

автомобиля. Списание естественной убыли производится по фактическому размеру недостачи, но не выше следующих норм: при перевозке грузовыми машинами на расстояние до 10 км – 0,5%, от 10 до 25 км – 0,6%, от 26 до 50 км – 0,9, от 51 до 75 км – 1,2 %, от 76 до 100 км – 1,5 %, от 101-125 км – 1,7% и на каждые последующие 25 км - по 0,1%; при перевозке авторефрижераторами до 1200 км – 1,8% и на каждые последующие 50 км – 0,1% (Зуев, 2018).

Чтобы снизить потери до минимума необходимо перевозить огурцы только в отсортированном виде, упаковывать их в тару в соответствии с требованием стандартов, своевременно загружать их в транспортные средства с предварительным или последующим охлаждением.

Огурцы при перевозке и хранении выделяют очень мало этилена. Однако они имеют высокую чувствительность к содержанию этилена в атмосфере транспортного средства. Даже дозы 1-5 ppm вызывают ускоренное старение и пожелтение (данные Rijk Zwaan). Поэтому их нельзя перевозить в одном транспортном средстве с овощами и фруктами, интенсивно выделяющими этилен, особенно вместе с томатами. Допускаются совместные перевозки огурцов с арбузами, лимонами, баклажанами и поздним картофелем.

## **6.2. Влияние источников досвечивания на агrobiологические показатели тепличной культуры огурца (В.И.Терехова, М.А.Бочарова)**

Продуктивность, качество продукции овощных культур в значительной степени зависят от абиотических, биотических, антропогенных факторов жизни растения (Fankhauser, 1997; Тараканов, 2003). Среди этого сложного комплекса на растение существенное влияние оказывают четыре фактора: свет (дает 100% энергии), температура (оказывает влияние через гормональную систему на основные физиологические процессы), углекислый газ (исходный материал для образования фотоассимилятов) (Цыдендамбаев А. Д., 2020; Whitlam G. & Halliday, 2007). Однако свет является одним из основных факторов, влияющих на рост и развитие растений (Folta, 2008). Для растений свет является

источником энергии, которую в конце пищевой цепи, получаем и мы. Он так же выполняет регуляторную функции, влияя на растяжение клеток и рост растений, поглощение элементов питания, работу устьиц и транспирацию (Fankhauser, 1997). Для нормального роста и развития растений важна главным образом фотосинтетически активная радиация (ФАР, диапазон 380-710 нм) (Далькэ, 2014).

С целью удовлетворения населения свежими овощами в течение года, в соответствие с медицинскими нормами (Oyebode, 2014), и обеспечения стабильности поставок продукции тепличных овощей во внесезонное время, реализации урожая по более высоким ценам, в дополнение к естественному освещению используют искусственное досвечивание, оптимизируя световую среду (Tarakanov, 2005). В теплицах для получения высокой урожайности и качества урожая при низкой естественной освещенности применяют электродосвечивание/светокультуру до 18-20 часов в сутки с интенсивностью от 200 до 500 мкмоль·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup> (Paradiso 2011; Savvides, 2012). Понимая какое влияние свет оказывает на растения, выращенные в теплице, его регулируют. Основными источниками света в теплицах являются натриевые лампы высокого давления и светодиодные лампы, обладающие некоторыми дополнительными преимуществами, такими как снижение энергопотребления (Bian, 2017; Ieperen, 2007). Натриевые лампы высокого давления являются преобладающим источником освещения в промышленных теплицах (Ieperen, 2008). Они создают свет, пропуская электричество через вольтовую дугу, стартовый импульс балласта запускает поток электронов в электрической дуге, создавая определенный поток света и тепла. В результате испарения жидкие Hg и Na переходят в газообразное состояние и попадая в поток дуги, создавая арку, вызывают образование тепла и большого количества света в оранжево-красном диапазоне спектра (550-620 нм) (Цыдендамбаев, 2020). Однако натриевые лампы высокого давления спектрально и энергетически неоптимальны, так как большая часть излучения приходится на желтый и оранжевый диапазоны с небольшим количеством красного в диапазоне 550-650 нм и около 5%

приходится на синий диапазон 400-500 нм. Синий и красный цвета - важные области светового спектра, необходимые для оптимального роста и развития растений (Tarakanov, 2005). Недостаточный диапазон синего света и других длин волн, влияющих на фотосинтез, обуславливает низкую эффективность этого источника света (Sager, 1997; Marcelis, 2006). В опубликованном исследовании оценивалось влияние синего света на листья и целые растения (Matsuda, 2008). Синий спектр света влияет на многие процессы растений, такие как фотоморфогенез, фототропизм, открытие устьиц, фотосинтез в листьях (Sager, 1997; Whitelam, 2007). Однако на качество продукции оказывают влияние длины волн зеленого и желтого спектра (Berkovich, 2017). Зеленый свет информирует растения о фотосинтетически неблагоприятных условиях и запускает адаптивные реакции (Savvides, 2012).

Более того, быстро развивающиеся светодиодные технологии представляют собой альтернативный источник света (Massa, 2008). Светодиоды могут обеспечивать световой спектр от ультрафиолетового до инфракрасного. В ряде исследований оценено влияние синего света светодиодов на целое растение и листья (Marcelis, 2006; Bourget, 2008), или приведена реакция растений, выращенных под красным светом (Далькэ, 2014; Whitelam, 2007). Светодиоды красного света излучают спектр света - 660 нм, который близок к поглощению для хлорофилла и фитохромов. Срок службы светодиодных ламп больше, чем у натриевых, и может составлять до 100 000 часов (Morrow, 2008). Ранее авторы отмечали (Folta, 2008), что светодиодные источники света могут обеспечить экономию электроэнергии при эксплуатации теплиц. Примечательной характеристикой светодиодных ламп является выделение меньшего количества тепла во время работы по сравнению с натриевыми лампами. В результате необходимо регулировать один из параметров микроклимата - температуру воздуха, чтобы поддерживать температуру листа на одном уровне и исключить колебания тепловыделений при включении и выключении светильников.

Настоящее исследование направлено на оценку влияния дополнительного источника освещения на рост, развитие и продуктивность партенокарпических гибридов огурца.

Опыт двухфакторный: фактор А - «генотип гибрида» огурца (Мева F<sub>1</sub>, Святогор F<sub>1</sub>); фактор В - «источник досвечивания» (вариант I - натриевые лампы ДНаЗ супер (Reflux), вариант II - светодиодные LED-лампы (Philips)). Лампы ДНаЗ-600 Вт подвешивали над каждым рядом на расстоянии 2,5 м друг от друга. Параметры микроклимата контролировали климатическим компьютером Priva, концентрацию в воздухе CO<sub>2</sub> поддерживали 0,05-0,09%.

Рассаду в возрасте 20 суток высаживали на вегетационные маты Grodan с плотностью для гибридов под LED-лампами - 2,5 раст/м<sup>2</sup>, на лампах ДНаЗ поддерживалась загущенность 2,8 раст/м<sup>2</sup>.

Технология светокультуры предусматривает включение/выключение ламп. Период темноты длился с 17 до 21 ч. Освещенность листьев разного яруса измеряли датчиком LI-190 SA (Licor Inc., Англия). Для определений использовали развитые листья с 10 модельных растений. Для определения массы и площади листьев 10 растений разделяли на органы и взвешивали. Пробы листьев высушивали при 70°C. Удельную поверхность площади листьев рассчитывали, как соотношение их массы и площади. Индекс поверхности листьев (ИПЛ, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>) рассчитывали, как произведение площади листьев одного растения и числа растений на 1 м<sup>2</sup>.

Урожайность учитывали в динамике путем взвешивания огурцов, собранных с участка при каждой уборке (Dovvekhov, 1985).

При статистической обработке полученных результатов достоверность различий оценивали с помощью критерия Стьюдента и считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ . Для статистических целей использовались программы Microsoft Excel 7.0 и STATISTICA.

В табл. 6.1 приведены экспериментальные данные (усредненные по месяцам за весь период вегетации) по формированию листовой поверхности у исследованных гибридов огурца при различных источниках дополнительного

освещения как фактор их адаптационных возможностей и оценки пластичности.

Таблица 6.1

**Показатели формирования листовой поверхности гибридов огурца при использовании различных источников досвечивания**

Генотип гибрида (А)	Источник досвечивания (В)	Число листьев, шт	Длина листа, см	Ширина листа, см	Площадь листьев, дм <sup>2</sup>	Индекс площади листьев (ИПЛ), м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>
Мева F <sub>1</sub>	LED	19,6	26,8	35,2	953	4.9
	ДНаЗ	20,2	25,7	31,7	81,8	2.0
Святогор F <sub>1</sub>	LED	20,4	25,8	35,1	91,1	4.7
	ДНаЗ	20,8	25,1	32,0	80,6	1.8
НСР <sub>05</sub> В=		-	-	-	6,3	0,2

Выявлены достоверные различия площади листовой поверхности при использовании различных источников дополнительного освещения (LED ламп и ламп ДНаЗ) у гибридов (НСР<sub>05</sub>В=6,3 дм<sup>2</sup>). Доля влияния фактора В (дополнительный источник освещения) на площадь листовой поверхности значителен и составляет 14 %. Выявлены достоверные различия площади листовой поверхности при использовании различных источников дополнительного освещения (LED ламп и ламп ДНаЗ) у гибридов (НСР<sub>05</sub>В=6,3 дм<sup>2</sup>). Доля влияния фактора В (дополнительный источник освещения) на площадь листовой поверхности значителен и составляет 14 %. Средние значения площади листовой поверхности у гибридов в эксперименте существенно не различались. Фактор А (гибридный генотип) не оказывает существенного влияния на листовую поверхность. Наибольший вклад по влиянию на площадь листовой поверхности (71 %) оказался обусловлен случайными факторами.

Установлено, что только фактор В оказывает существенное влияние на ИПЛ (НСР<sub>05</sub>В=0,2 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>), вклад влияния фактора составил 32%, наибольшее влияние на ИПЛ (73%) оказали случайные факторы.

Динамика роста партенокарпических гибридов огурца при различных источниках досветки представлена в табл. 6.2.

Таблица 6.2

**Влияние гибридов огурца и источников досвечивания на динамику  
ростовых процессов**

Генотип гибрида (А)	Источник досвечивания (В)	Возраст растений (кол-во суток от массовых всходов)						Среднесуточный прирост за период возделывания, см
		23		68		102		
		11.01		26.02		02.04		
		1	2	1	2	1	2	
Мева F <sub>1</sub>	LED	39,4	-	370,0	52,4	670,2	60,0	59,1+7,2
	ДНаЗ	46,5	-	355,4	52,1	629,2	54,8	55,2+4,1
Святогор F <sub>1</sub>	LED	33,1	-	406,2	60,6	752,5	62,3	64,5+6,2
	ДНаЗ	40,1	-	394,5	57,7	723,3	63,8	60,0+5,2
НСР <sub>05</sub> А								5,4
НСР <sub>05</sub> В								6,1

Примечание: 1 - высота растений, см.; 2 - еженедельный прирост, см.

Высота главного стебля отражает фотосинтетический потенциал растений и изменяется в онтогенезе. В рассадном отделении все гибриды имели один источник освещения – лампы ДНаЗ-600, в этой связи на разницу растений по высоте на 23 сутки оказал влияние генотип гибрида. По итогам проведенного двухфакторного опыта, оценив влияние фактора А «генотип гибрида» и фактора В «источник досвечивания» следует отметить, что оба фактора статистически достоверно оказали влияние на динамику ростовых процессов растений огурца.

По результатам биометрических наблюдений наиболее интенсивный прирост наблюдали в возрасте растений 102 суток и далее, что можно объяснить увеличением естественной освещенности.

Урожайность является ключевым критерием для каждого сорта или гибрида, отражающим эффективность тех или иных факторов, приемов или методов. Изучено влияние дополнительного источника освещения на урожайность в зимне-весенний период. По полученным экспериментальным

данным выявлено, что общая урожайность гибрида Мева F<sub>1</sub> под лампами ДНаЗ ДНаЗ составила 19,26 кг/м<sup>2</sup>, а гибрида Святогор F<sub>1</sub> - 17,65 кг/м<sup>2</sup>. Самая высокая урожайность оказалась во II варианте - при использовании светодиодных LED-ламп (Мева F<sub>1</sub> - 20,86 кг/м<sup>2</sup>, Святогор F<sub>1</sub>-18,21 кг/м<sup>2</sup>) (рис. 6.1-6.2).

Фактор В (дополнительный источник освещения) оказал существенное влияние на общую продуктивность культуры (НСР<sub>05</sub>V=2,5 кг/м<sup>2</sup>), вклад влияния составил 28%. Влияние фактора А (гибридный генотип) было незначительным (вклад 6%, НСР<sub>05</sub>A=1,2 кг/м<sup>2</sup>).

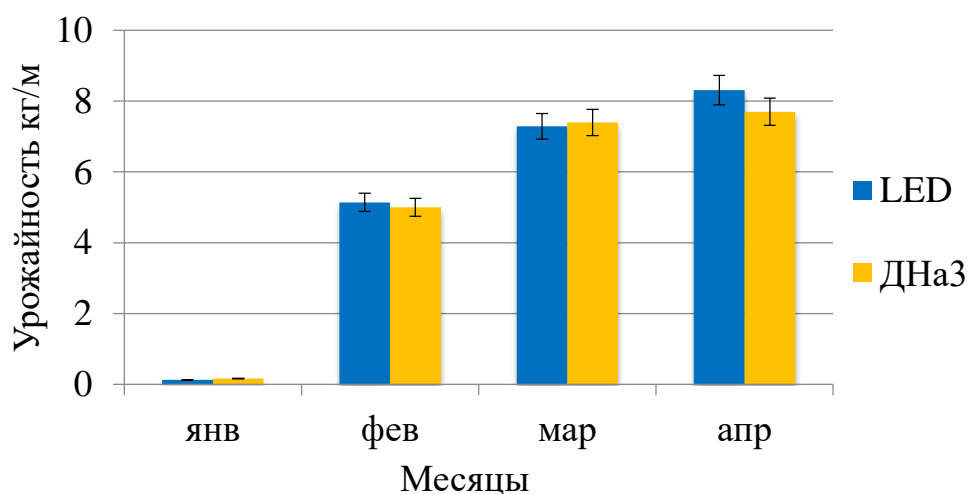


Рисунок 6.1. - Динамика урожайности F<sub>1</sub> Мева при различных источниках досвечивания

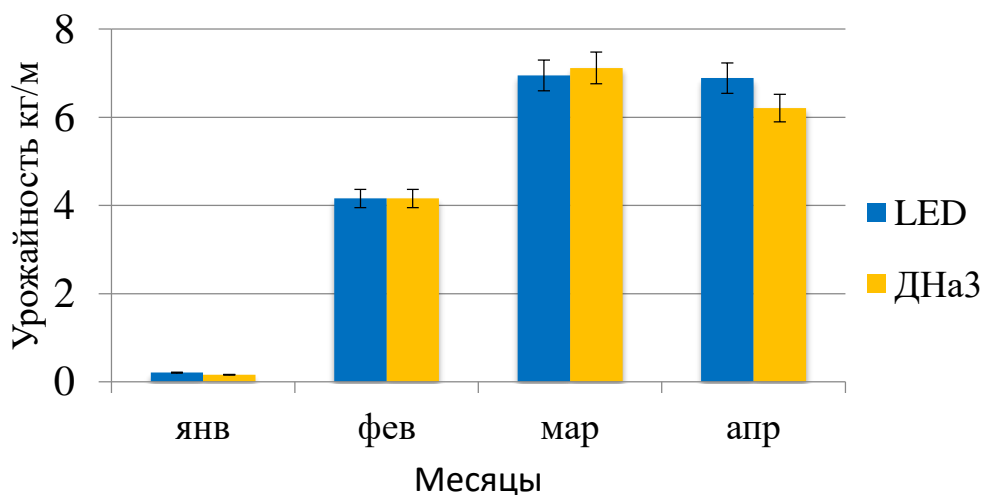


Рисунок 6.2. - Динамика урожайности F<sub>1</sub> Святогор при различных источниках досвечивания

В наших исследованиях источники досвечивания влияли на агробиологические показатели тепличной культуры огурца. Исследования показали закономерность распределения света в ценозе и эффективность использования тепличной культурой огурца в зимне-весеннем обороте освещенности, поступающей от LED-ламп. Установлены достоверные различия площади листовой поверхности при использовании различных источников досвечивания (LED-ламп и ламп LED-ламп) изучаемых растений огурца. Фактор А «генотип сорта» статистически достоверно не оказал влияния на площадь листьев. Однако наибольшая доля влияния на площадь листовой поверхности и индекс площади листьев (ИПЛ) приходится на случайные факторы. Проведённые исследования выявили перспективность применения LED-ламп в качестве искусственного освещения, что обусловлено объективными физиологическими причинами. Используемый в опыте режим освещения позволяет иметь положительную динамику ростовых процессов изучаемых гибридов огурца Мева F<sub>1</sub> и Святогор F<sub>1</sub> и стабильно получать в зимне-весеннем обороте урожайность.

Тепличные комплексы всего мира успешно развиваются, решая на современном уровне технические, экономические и биологические вопросы культивирования овощных растений (Цыдендамбаев, 2020; Folta, 2008). Возможности эффективного использования продукционного потенциала зимней светокультуры будут в значительной степени определяться вполне конкретными местными экономическими условиями и прежде всего затратами на электроэнергию. Стоимость основного ресурса - электроэнергии - может свести вполне рентабельное производство к убыточному. Однако следует иметь в виду, что промышленная светокультура в овощеводстве должна оцениваться не только по экономическому, но и по социальному эффекту. Постоянное наличие свежих овощей в рационе питания человека благотворно влияет на его здоровье (Григорай, 2012).