

УДК 635.522
МРНТИ: 68.35.51:34.31.27

Джантасова Айгерим Сериковна, магистр сельскохозяйственных наук, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-7106-2749>

Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства, г.Алматы, пр.Гагарина, 238/5, 050060, Казахстан, aigerim-jantasova@mail.ru

Нусупова Айгуль Орысбековна, кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>

Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства, г.Алматы, пр.Гагарина, 238/5, 050060, Казахстан, aigul.nusupova.65@mail.ru

Джантасов Серик Кажиханович, кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-3155-0676>

Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Абая 8, 050010, Казахстан, jantassov.serik@kaznaru.edu.kz

Турбекова Арысгуль Сапаралиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-9689-4509>

Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, г.Нур-Султан, пр.Жеңіс, 62, 010011, Казахстан, arysgul.turbekova.67@mail.ru

Jantassova Aigerim Serikovna, Master of Agricultural Sciences, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-7106-2749>

Fruit & Vegetable Research Institute, Almaty c., Gagarin 238/5 av., 050060, Kazakhstan, aigerim-jantasova@mail.ru

Nusupova Aigul Orysbekovna, Candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>

Fruit & Vegetable Research Institute, Almaty c., Gagarin 238/5 av., 050060, Kazakhstan, aigul.nusupova.65@mail.ru

Jantassov Serik Kazhihanovich, Candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-3155-0676>

Kazakh National Agrarian University, Almaty c., Abai 8 av., 050010, Kazakhstan, jantassov.serik@kaznaru.edu.kz

Turbekova Arysgul Saparaliyevna, Candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-9689-4509>

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullina, Nur-Sultan c., Kerey and Zhanibek khans, 14B av., 010011, Kazakhstan, arysgul.turbekova.67@mail.ru

**ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ЛИСТОВОГО САЛАТА НА ГИДРОПОННЫХ
УСТАНОВКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СВЕТОДИОДНЫХ
СВЕТИЛЬНИКОВ**
**EVALUATION OF LETTUCE PRODUCTIVITY ON HYDROPONIC INSTALLATIONS
USING DOMESTIC LED LAMPS**

Аннотация

Актуальность данного исследования обусловлена с тем, что отсутствие готовых к применению технологий выращивания овощных культур с применением энергоэффективных светодиодных светильников, адаптированных к условиям культивационных сооружений Казахстана, являются основными сдерживающими факторами в овощеводстве защищенного грунта. Решение стратегической задачи по развитию данного направления требует научно-обоснованных технологических и экономических исследований для производства конкурентоспособной овощной продукции.

В опытах были применены экспериментальные экземпляры тепличных светодиодных светильников-облучателей на листовом салате предназначенные для использования в качестве источника фотосинтетической активной радиации при выращивании растений стеллажных системах.

Опыты проводились согласно методических рекомендаций по проведению опытов с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта на базе инновационной теплицы Казахского национального аграрного исследовательского университета. В статье представлены результаты биометрических и фенологических наблюдений. По результатам полученных данных экономическая эффективность применения светодиодных светильников составили от 23,8 до 42,8% по сравнению с контрольным вариантом (16,7%).

Практическая ценность предлагаемой технологии в том, что ее внедрение позволит сэкономить значительные денежные средства, гарантирует занятость населения обеспечит дополнительные рабочие места в культивационных сооружениях по выращиванию овощной продукции.

ANNOTATION

The relevance of the study is due to the fact that the lack of ready-to-use technologies for growing vegetable crops using energy-efficient LED lamps, adapted to the conditions of cultivation facilities in Kazakhstan, are the main limiting factors in greenhouse vegetable growing. The solution of the strategic task for the development of this area requires scientifically grounded technological and economic research for the production of competitive vegetable products.

Experimental specimens of greenhouse LED lamps-irradiators on leaf lettuce were used in the experiments, intended for use as a source of photosynthetic active radiation (PAR) when growing plants in shelving systems.

The experiments were carried out according to the methodological recommendations for conducting experiments with vegetable crops in protected ground structures. The article presents the results of biometric and phenological observations. According to the results of the data obtained, the economic efficiency of using LED lamps ranged from 23.8 to 42.8% compared with the control option (16.7%).

The practical value of the proposed technology is that its implementation will save significant money, guarantee employment for the population, and provide additional jobs in cultivation facilities for growing vegetables.

Ключевые слова: салат, гидропоника, теплица, продуктивность, ярусные технологии, досветка.

Key words: lettuce, hydroponics, greenhouse, productivity, tiered technologies, supplementary lighting.

Введение. В производстве овощной продукции значительная роль отведена зеленым и пряно-вкусовым культурам, так как с небольшого количества потребляемой зелени наблюдается положительный результат. Выращивание зеленых культур, в связи с непродолжительностью вегетационного периода, можно проводить круглогодично, конвейерным способом, что позволяет выращивать продукцию минимум 4-5 раз за сезон. Данную культуру выращивали и использовали еще в древние времена. В салате содержится большое количество витаминов, сахаров, углеводов, белков, аминокислот, в том числе яблочная, лимонная, щавелевая и янтарная кислоты. В его соке содержится глюкозид лактуцина, а регулярное его употребление способствует образованию холиновых веществ [1].

За последние 30 лет количество видов зеленых листовых культур в мире увеличилось, а их круглогодичное возделывание растет. Первое место по производству и продаже зеленых листовых культур занимает Великобритания, затем Италия, Франция, Испания, Германия, Нидерланды, Португалия. А по некоторым данным, крупнейшим производителем является Китай – 48% мирового производства. Вторая по величине страна-производитель салата – США [2,3]. Годовая норма потребления салата должна составлять около 4,9 кг на человека, однако по факту эти показатели ниже, и составляют в расчете на человека не более 30 г [4]. Вместе с тем жители некоторых стран потребляют в настоящее время в 5 раз больше салата, чем 100 лет назад [5]. Например, в Великобритании производят 750-800 тыс. т салата в год. Это означает, что в пересчете на 1 человека съедается за год 14 кг салата, то есть в 5 раз больше чем моркови и в 15 раз больше чем столовой свеклы. Во Франции потребление в год на 1 человека составляет до 7 кг листьев салата. Италия производит 750-800 тыс. тонн салата в год, а Америка

выращивает 100 тыс. га салата в год, а его средняя рыночная стоимость составляет в около 1,98 млрд. долларов в год [6,7]. В Германии выращивают салат на площади 14 тыс. га, и получают за год до 400-500 тыс.т. В России с 2000 года начали интенсивно заниматься выращиванием салата. В настоящее время он выращивается на площади 800 га, и получают в среднем 15-16 тыс. т. В тоже время при выращивании салата широко используются пестициды и минеральные удобрения, а органическое земледелие еще не так широко применяется [8,9].

К сожалению, в Казахстане выращивание малораспространенных в овощных культур (в том числе салатных) сосредоточено на небольших площадях. По сравнению с другими странами у нас низкое потребление листовой салатной продукции. В основном овощные культуры возделываются в полевых условиях, и только часть из них: томаты, огурцы, баклажаны и частично зеленные культуры в защищенном грунте. Регионы, благоприятными для выращивания овощей сосредоточены на юге и юго-востоке республики, с благоприятные почвенно-климатическими условиями для выращивания данной продукции. Цены на эту продукция, особенно в межсезонье, довольно высоки, но вместе с тем имеется и спрос. В связи с чем большое количество листовой овощной продукции импортируется из соседних стран (Узбекистан, Китай, Кыргызстан и др.). Одной из основных целей, поставленных перед овощеводством, является обеспечение населения в достаточном количестве различными видами овощных культур, а также зелеными листовыми культурами [10].

Среди современных методов возделывания сельскохозяйственных культур особое место занимает гидропоника как экологически безопасная, ресурсосберегающая, обладающая большим потенциалом технология, дальнейшее и совершенствование которой поможет решить глобальные проблемы человечества, важнейшим из которых является обеспечение продовольствием растущего населения нашей планеты. Если в начале XX века население мира составляло 1,5 миллиарда человек, то сегодня оно превысило 7,8 миллиарда. Сейчас остро стоит проблема нехватки продовольствия в развитых странах не из-за чрезмерного потребления, а из-за неблагоприятных климатических условий и отсутствия нормальных условий для выращивания культур. Это связано с опустыниванием больших территорий, засухой, эрозией и засолением большей части сельскохозяйственных угодий земного шара, что приводит к сокращению пахотных земель [11].

Такая ситуация требует дальнейшего повышения урожайности в аграрном секторе, что привело к интенсивному использованию удобрений и пестицидов, насыщающих почву опасными химическими веществами в условиях применения традиционных технологий. Генетически модифицированные продукты не могут полностью обеспечить потребительский рынок, и их влияние на наш организм нельзя считать полностью изученным. Все эти факторы подтверждают необходимость поиска новых, более эффективных методов выращивания культур, одним из которых может быть гидропоника. В конце двадцатого века в растениеводстве новые технологии, которые позволили управлять растениями и изменили способы их выращивания. Почвенная среда для культур не нужна, но в режиме их питания важны следующие элементы: азот, калий, фосфор, кальций, магний, железо, сера и т. если их корневая система в правильной пропорции соприкасается с водной средой со всеми необходимыми элементами, растения успешно растут и развиваются. Этот факт послужил основой для развития гидропоники как нового метода растениеводства [12,13,14].

Сегодня гидропоника доступна как в частных, так и в коммерческих целях. На рынке представлено множество вариантов гидропонных систем, от небольших бытовых установок до крупных промышленных систем. Все больше появляется литературы по гидропонике – периодические издания, учебная литература. В связи с чем для обеспечения потребности населения более доступным отечественным продуктом необходимо налаживать его производство. Повысить продуктивность салатных культур можно за счет новых технологий, одной из которых являются возделывание овощных листовых культур на гидропонных ярусных установках с досветкой. Наиболее энергоэффективные источники для выращивания растений в защищенном грунте в настоящее время могут быть разработаны на основе светодиодных облучателей (СДО). С каждым годом по мере роста цен на электричество проблема модернизации тепличного оборудования, замены традиционных источников досветки тепличных овощных культур светодиодными облучателями становится актуальным [15,16,17].

Особое преимущество предлагаемой технологии в том, что все ее составные элементы –

сырье, материалы, специалисты и научные идеи отечественного происхождения. Ее внедрение, позволит сэкономить значительные денежные средства, гарантирует занятость населения, обеспечит дополнительные рабочие места в отечественных заводах по производству светодиодных светильников и культивационных сооружениях по выращиванию овощной продукции.

Разработка и использование специализированного источника света с регулируемым спектральным составом, интенсивностью и длительностью излучения в соответствии с потребностями конкретного растения позволит не только увеличить урожайность, но и улучшить качество готовой продукции [18,19]. В опытах были применены экспериментальные экземпляры тепличных светодиодных светильников-облучателей для светокультуры растений ABC 1 и ABC 2 отечественного производства (далее – светильники) предназначенные для использования в качестве источника фотосинтетической активной радиации при выращивании растений стеллажных системах. В качестве источника света в светильнике применены энергосберегающие светодиоды в сочетании со специальной отечественной ноу-хау технологией получения оптимального спектра для досветки растений. Отсутствие готовых к применению технологий выращивания овощных культур применением светодиодных светильников, адаптированных к условиям культивационных сооружений Казахстана, являются основными сдерживающими факторами в овощеводстве защищенного грунта. Решение стратегической задачи по развитию данного направления требует научно-обоснованных технологических и экономических исследований для производства конкурентоспособной овощной продукции.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования является салат листовой, выращиваемый на гидропонных культивационных модулях в условиях теплицы.. В опытах применены экспериментальные экземпляры тепличных светодиодных светильников-облучателей для светокультуры растений условными названиями ABC1и ABC2 отечественного производства, предназначенные для использования в качестве источника фотосинтетической активной радиации при выращивании зеленных растений (рисунок 1, таблица 1).



Рисунок 1 – Экспериментальные установки для выращивания листового салата

Экспериментальные установки для выращивания листового салата включают системы светодиодного облучения и системы подачи питательных растворов. Светодиодное облучение включается автоматически. Фотопериод составляет 16 ч. Казахского национального аграрного исследовательского университета при освещении светодиодными облучателями (СДО) и ДНаТ (контроль) в экспериментальных установках.

В исследовательской работе использовались Методические рекомендации по проведению опытов с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта под редакцией Ващенко С.Ф. [20].

Таблица 1 – Варианты освещения в опыте

Варианты	№ варианта	Лампа/ Светильники	Плотность потока фотонов (ППФ), мкмоль/с*м ²	Внешний вид облучателей
ДНаТ (контроль)	1	ДНаТ	120-250	
СДО1	2	ABC -1	120-250	
СДО 2	3	ABC -2	120-220	

Результаты и их обсуждение. В качестве объекта исследования был использован сорт салата Butterhead и 3 лампы искусственного освещения различной мощности. В течение вегетационного периода культуры салата проводились биометрические и фенологические наблюдения.

При проведении фенологических наблюдений, сроки появления всходов оказались одинаковыми. Продолжительность вегетационного периода у сорта составила 59 суток, при этом все варианты были одинаковыми (таблица 2).

Таблица 2 - Фенологические показатели сорта салата Butterhead

вариант	Дата посадки	дни					Период, дни от	
		Появление всходов			созревание		посева до полных сходов	полных всходов до созревания
		10%	50%	75%	10%	75%		
ДНаТ (к)	06.11.20	10.11.20	11.11.20	13.11.20	20.12.20	10.01.21	8	59
СДО 1	06.11.20	10.11.20	11.11.20	13.11.20	20.12.20	10.01.21	8	59
СДО 2	06.11.20	10.11.20	11.11.20	13.11.20	22.12.20	10.01.21	8	59

Наряду с фенологическими наблюдениями были проведены биометрические измерения. Максимальный показатель по высоте растения был в 3 варианте – 20,8 см. Самый низкий показатель в 1 варианте – 14,1 см. Максимальный показатель по диаметру лепестка в 1 варианте – 20,2 см., минимальный в 3 варианте – 18,1 см.

По общему количеству сформированных листьев в варианте: максимальный показатель в 1 варианте 30,1 шт., минимальный в 3 варианте – 24,5 шт. Максимальный показатель по количеству крупных листьев с варианта в 2 варианте – 13,1 штук, минимальный показатель в 1 варианте – 11,2 штук. По количеству средних листьев во всех вариантах существенной разницы не было отмечено. Лучший показатель по количеству мелких листьев был в 1 варианте – 8,2 шт., а самый низкий – в 3 варианте - 3,2 шт. По общей площади листьев (см²): лучший показатель у 1 варианта – 2223 см², самый низкий у 3 варианта – 1853 см² (табл. 3).

Салат относится к числу растений длительного дня и является светолюбивой культурой. При посеве в тени и с частыми посадками из-за недостатка света, в т.ч. и зимой рост и развитие растений салата замедляются. Недостаток света в начале процесса роста приводит к тому, что листовые салаты вытягиваются по всей длине. Также при недостатке света листья удлиняются, стебли вытягиваются, в результате чего снижается урожайность.

Таблица 3 – Биометрические показатели сорта салата Butterhead

Вариан ны	Высо та, см	Диа- метр листа, см	Количество листьев в варианте, шт			Площадь листа						Общ.с вариан та, см ²
			Круп- ные	Средн е	Мел- кие	см ² /1 раст			см ² /вариант			
						Круп- ные	Сред- ние	Мел кие	Круп ные	Сред ние	Мел кие	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ДНаТ (к)	14,1	20,2	11,2	10,7	8,2	120,5	64,2	22,8	1349,6	686,9	186, 9	2223
СДО 1	17,7	19,7	13,1	10,2	4,2	104,3	67,8	21,9	1366,3	691,5	91,9	2150

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
СДО 2	20,8	18,1	11,3	10	3,2	103,7	60,6	23,6	1171,8	606	75,5	1853

Максимальный показатель по урожайности был у 1 варианта, и составил 0,695 кг листьев салата. Второй показатель был у СДО1 (2 вариант) - 0,563 кг. Минимальный показатель был в 3 варианте – 0,408 кг (таблица 4).

Таблица 4 – Продуктивность сорта салата Butterhead

Варианты	Средняя урожайность, г		% от контроля
	с 1 растения	с деланки	
ДНаТ (к)	0,116	0,695	-
СДО 1	0,0943	0,563	81,0
СДО 2	0,0683	0,409	58,8
Ошибка средней НСР(05)	0,04	0,12	

Для расчета рентабельности установки с досветкой необходимо рассчитать издержки производства. При выращивании салата на гидропонных установках к главным затратам относятся: семена, субстраты, кассеты для посадки семян, затраты на приготовление питательного раствора. Кроме того, затраты на электроэнергию и оборудование, необходимое для гидропонной технологии.

В экспериментальных работах, учитывая продолжительность светового дня в качестве дополнительного фактора, мы определили время включения осветительных ламп, используемых при выращивании салата на гидропонных установках (таблица 5).

Таблица 5 – Экономическая эффективность при выращивании салата на гидропонной установке (сезон 2020-2021 гг.)

Варианты	Урожайность, кг/м ²	Общий доход, тенге/м ²	Затраты, тенге/м ²	Чистый доход, тенге/м ²	Рентабельность, %
ДНаТ(к)	20,85	31275,0	26809,0	4 466,0	16,7
СДО 1	16,89	25335,0	17766,0	7 569,0	42,6
СДО 2	12,27	18405,0	14872,0	3 533,0	23,8

Более высокое энергопотребление лампами в 400 Вт по сравнению с лампами в 150 Вт и 70 Вт увеличило затраты по электроэнергии в 2,6 и 5,7 раза соответственно. В связи с чем, по экономической эффективности выделились лампы со светодиодным освещением – СДО1 и СДО2 с рентабельностью 42,6 и 23,8% соответственно, против 16,7% на контроле.

Закключение. Натриевые лампы (ДНаТ) широко используются в тепличном производстве и в настоящее время являются основными облучателями, позволяющими получать овощную, в т. ч. и листовую продукцию в зимнее время. Часть затраченной энергии данный тип ламп преобразует в тепловую, нагревая верхнюю часть растений. Данное влияние на рост растений можно наблюдать в наших исследованиях. Так средняя высота растений в первом варианте составила 14,1 см, при диаметре растения 20,2 см. Выращивание растений под современным светодиодным освещением (СДО) позволяет более рационально использовать световое излучение [21,22,23,24,25]. Биометрические измерения растений, выращенных под СДО1 показали, что их средняя высота составила 17,7 см и диаметром 19,7 см. На данном варианте отмечено и большее количество крупных листьев, что также немаловажно для качества выращенной продукции.

Расчеты экономической эффективности выращивания листьев салата под светодиодным освещением так же показали более высокую рентабельность данного вида облучения по сравнению с традиционным. Исходя из полученных данных можно прийти к выводу, что

отечественные светодиодные лампы позволяют более эффективно выращивать листовой салат на гидропонных стеллажных установках со снижением энергоемкости в 2,5 раза.

По срокам появления всходов, продолжительности вегетационного периода у сорта Butterhead разницы в вариантах не наблюдались.

Максимальный показатель по количеству крупных листьев наблюдался во 2 варианте – 13,1 штук. По общей площади листьев выделился 1 вариант – 2223 см².

Максимальный показатель по урожайности был у 1 варианта, и составил 0,695 кг листьев салата. Второй показатель был у СДО1 (2 вариант) - 0,563 кг. Минимальный показатель был в 3 варианте – 0,408 кг. Наиболее близкий к контролю урожай получен со второго варианта – 81% от контроля.

Учитывая более высокое энергопотребление в 1 варианте – 400 Вт по сравнению с 2 вариантом 150Вт и третьим 70Вт, по экономической эффективности выделились светильники со светодиодным освещением – СДО1 и СДО2 с рентабельностью 42,6 и 23,8% соответственно, против 16,7% на контроле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Тексь, В. Гидропоника для всех//HydroponEast, - 2012. - №3. - С.15-21.
- 2 Сияжков, А.Ф. Полезные свойства овощных растений//Картофель и овощи. - 1990. №1. - С. 26.
- 3 Rodrigo Omar Mendoza-Tafolla, Porfirio Juarez-Lopez, Ronald-Ernesto Ontiveros-Capurata, Manuel Sandoval-Villa, Iran Alia-Tejagal, GelacioAlejo-Santiago. Estimating Nitrogen and Chlorophyll Status of Romaine Lettuce Using SPAD and at LEAF Readings // Not Bot HortiAgrobo.- 2019.- Vol.47, no 3. – P. 751-756.
- 4 Пивоваров, В.Ф. Овощи России. – М., 2006. - 384 с.
- 5 Сириля, А.Г. Свежие овощи - круглый год. - Алма-Ата:Қайнар.- 1975. - 201 с.
- 6 Гиренко, М.М., Зверева, О.А. Зеленные овощи. Пособие для садоводов любителей. – М.:Ниола 21 век, - 2007. – 176 с.
- 7 Мишанов, А.П., Маркова А.Е., Ракутько, С.А., Бровцин, В.Н., Ракутько, Е.Н. Влияние соотношения долей зеленого и красного излучения на биометрические показатели салата//Сб. науч. тр. ИАЭП. - 2015. - №87. - С. 264-272.
- 8 Yorio, N.C., Goins G.D., Kagie H.R. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation//HortScience. - 2001. - No 36. - P. 380-383.
- 9 Kim, H.H., Goins G.D., Wheeler, R.M., Sager, J. C. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes//HortScience. - 2004. - No 39. - P.1617-1622.
- 10 Kubota, C., Chia, P., Yang, Z., Li Q. Applications of farred light emitting diodes in plant production under controlled environments // ActaHorticulturae. - 2012. - No 952. - P. 59-66.
- 11 Bouis, H.E. Micronutrient fortification of plants through plant breeding: Can it improve nutrition in man at low cost // Proc. Nutr. Soc. - 2003.- No 62. -P.403-411
- 12 Bunning, M., KendallP. Health Benefits and Safe Handling of Salad Greens // Colorado State University Extension Fact Sheet.- 2012. - No. 9.373
- 13 Filho, B.G.C. Growth of lettuce (Lactuca sativa L) in protected cultivation and open field//J. of Applied Sciences Research.- 2009. - No5.- P. 529-533.
- 14 Kussainova, G., VasićM., SmagulovaD., Jantassov, S.,Nussupova, A. Productivity of lettuce varieties in conveyor cultivation in the open and protected soil of the southeast of Kazakhstan // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2018.- Vol. 18,No 2.- P.186-196.
- 15 Ying, Q., Kong, Y., Zheng, Y. Applying Blue Light Alone, or in Combination with Farred Light, during Nighttime Increases Elongation without Compromising Yield and Quality of Indoor-grown Microgreens //HortScience .– 2020 .- No. 55.- P. 876–881.
- 16 Kitao, M., Hayashi, T., TomiK. Effects of Changes in Light Quality on the Aroma Chemotype of Roman Chamomile //ActaHortic. – 2013. -No. 970-7.- P. 75–80
- 17 Tamulaitis, G., Duchovskis, P.,Bliznikas, Z., Breive, K., Ulinskaite R.,Brazaityte A., Novičkovas A., Žukauskas A. High-power light-emitting diode based facility for plant cultivation // J. Phys. D Appl. Phys. – 2005. No 38. – P. 3182–3187.

- 18 Bourget, C.M. An Introduction to Light-emitting Diodes //HortScience. – 2008. - No 43. – P. 1944–1946.
- 19 Urrestarazu, M., Nájera C., del Gea M.M. Effect of the Spectral Quality and Intensity of Light-emitting Diodes on Several Horticultural Crops // HortScience. –2016.– No 51. – P. 268–271.
- 20 Ващенко, С.Ф. Методические рекомендации по проведению опытов с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта. – М.: ВАСХНИЛ. - 1976. - 108 с.
- 21 Маркова, А.Е., Мишанов, А.П., Ракутько, С.А., Ракутько, Е.Н. Энергоэффективность светокультуры салата при различной фотонной облученности//Ж. Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. - 2016. - №90. - С.33-39.
- 22 Gómez, C.,GennaroIzzo L. Increasing efficiency of crop production with LEDs // AIMS Agric. Food. - 2018. -No 3. – P.135–153.
- 23 Promratrak, L. The effect of using LED lighting in the growth of crops hydroponics // Int. J. Smart Grid Clean Energy. –2017. - No 6. – P.133–140.
- 24 Meiramkulova, K., Tanybayeva, Z., Kydyrbekova, A., Turbekova, A., Ayt Khozhin, S., Zhantasov, S., Taukenov, A. The Efficiency of LED Irradiation for Cultivating High-Quality Tomato Seedlings //Sustainability.– 2021. - No13. – P. 9426.
- 25 Miliauskien, E.J., Karlicek, R.F., Kolmos, E. Effect of Multispectral Pulsed Light-Emitting Diodes on the Growth, Photosynthetic and Antioxidant Response of Baby Leaf Lettuce (*Lactuca sativa* L.) // Plants. -2021, - Vol.10, no 4. – P. 762.

REFERENCES

- 1 Teks'e, V. (2012) *Gidroponika dlya vseh* [Hydroponic for the all] HydroponEast-Russia, no3, pp.15-21
- 2 Sinyakov, A.F. (1990) *Poleznye svoystva ovoshchnykh rasteniy* [Useful properties of vegetable plants]*Potato and vegetables-Russia*, no1,p. 26.
- 3 Rodrigo Omar Mendoza-Tafolla, Porfirio Juarez-Lopez, Ronald-Ernesto Ontiveros-Capurata, Manuel Sandoval-Villa, Iran Alia-Tejacal, GelacioAlejo-Santiago (2019)Estimating Nitrogen and Chlorophyll Status of Romaine Lettuce Using SPAD and at LEAF Readings.*Not Bot HortiAgrobo.*, vol.47, no 3, pp. 751-756.
- 4 Pivovarov, V.F. (2006) *Ovoshchi Rossii*. [Vegetables of Russia]*VNISSOK-Russia*, pp. 1-384
- 5 Sirivlya, A.G. (1975) *Svezhie ovoshchi - kruglyj god* [Fresh vegetables - during the year] *Қағнар-Kazakhstan*, pp. 1-201
- 6 Girenko, M.M., Zvereva, O.A. (2007) *Zelennye ovoshchi* [Green vegetables]*Niola21 century-Russia*, pp.1-176
- 7 Mishanov, A.P., Markova, A.E., Rakut'ko, S.A., Brovcin, V.N., Rakut'ko, E.N. (2015) *Vliyanie sootnosheniya dolej zelenogo i krasnogo izlucheniya na biometricheskie pokazateli salata* [Effect Of Green-Red Emissions Ratio On Lettuce Biometrics] *IAEP-Russia*,no87, pp.264-272
- 8 Yorio, N.C., Goins, G.D., Kague, H.R. (2001) Improving spinach, radish, and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. *HortScience*,no 36, pp. 380-383.
- 9 Kim, H.H., Goins G.D., Wheeler R.M. & Sager J. C. (2004) Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes. *HortScience*, no 39, pp. 1617-1622.
- 10 Kubota, C., Chia, P., Yang, Z. & Li, Q. (2012)Applications of far-red light emitting diodes in plant production under controlled environments.*Acta Horticulturae*,no 952,pp. 59-66.
- 11 Bouis, H.E. (2003) Micronutrient fortification of plants through plant breeding: Can it improve nutrition in man at low cost. *Proc. Nutr. Soc.*,no62, pp. 403-411.
- 12 Bunning, M., KendallP. (2012) Health Benefits and Safe Handling of Salad Greens. *Colorado State University. Extension Fact Sheet*,no 9.373
- 13 Filho, B.G.C. (2009) Growth of lettuce (*Lactuca sativa* L) in protected cultivation and open field. *J. Applied Sci.Res.*, no5, pp. 529-533.

- 14 Kussainova, G., Vasić M., Smagulova D., Jantassov S., Nussupova A. (2018) Productivity of lettuce varieties in conveyor cultivation in the open and protected soil of the southeast of Kazakhstan, *OnLine J. Biol. Sci.*, vol.18, no 2, pp.186-196.
- 15 Ying, Q., Kong Y., Zheng Y. (2020) Applying Blue Light Alone, or in Combination with Farred Light, during Nighttime Increases Elongation without Compromising Yield and Quality of Indoor-grown Microgreens. *HortScience*, no 55, pp. 876–881.
- 16 Kitao, M., Hayashi T., Tomi K. (2013) Effects of Changes in Light Quality on the Aroma Chemotype of Roman Chamomile. *ActaHortic.*, no 970-7, pp. 75–80
- 17 Tamulaitis G., Duchovskis P., Bliznikas Z., Breive K., Ulinskaite R., Brazaityte A., Novičkovas A., Žukauskas A. (2005) High-power light-emitting diode based facility for plant cultivation. *J. Phys. D Appl. Phys.*, no 38, pp. 3182–3187.
- 18 Bourget, C.M. (2008) An Introduction to Light-emitting Diodes. *HortScience*, no 43, pp.1944–1946.
- 19 Urrestarazu, M., Nájera C., delGea M.M. (2016) Effect of the Spectral Quality and Intensity of Light-emitting Diodes on Several Horticultural Crops. *HortScience*, no 51, pp. 268–271.
- 20 Vashchenko, S.F (1976) Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu opytov s ovoshchnymi kul'turami v sooruzheniyah zashchishchennogo grunta [Methodological recommendations for conducting experiments with vegetable crops in protected ground] *VASHNIL-Russia*, pp.1-87.
- 21 Markova, A.E., Mishanov, A.P., Rakut'ko, S.A., Rakut'ko, E.N. (2016) Energoeffektivnost' svetokul'tury salata pri razlichnoj fotonnoj obluchennosti [Energy efficiency of lettuce light culture at different photon irradiation] *Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products-Russia*, no 90, pp.33-39.
- 22 Gómez, C., Gennaro Izzo L. (2018) Increasing efficiency of crop production with LEDs. *AIMS Agric. Food*, no 3, pp.135–153.
- 23 Promratrak, L. (2017) The effect of using LED lighting in the growth of crops hydroponics. *Int. J. Smart Grid Clean Energy*, no 6, pp.133–140.
- 24 Meiramkulova, K., Tanybayeva, Z., Kydyrbekova, A., Turbekova A., Ayt Khozhin S., Zhantasov S., Taukenov A. (2021) The Efficiency of LED Irradiation for Cultivating High-Quality Tomato Seedlings. *Sustainability*, no 13, p. 9426.
- 25 Miliuskien, E.J., Karlicek, R.F., Kolmos, E. (2021) Effect of Multispectral Pulsed Light-Emitting Diodes on the Growth, Photosynthetic and Antioxidant Response of Baby Leaf Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Plants*, vol.10, no 4, p.762.

ТҮЙІН

Зерттеудің өзектілігі Қазақстандағы көкөніс өсірілетін құрылыстардың жағдайына бейімделген, энергия үнемдейтін жарықдиодты шамдарды қолдана отырып, көкөніс дақылдарын өсірудің дайын технологияларының болмауы жылыжай көкөніс шаруашылығын дамытудың негізгі тежеуші факторларының бірі болып табылатындығына байланысты. Бұл саланы дамытудың стратегиялық міндеттерін шешу бәсекеге қабілетті көкөніс өнімдерін өндіру үшін ғылыми негізделген технологиялық және экономикалық зерттеулер жүргізуді қажет етеді.

Тәжірибеде жапырақты салатты сөре жүйелерінде өсіру кезінде фотосинтетикалық белсенді радиация (ФБР) көзі ретінде қолдануға арналған, жарықдиодты сәулелендіргіштердің тәжірибелік үлгілері қолданылды.

Тәжірибелер қорғалған жер құрылыстарында көкөніс дақылдарымен тәжірибе жүргізуге арналған әдістемелік ұсыныстарға сәйкес жүргізілді. Мақалада биометриялық және фенологиялық бақылаулардың нәтижелері келтірілген. Алынған мәліметтердің нәтижелеріне сәйкес жарықдиодты шамдарды қолданудың экономикалық тиімділігі бойынша бақылау нұсқасымен (16,7%) салыстырғанда 23,8 -ден 42,8% -ға дейінгі көрсеткіштер көрсетті.

Ұсынылған технологияның практикалық құндылығы - оны енгізу нәтижесінде айтарлықтай қаражатты үнемдеуге, халықты жұмыспен қамтылуға, яғни көкөніс өсіруге арналған құрылыстарда қосымша жұмыс орындарын ашуға мүмкіндік береді. рсетті. Ұсынылған технологияның практикалық құндылығы - оны енгізу нәтижесінде айтарлықтай қаражатты үнемдеуге, халықты жұмыспен қамтылуға, яғни көкөніс өсіруге арналған құрылыстарда қосымша жұмыс орындарын ашуға мүмкіндік береді.