

УДК 635-1

ТУТОРИАЛ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СОЗДАНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ОВОЩЕЙ И ЗЕЛЕНИ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ НА ПЛАТФОРМЕ AGE-TECH

Медведев Артем Владимирович, научный сотрудник, аспирант, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9, artemedwedew@rambler.ru

Тихонова Маргарита Константиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела оросительных мелиораций, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9, vnioz@yandex.ru

В статье представлена информация о новом тренде в развитии мировой экономики – сегменте цифровых технологий для пожилых людей – Age-Tech. Показано, что период изоляции, вызванной пандемией COVID-19, пожилые люди, особенно в городах, испытывают резкую потребность в общении с природой, удовлетворении творческих способностей. Предложенная в статье экспериментальная установка по выращиванию овощей в домашних условиях (в закрытом грунте и на малых площадях), сконструированная учёными ФГБНУ ВНИИОЗ совместно со студентами Волжского политехнического института (филиал) ВолгГТУ, отчасти позволяет удовлетворить эти устремления, а также иметь под рукой свежие овощи для рациона, хоть и в небольшом количестве. Представлен tutorial разработки экспериментальной установки по возделыванию зелени и овощей, показано влияния освещённости от разного типа светодиодов (красного спектра – 630–660 и 660–730 нм; синего спектра – 400–425 нм; ультрафиолетового излучения в диапазоне 380–400 нм) на рост, формирование зелёной массы, урожайность томатов и огурцов. В роли основного источника света были использованы белые светодиоды с температурой: 3 000–4 500 К. В 2021 г. исследование продолжается, осуществляется подбор сортов и гибридов растений для возделывания в домашних условиях, автоматизирована установка по поливу, подкормке растений, рассчитан оптимальный уровень энергообеспечения установки, внесены изменения в программу для ЭВМ для обработки данных о температуре, влажности, скорости прироста зелёной массы и др. Доказано, что в домашних условиях пожилые люди могут сами конструировать мини-теплицы, получать в них урожай свежих овощей при соблюдении режима освещения, полива, подкормки.

Ключевые слова: Age-Tech, пандемия, экспериментальная установка, комплектующие и освещённость мини-теплицы, овощные культуры закрытого грунта, освещённость, светодиоды

AGE-TECH AND AGROTECHNICAL SOLUTIONS FOR CREATING AN EXPERIMENTAL PLANT FOR PRODUCING VEGETABLES AND GREENS UNDER PANDEMIC INSULATION

Medvedev Artem Vladimirovich, Researcher, postgraduate student, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, 9 Timiryazeva St., Volgograd, 400002, Russian Federation, artemedwedew@rambler.ru

Tikhonova Margarita Konstantinovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Irrigation Reclamation, Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, 9 Timiryazeva St., Volgograd, 400002, Russian Federation, vnioz@yandex.ru

The article provides information on a new trend in the development of the global economy – the digital technology segment for the elderly – Age-Tech. It has been shown that the period of isolation caused by the COVID-19 pandemic, the elderly, especially in cities, have a strong need to communicate with nature, to satisfy rationalization ideas. The proposed experimental plant for growing vegetables at home (indoors in small areas), designed by scientists from the VNIIOZ FGBNU together with students of the Volga Polytechnic Institute (branch) of VolgSTU, partly allows you to satisfy these aspirations, in addition, to have fresh vegetables to provide a healthy diet. A tutorial on the development of an experimental plant for the cultivation of vegetables is presented, the effect of illumination from different types of LEDs (red spectrum 630–660 nm and 660–730 nm; blue spectrum 400–425 nm; ultraviolet radiation in the range – 380–400 nm) on growth, formation of green mass, yield is shown tomatoes and cucumbers. White LEDs with a temperature of 3000-4500K were used as the main light source. In 2021, the study will continue, the selection of varieties and hybrids of plants for cultivation at home will be carried out, the installation for irrigation and feeding of plants will be automated, the optimal level of power supply of the installation has been calculated, changes have been made to the computer program for processing data on temperature, humidity, and the growth rate of green masses, etc. It has been proved that at home, elderly people can design mini greenhouses by themselves, get a harvest of fresh vegetables in them, subject to a certain mode of lighting, watering, feeding.

Keywords: Age-Tech, pandemic, experimental setup, accessories and illumination of mini greenhouses, vegetable crops of closed ground, illumination, LEDs

Введение. В условиях кризиса, вызванного пандемией COVID-19, обеспечение условий для нормальной жизнедеятельности и творчества пожилого человека представляется весьма актуальным [17]. Продолжительность жизни и трудовой деятельности человека в большей степени определяется его настроением и состоянием здоровья. В отдельных странах ОЭСР для оценки трудового потенциала людей старшего возраста применяется Методика EuroQol EQ-5D Scale (EQ-5D). Это исследовательский инструмент, который позволяет измерить здоровье и душевное состояние. Способность к мобильности, повседневной активности, душевному спокойствию и творчеству основные критерии оценки пожилых людей. Исследования учёных Волгограда показали, что у пожилых людей сформировалось несколько подходов в установлении ценностных ориентиров: первый – следование традициям,

сложившимся на протяжении веков; второй – стремление к повышению социального статуса в обществе; третий – усиление духовной сопричастности. В условиях изоляции, вызванной COVID-19, стал складываться новый тип поведения: стремление обеспечить безопасность себе и членам семьи, усиление внимания к значимости других людей, что усиливает требование к себе, уменьшение контактов с людьми, которые вызывают раздражение, расширение круга продуктивных полезных знакомств, в том числе онлайн. Повысить качество жизни пенсионеров можно через внедрение государственного социального стандарта, имеющего две группы услуг: обеспечение пожилого человека определённым набором товаров и услуг, гарантируемых государством; установление стандарта жизнедеятельности на основе расчётных норм по ряду жизненно важных показателей, в том числе условий для творчества [18; 19]. Значительный рост населения групп 50+...70+ – один из главных демографических трендов ближайших десятилетий. Согласно данным Росстата, численность пожилых людей-пенсионеров в России достигла 43 млн, из них 31 млн проживает в городах. Показателем продолжительности трудовой деятельности, хорошего настроения является здоровье [5].

На сегодняшний день, одним из быстрорастущих мировых рынков является Age-Tech – товары и услуги именно для пожилых людей. Представляет определённый интерес использование цифровых технологий, сосредоточенных в «умном доме» [3; 18]. Пандемия COVID-19, вызвавшая длительную изоляцию людей, оказала огромное влияние на потребительское поведение. Прежде всего это выразилось в ограничении посещения магазинов и рынков, необходимости иметь запасы продуктов длительного хранения, а также возможности удовлетворения творческих идей, желании общаться с природой, выращивать растения. Определённый интерес для людей пожилого возраста может вызвать экспериментальная установка по выращиванию овощей на малых площадях в домашних условиях, разработанная учёными ФГБНУ ВНИИОЗ и студентами Волжского политехнического института (филиал) ВолгГТУ [2].

Целью исследования стало изучение агротехнических возможностей, конструирование экспериментальной установки по возделыванию овощей, изучение влияния освещённости растений с помощью светодиодов, которые являются эффективными и экономичными преобразователями электрической энергии в фотоны видимого спектра. В теплицах промышленного типа можно собирать урожай овощей 2 или 3 раза в год, при этом добиться средней урожайности овощей в 36,8 кг/м² в год за счёт использования интенсивных технологий, качественного семенного материала, современных средств защиты растений и высокоэффективных минеральных удобрений, в малых домашних теплицах эти результаты значительно скромнее [2].

Материалы и методы исследований

Гипотеза исследования – научное предвидение поведения пожилых людей в условиях пандемии, удовлетворения их творческих способностей

включала: обработку информация с сайтов Интернета (в том числе: elibrary.ru, scholar.google.ru; aliexpress.ru, biorxiv.org), подготовку чертежей и монтаж экспериментальной установки для выращивания овощей в домашних условиях. Общая площадь экспериментальной площадки – 1,2 м² (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки для выращивания овощей в домашних условиях (фото Д. А. Попова)

Конструкция угловых перфорированных опор позволяет регулировать уровень размещения полок для горшков с растениями. В расчёт бралось частичное отражение света листьями фольгированного вспененного полипропилена. В установке на алюминиевом П-образном профиле 30 см × 50 см × 30 см смонтированы светильники максимальной мощностью 81 Вт, состоящие из 9 светодиодов (потребление электроэнергии составляет 900 мА). Соединение светодиода с поверхностью профиля осуществлялось с помощью 4 болтов диаметром 3 мм, тепловой контакт обеспечивался термопастой. Нагрев светильников достигал 60–70 °С, что не было критическим для растений, но потребовало внесения изменений в конструкцию теплоотвода [1; 4]. Базовым условием по освещению была необходимость иметь 24 000–25 000 лк на площади 1,2 м². Изучение влияния спектральных составляющих искусственного света на урожайность овощных культур (томатов и огурцов) проводилось по следующей схеме: красный спектр – 630–660 и 660–730 нм; синий спектр – 400–425 нм; ультрафиолетовое излучение в диапазоне 380–400 нм [6]. По условиям эксперимента в установке потребовалось создать освещённость 24 000–25 000 лк. В качестве основного источника света использовались белые светодиоды с температурой 3000–4500 К (табл. 1) [1; 8; 9].

Таблица 1

**Характеристика светильников, используемых в экспериментальной установке
по выращиванию овощей в домашних условиях.**

Тип светильника	Мощность, Вт	Напряжение питания, В	Световая температура, К	Длина волны светодиода, нм	Освещённость у поверхности, лк	Освещённость верхней трети, лк
Открытый белый	60–70	12	4 000	–	1 000	4 000
Открытый красный, синий	48,2	12	–	660, 425	–	–
Открытый теплый белый	60–70	12	3 000	–	2 000	8 000
Открытый белый	60–70	12	4 000	–	3 000	12 000
Открытый теплый белый	60–70	12	3 000	–	3 700	16 000
Экспериментальный, белый, светодиоды с высоким CRI	40–60	36	4 500	–	3 200	18 000
Экспериментальный, белый, светодиоды другой конструкции.	30	36	4 000	–	1 700–2 200	22 000–24 000

Для определения температуры использовался датчик Xiaomi Mi Temperature and Humidity Sensor, для определения влажности почвы датчик Lab. Данные приборы работали в режиме реального времени и передавали информацию на компьютер (рис. 2).

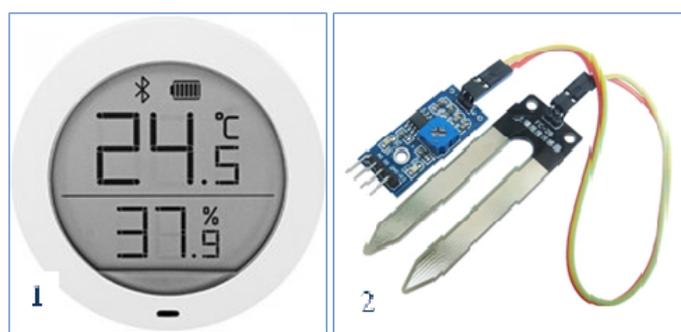


Рис. 2. Приборы для снятия показаний по температуре и влажности с функцией передачи на компьютер: 1 – датчик температуры и влажности Xiaomi Mi; 2 – датчик влажности почвы Fon Lab

В опытах использовались огурцы сортов Зозуля и Емеля, гибриды томатов Розамарин F1, Звезда Сибири F1. При проведении исследования использовались следующие методы: наблюдение, обобщение, анализ, измерение, сравнение. Изучалась литература о биологических особенностях огурцов и томатов, агротехнические особенности возделывания; условия выращивания

в мини-теплице (закрытом грунте), проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием [10; 11; 13–15]. При выборе сортообразцов внимание было обращено на самоопыляемые и партенокапические сорта. Ход полевого опыта включал: подготовку грунта, замачивание семян, высадку пророщенных семян в грунт под пластиковые стаканы, уход за растениями (полив, подкормка, проветривание, прищипывание, пасынкование, подвязывание), сбор урожая. Во время эксперимента велся полевой дневник, в котором отображались фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, а также проводимые во время исследования агротехнические мероприятия. Вкусовые качества (внешний вид, вкус, запах) полученных плодов, томатов и огурцов, оценивались по 3-балльной шкале: 1 – невкусные, 2 – средневкусные, 3 – вкусные.

Результаты исследований и их обсуждение

Для реализации цели исследования был разработан tutorial, который включал: изучение технических, биологических и экономических критериев создания экспериментальной установки; выбор приборов и комплектующих; приобретение грунта, семян, удобрения; проектирование и строительство стеллажа.

Ход исследования по определению необходимого освещения. На начальном этапе освещённость растений в горшках на уровне пола составляла 3 000 лк. При данном уровне освещённости у растений наблюдался крайне медленный рост, фототропия, истончение листьев и стеблей. Огурцы сортов Зозуля и Емеля показывали наибольший рост. Томаты сортов Розамарин F1 и Звезда Сибири F1 росли крайне медленно. На втором этапе, при добавлении светильника с красным излучением 660 нм, рост растений в высоту замедлился, началось увеличение массы листьев и толщины стебля. Измерение освещённости смешанными спектральными составляющими по причине чувствительности датчика люксметра оказалось некорректным: вдвое меньшие от реальности у светоизлучающей поверхности светодиода (10 000 лк у красного против 22 000 лк, у белого – 4 000 К) (рис. 3).



Рис. 3. Состояние растений на 1 и 2 этапах эксперимента (фото Д. А. Попова)

Вскоре стало понятно, что требуется установка дополнительных резисторов в цепь питания светодиодов и понижения их фактической мощности до 6–8 Вт на единицу. Температура светильника при этом составила +30...+45 °С. На 3–5 этапах добавление количества светильников оказало положительное влияние на рост овощных растений, лианы огурцов вышли за пределы стеллажа (рис. 4).



Рис. 4. Состояние растений на 3 этапе эксперимента (фото Д. А. Попова)

Было отмечено уменьшение освещённости на нижних полках стеллажа, что обуславливается затемнением от верхних растений. На этих этапах был получен первый урожай огурцов. В ходе 6 этапа была пересмотрена конструкция исходных светильников. Для более детального изучения характеристик светильников, теоретической возможности применения других технических решений были разработаны и построены два светильника новой конструкции со светодиодами на 36 Вт, что позволило сэкономить на проводах подключения и токоограничительных резисторах (рис. 5) [6; 8; 9; 12; 19].



Рис. 5. Светильники с обычными светодиодами 10 Вт (фото А. В. Медведева, Д. А. Попова)

В установку были внесены дополнительные светильники с новыми типами светодиодов (рис. 6) [8; 9].



Рис. 6. Экспериментальные светильники со светодиодами 36 Вт (фото А. В. Медведева, Д. А. Попова)

На этих этапах изучались технические характеристики светильников, их оптимальные параметры с точки зрения временных затрат на отладку к параметрам теплоотвода и электропитания. В результате был составлен общий план размещения светильников, который должен использовать в эксперименте в 2021 г. За весь период полив растений осуществлялся на основе данных о температуре и влажности воздуха в комнате, влажности почвы в горшках с растениями (табл. 2).

Таблица 2

Полив растений в экспериментальной установке (2020 г.)

Наименование	Влажность почвы, %	Температура воздуха, °С	Полив
Томат сортов Розамарин F1, Звезда Сибири F1	85–90	+23...+25	Полив 2 раза в неделю по 2 л на каждое растение. В период цветения – 1 или 2 раза в неделю по 5 л на одно растение. В период созревания – 2 раза в неделю по 3 л на 1 растение
Огурец сортов Зозуля, Емеля	90	+23...+26	Полив из расчёта 5 л воды на 1 м ² почвы. Вода комнатной температуры на всех стадиях роста огурцов

Подкормка растений осуществлялась термически обработанным перегноем. В ходе эксперимента был получен урожай огурцов в размере 10 кг / мес. от трёх растений, что подтверждает, что растения могут полноценно развиваться с таким источником света, как белый светодиод. Урожай помидоров в экспериментальной установке мог быть выше, если бы проводилось искусственное опыление растений (рис. 7).



Рис. 7. Урожай томатов и огурцов, полученный в ходе эксперимента (фото А. В. Медведева)

Качество плодов у растений на трёх уровнях установки оказалось разным. При затенённом нижнем ярусе, плоды у огурцов были по размеру небольшие, на среднем ярусе были максимально большими и сочными, а на верхнем ярусе плодов было совсем немного. Стебли (лианы) огурцов, вышедшие за пределы установки, наглядно показывают, как условия освещения повлияли на рост и развитие растений. Растения, получавшие меньше освещённости, отличались мелкими листьями, увеличенным междуузлем, отсутствием N -го количества плодов. Вкус огурцов в зоне освещения красными светодиодами был более сладким и насыщенным [3; 4; 10].

Заключение. Проведённое исследование показывает, что на небольших площадях в домашних условиях можно создавать теплицы, получать свежие овощи при соблюдении определённого режима освещения, полива, подкормки. Экспериментальная установка, полученная в ходе исследования, может заинтересовать людей пожилого возраста, которые живут в городах и не имеют дач или огородов. Для них будет интересным наблюдение за ростом растений, образованием завязи, получением урожая. Проводимое исследование рассчитано на два года, в 2021 г. планируется осуществить подбор сортов и гибридов растений для возделывания в домашних условиях, автоматизировать установку в области полива, подкормки и энергообеспечения, внести изменения в программу, которая будет обрабатывать данные с датчиков температуры и влажности, продолжить исследование по подбору светильников с расширенными спектральными данными.

Авторы выражают благодарность магистру ФГБУ ВО Волжского политехнического института (филиал) ВолГТУ Д. А. Попову за предоставленные фотографии и помощь в подготовке статьи.

Список литературы

1. Громов, П. Радиаторы для светодиодов: расчет площади, выбор материала, изготовление своими руками / П. Громов, В. Зверев. URL: <https://ledjournal.info/spravochnik/radiator-dlya-svetodiodov.html>.
2. Медведева, Л. Н. Новый инвестиционный вектор инновационного развития АПК России – тепличное хозяйство / Л. Н. Медведева, С. А. Манжина, С. В. Куприянова // Современная аграрная экономика: наука и практика : сб. Междунар. науч.-практич. конф. – Минск, 2018. – С. 144–146.
3. Медведев, А. В. Агротехнические решения на площадке AGE-TECH в условиях пандемии covid-19 / А. В. Медведев // Актуальные проблемы АПК и инновационные пути их решения : сб. ст. – Курган, 2021. – С. 506–510.
4. Попов, Д. А. Агротехническое решение создания минитеплицы для возделывания овощей в домашних условиях / Д. А. Попов, А. В. Медведев // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам : сб. науч. тр. По результатам работы V Междунар. молодежной науч.-практич. конф. – 2020. – С. 148–153.
5. Социально-экономический потенциал сельского населения пенсионного возраста в реализации стратегии развития АПК России : монография / Л. Н. Медведева, М. А. Тимошенко. – Волгоград : Издатель ИП «Алешина Н. Н.», 2019. – 180 с.
6. Спасительная прохлада, или теплоотвод для мощных светодиодных матриц. – URL: <https://www.compel.ru/lib/56908>.
7. Тараканов, И. Г. Возможности регулирования роста растений. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=_hDF80uD2w0.
8. Шаракшанэ, А. С. Простая оценка PPFD при освещении растения белыми светодиодами 1000 лк = 15 мкмоль/с/м². – URL: <https://habr.com/ru/post/411099/>.
9. Шаракшанэ, А. С. Освещение растений белыми светодиодами. – URL: <https://habr.com/ru/post/406663/>.
10. Akand, M. H. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) As influenced by different level of gibberellic acid application / M. H. Akand, H. E. M. K. Mazed, M. A. Islam, M. A. I. Pulok, M. H. N. Chowdhury, J. F. Moonmoon // Int. J. of Appl. Res. – 2015. – Vol. 1, № 3. – P. 71–74.
11. Chauhan, S. A. Effect of plant growth regulators on seed yield and its parameters of tomato (*Lycopersicon esculentum*l) / S. A. Chauhan, N. B. Patel, D. R. Mehta, J. B. Patel [и др.] // Int. J. of Agric. Sci. – 2017. – Vol. 9 (8). – P. 3906–3909.
12. COB LED высокой мощности. – URL: <https://aliexpress.ru/item/32811656870.html>.
16. Luminus CXM-14 COB LED. – URL: <https://aliexpress.ru/item/32955204016.html>.
17. Melikhov, V. V. Green Technologies: The Basis for Integration and Clustering of Subjects at the Regional Level of Economy / V. V. Melikhov, A. A. Novikov, L. N. Medvedeva, O. P. Komarova // Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. – Springer International Publishing AG, 2017. – P. 365–382.
18. Medvedev, A. V. Neural network, ecological ecotone and tele-health in the development of rural areas during the crisis period caused by the pandemic Covid-19 / A. V. Medvedev, L. N. Medvedeva, M. V. Moskovets, S. S. Shalaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 786 (1). – P. 012032.

19. Sharakshane, A. S. White LED Lighting for Plants. – URL: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/215095v1.full>.

References

1. Gromov, P., Zverev, V. *Radiatory dlya svetodiodov: raschet ploshchadi, vybor materiala, izgotovlenie svoimi rukami* [Radiators for LEDs: the calculation of the area, the choice of material, the manufacture of your own hands]. Available at: <https://ledjournal.info/spravochnik/radiator-dlya-svetodiodov.html>.

2. Medvedeva, L. N., Manzhina, S. A., Kupriyanova, S. V. Novyy investitsionnyy vektor innovatsionnogo razvitiya APK Rossii – teplichnoe khozyaystvo [New Investment Vector Innovation Development of the APK of Russia – Greenhouse Economy]. *Sovremennaya agrarnaya ekonomika: nauka i praktika* [Modern Agrarian Economy: Science and Practice]. Minsk, 2018, pp. 144–146.

3. Medvedev, A. V. Agrotekhnicheskie resheniya na ploshchadke AGE-TECH v usloviyakh pandemii Covid-19 [Agrotechnical solutions at the Age-flow site under the conditions of the Pandemic of Covid-19]. *Aktualnye problemy APK i innovatsionnye puti ikh resheniya* [Actual APK problems and innovative ways to solve them]. Kurgan, 2021, pp. 506–510.

4. Popov, D. A., Medvedev, A. V. Agrotekhnicheskoe reshenie sozdaniya miniteplitsy dlya vozdeleyvaniya ovoshchey v domashnikh usloviyakh [Agrotechnical solution to create miniplants for cultivation of vegetables at home]. *Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov – regionam* [Young researchers of agro-industrial and forest complexes - regions], 2020, pp. 148–153.

5. Medvedeva, L. N., Timoshenko, M. A. Sotsialno-ekonomicheskiy potentsial selskogo naseleniya pensionnogo vozrasta v realizacii strategii razvitiya APK Rossii [Socio-economic potential of the rural population of the retirement age in the implementation of the development strategy of the APK of Russia]. Volgograd, Publisher IP “Aleshina N. N.”, 2019, 180 p.

6. *Spasitelnaya prokhlada, ili teplootvod dlya moshchnykh svetodiodnykh matrits* [Saving coolness, or heat sink for powerful LED matrices]. Available at: <https://www.compel.ru/lib/56908>.

7. Tarakanov, I. G. *Vozmozhnosti regulirovaniya rosta rasteniy* [Plant growth regulation]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=hDF80uD2w0>.

8. Sharakshane, A. S. *Prostaya otsenka PPFd pri osveshchenii rasteniya belymi svetodiodami 1000 lk = 15 mkmol/s/m²* [Easy assessment of the PPD when plant illumination with white LEDs 1000 lk = 15 μmol / s / m²]. Available at: <https://habr.com/ru/post/411099/>.

9. Sharakshane, A. S. *Osveshchenie rasteniy belymi svetodiodami* [Plant lighting with white LEDs]. Available at: <https://habr.com/ru/post/406663/>.

10. Akand, M. H., Mazed, H. E. M.K., Islam, M. A., Pulok, M. A. I., Chowdhury, M. H. N., Moonmoon J. F. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) As influenced by different level of gibberellic acid application. *Int. J. of Appl. Res.*, 2015, vol. 1, no 3, pp. 71–74.

11. Chauhan, S. A., Patel, N. B., Mehta, D. R., Patel, J. B. [et al.]. Effect of plant growth regulators on seed yield and its parameters of tomato (*Lycopersicon esculentum*l). *Int. J. of Agric. Sci.*, 2017, vol. 9 (8), pp. 3906–3909.

12. *COB LED vysokoy moshchnosti* [High power COB LED]. Available at: <https://aliexpress.ru/item/32811656870.html>.

16. *Luminus CXM-14 COB LED*. Available at: <https://aliexpress.ru/item/32955204016.html>.

17. Melikhov, V. V., Novikov, A. A., Medvedeva, L. N., Komarova, O. P. Green Technologies: The Basis for Integration and Clustering of Subjects at the Regional Level of Economy. *Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth*. Springer International Publ. AG., 2017, pp. 365–382.

18. Medvedev, A. V., Medvedeva, L. N., Moskovets, M. V., Shalaeva, S. S. Neural network, ecological ecotone and tele-health in the development of rural areas during the crisis period caused by the pandemic Covid-19. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 786 (1), p. 012032.

19. Sharakshane, A. S. *White LED Lighting for Plants*. Available at: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/215095v1.full>.