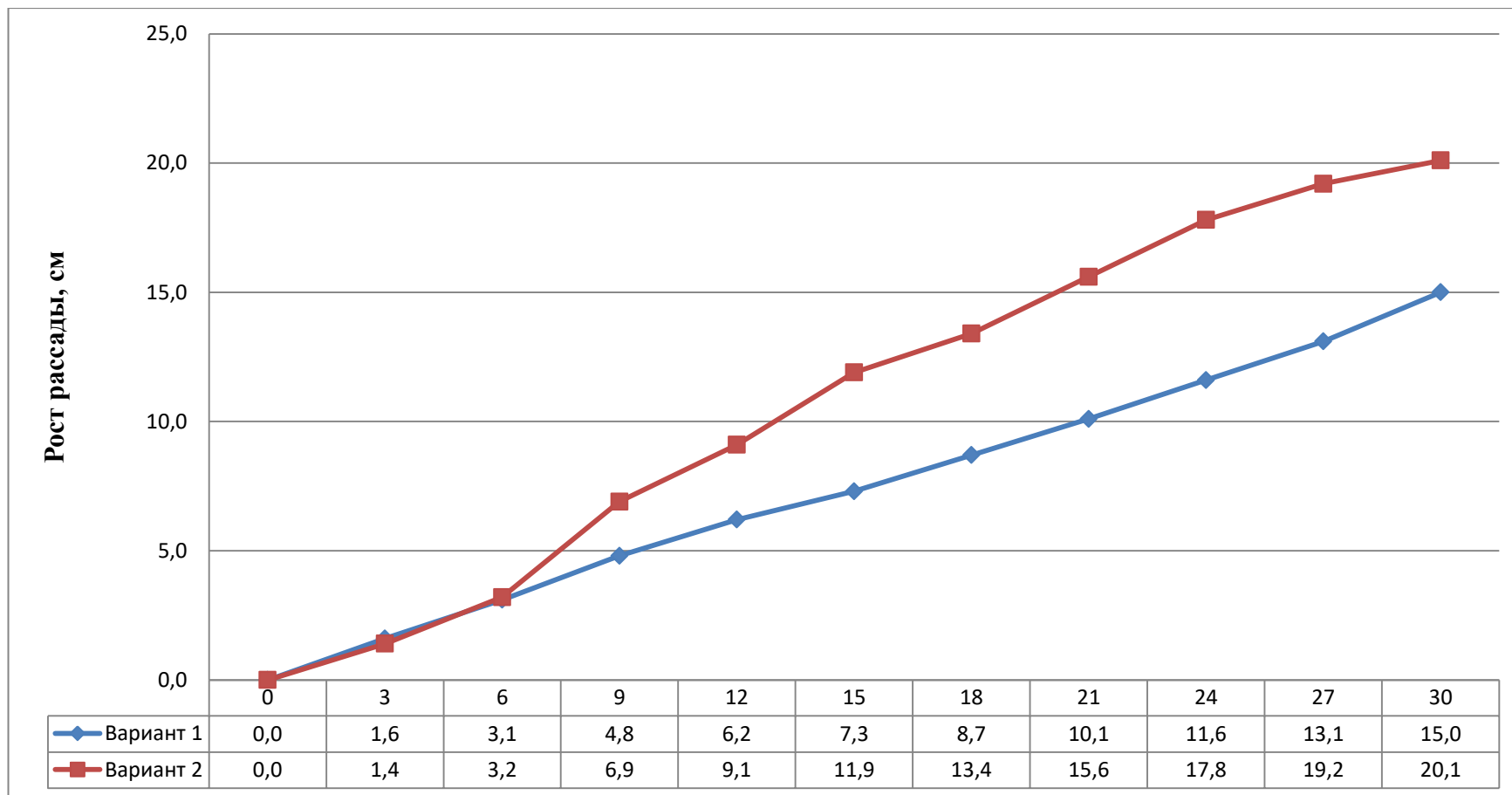


Рисунок 1. График роста рассады бархатцев по дням, см

Заключение

Практика выращивания рассады цветочных культур в тепличных комплексах и садоводами огородниками показывает использование ламп всевозможных конструкций: ламп накаливания, натриевые лампы, люминесцентные лампы, светодиодные лампы (холодные, теплые, нейтральные) цвета, фитолампы (с регулируемым и нерегулируемым спектром). В последние годы наибольшую популярность приобрели фитолампы, однако при этом отсутствуют рекомендации по их спектру, составу, выбору цвета и его продолжительности для каждой их цветочных культур при выращивании рассады.

Для наиболее распространённой цветочной культуры – рассады бархатцев рекомендуют следующий спектр, состав и продолжительность его цветов: красный 10 дней, красно-синий 10 дней и синий 10 дней. Проведенные нами лабораторные опыты показали низкую эффективность этих общепринятых рекомендаций. Рекомендованные нами и подтвержденные лабораторными опытами спектр красный цвет 12 дней, красно-синий цвет 12 дней и синий цвет 12 дней его состав цветов и продолжительность дней выращивания рассады показали свою эффективность, и рассада при этом режиме характеризуется «коренастостью» и лучшей приживаемостью при высадке в открытый грунт. Увеличение срока освещения на два дня красным и красно-синим цветом направлено на усиленное развитие корневой системы и листовой поверхности.

Литература

1. Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В. Влияние глубины посадки на морфологические и биологические признаки бархатцев отклоненных [Электр. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал.- 2023.- № 4. С. 3-8.
2. Ю.Г. Безбородов Теория и практика полива сельскохозяйственных культур / Ю.Г. Безбородов. – Ташкент: АО «Агросаноат ахбороти», 1998.- 98 с.

3. Ю.Г. Безбородов Орошение сельскохозяйственных культур в аридной зоне / Ю.Г. Безбородов, А.Г. Безбородов. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – 545 с.
4. В.С. Груздев, С.В. Суслов. Изменение состава и структуры компонентов ландшафтов лесной зоны в условиях техногенеза: монография: М.: «ИНФРА-М», 2023. С. 90.
5. М.Ю. Егоров, Г.С. Корнилова. Анализ существующих устройств и технологий для дополнительного освещения рассады. Вестник НГИЭИ. г. Княгинино. № 11. 2021. С. 17-27.
6. Губина А.А., Левин Е.В., Романович М.М., Дегтерев А.Е., Патоков Н.О., Ламкин И.А., Тарасов С.А. Определение оптимального состава излучения светодиодной фитолампы для стимуляции развития семян моркови и томата. Известия вузов России. Радиоэлектроника. Санкт-Петербург. 2022. Т. 25, № 3. С. 62-75.
7. Козлова И.В. Влияние освещения различными типами ламп на рост и развитие растений томата. Рисоводство. «ФНЦ риса». г. Краснодар. № 1, 2022. С. 65-70.
8. В.В. Чулкова Особенности использования почвенных смесей при возделывании декоративных растений //Аграрное образование и наука. 2021. № 2. С. 2-8.
9. Звягина А.С., Житникова Е. И. Подбор почвосмесей для выращивания рассады// Кубанский ГАУ № 182, 2022. С. 71-80.
10. Лысиков А.Б. Особенности рассыпных и пакетированных грунтов, предназначенных для выращивания посадочного материала и озеленительных работ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 6. С. 23-28.

References

1. Prokop'eva N.N., Samohvalov K.V. Vliyanie glubiny posadki na morfologicheskie i biologicheskie priznaki barhatcev otklonennyh [Effect of

planting depth on morphological and biological traits of velvet rejected] [Elektr. resurs] // AgroEkoInfo: Elektronnyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal.- 2023.- № 4. S. 3-8.

2. YU.G. Bezborodov Teoriya i praktika poliva sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Theory and practice of irrigation of agricultural crops] / YU.G. Bezborodov. – Tashkent: AO «Agrosanoat ahboroti», 1998.- 98 s.

3. YU.G. Bezborodov Oroshenie sel'skohozyajstvennyh kul'tur v aridnoj zone [Irrigation of agricultural crops in the arid zone] / YU.G. Bezborodov, A.G. Bezborodov. – Moskva: Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet - MSKHA im. K.A. Timiryazeva, 2013. – 545 s.

4. V.S. Gruzdev, S.V. Suslov. Izmenenie sostava i struktury komponentov landshaftov lesnoj zony v usloviyah tekhnogeneza: [Change in the composition and structure of components of forest landscapes in the conditions of technogenesis] monografiya: M.: «INFRA-M», 2023. S. 90.

5. M.YU. Egorov, G.S. Kornilova. Analiz sushchestvuyushchih ustrojstv i tekhnologij dlya dopolnitel'nogo osveshcheniya rassady. [Analysis of existing devices and technologies for supplemental lighting of seedlings] Vestnik NGIEI. g. Knyaginino. № 11. 2021. S. 17-27.

6. Gubina A.A., Levin E.V., Romanovich M.M., Degtarev A.E., Patokov N.O., Lamkin I.A., Tarasov S.A. Opredelenie optimal'nogo sostava izlucheniya svetodiodnoj fitolampy dlya stimulyacii razvitiya semyan morkovi i tomata. [Determination of the optimal radiation composition of an LED phytolamp for the stimulation of carrot and tomato seed development] Izvestiya vuzov Rossii. Radioelektronika. Sankt-Peterburg. 2022. T. 25, № 3. S. 62-75.

7. Kozlova I.V. Vliyanie osveshcheniya razlichnymi tipami lamp na rost i razvitie rastenij tomata. [Effect of illumination by different types of lamps on the growth and development of tomato plants. Rice farming.] Risovodstvo. «FNC risa». g. Krasnodar. № 1, 2022. S. 65-70.

8. V.V. CHulkova Osobennosti ispol'zovaniya pochvennyh smesej pri vozdeleyvanii dekorativnyh rastenij [Features of the use of soil mixtures in the

cultivation of ornamental plants] //Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2021. № 2. S. 2-8.

9. Zvyagina A.S., ZHitnikova E. I. Podbor pochvosmesej dlya vyrashchivaniya rassady [Selection of soil mixtures for growing seedlings] // Kubanskij GAU № 182, 2022. S. 71-80.

10. Lysikov A.B. Osobennosti rassypnyh i paketirovannyh gruntov, prednaznachennyh dlya vyrashchivaniya posadochnogo materiala i ozelenitel'nyh rabot [Features of packed and packed soils intended for growing planting material and landscaping works] // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2020. № 6. S. 23-28.

© *Климов А.П., Суслов С.В., Безбородов А.Г., Безбородов Ю.Г., 2026.*

International agricultural journal, 2026, № 4, 76-93.