

## Светокультура. Лампы светят. Когда менять?

Л.Б.Прикупец, зав. лаб. ООО «ВНИСИ им С.И.Вавилова»,  
вед. консультант ООО «БЛ ТРЕЙД», к.т.н.

Динамичный рост масштабов использования в тепличном овощеводстве прогрессивной технологии светокультуры растений, характерный для последних лет, приводит к радикальным изменениям многих устоявшихся представлений об эксплуатации в теплицах светотехнического оборудования. В самые тёмные и холодные месяцы года тепличные светильники, обеспечивая до 90% необходимого для роста и развития растений физиологически активного излучения, перестают быть просто «досветкой» и решающим образом определяют их продуктивность.

Известно, что для получения 1 кг овощной продукции при современной светокультуре требуется 8,0÷10 кВт·ч электроэнергии (для огурца), 6,5÷8 (для томатов) и 7÷8 кВт·ч для салата. В таких условиях затраты на электрическое освещение при светокультуре (а не «досветку») могут составлять до 50% и выше от себестоимости продукта.

По энергоёмкости осветительные установки для светокультуры (ОУС) уникальны и превосходят, практически, все другие традиционные системы освещения. Отметим, в частности, что удельные установленные мощности (Вт/м<sup>2</sup>) в ОУС более, чем на порядок превосходят аналогичные показатели в ОУ внутреннего освещения зданий. В ОУС российских теплиц в настоящее время установлено около 500 тыс. светильников (~65% от общего числа с учетом рассадных отделений), к 2020 г. это количество может возрасти в 2÷3 раза. По потребляемой за год электроэнергии 330 га теплиц со светокультурой, включая цветочные теплицы и салатные линии, значительно превосходят затраты электроэнергии на уличное освещение таких городов, как Москва и Санкт-Петербург.

Основными типами световых приборов, применяемыми в настоящее время в ОУС, являются светильники с натриевыми лампами высокого давления (НЛВД) мощностью 600Вт; 2013÷2014 годы дали старт массовому использованию в отечественных ОУС светильников с фито-НЛВД мощностью 1000 Вт.

Таблица 1.- Основные параметры источников света.

Мощность, Вт	U <sub>c</sub> , В	I <sub>лампы</sub> *, А	I <sub>свещ.</sub> , А		Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Фотонный поток, мкмоль/с	Фотонная отдача, мкмоль/Вт·с	Срок службы, тыс. ч
			ЭмПРА	ЭПРА					
600	220	6,2	3,4	2,4	90·10 <sup>3</sup>	150	1100	1,83	> 30
600	380	3,6	1,9	1,6	87·10 <sup>3</sup>	145	1150	1,92	> 30
1000	380	-	-	2,61	145·10 <sup>3</sup>	145	1850	1,85	> 25

\* - с электромагнитным ПРА

Мы привели в таблице фотонные фотосинтезные параметры ламп, поскольку, большинство зарубежных фирм-производителей указывают их в своих проспектах. Отметим в то же время, что в нашей стране они могут быть использованы лишь, как справочные, поскольку система фотонных фотосинтезных величин не стандартизована и метрологически не обеспечена. В настоящее время, поскольку в тепличных ОУС используются только НЛВД, введение ещё одной системы эффективных величин, дополнительно к световой, лишено каких-либо серьезных оснований. Ситуация изменится в том случае, если начнётся массовое использование в теплицах красно-синих светодиодных источников света, измерение излучательных характеристик которых с помощью световых величин, практически, невозможна.

Световой поток фито-НЛВД вполне описывает меру эффективности этих ламп, к сожалению, как и у любого другого искусственного источника света, в процессе срока службы он снижается. При этом физический срок службы (продолжительность горения) НЛВД, например, PlantaStar может достигать 30 и более тысяч часов. Но, поскольку, величина светового потока фито-НЛВД прямым образом влияет на продуктивность растений, целесообразно ввести понятие *экономически целесообразного срока службы*; очевидно, что он должен быть связан с величиной спада светового потока в процессе эксплуатации лампы.

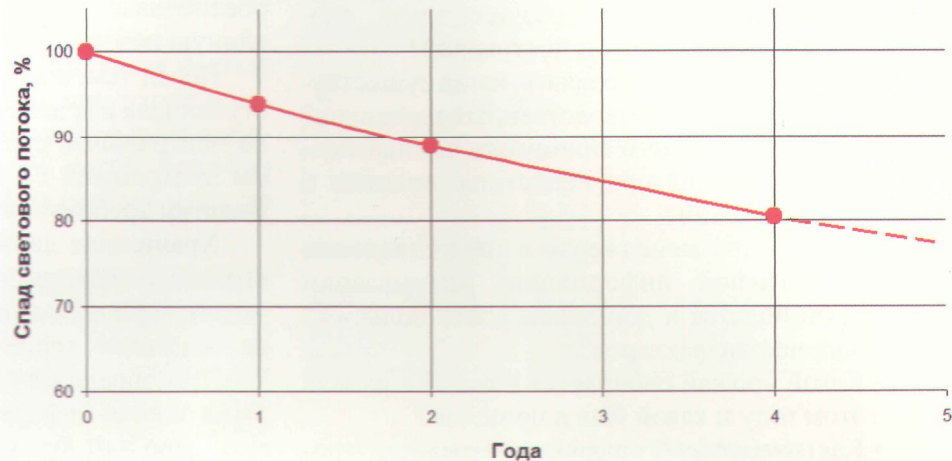
Спаду светового потока одинаково подвержены любые типы НЛВД, что иллюстрируется фото 1. На стенках керамической горелки ламп видны следы распыления материала электродов, приводящие к снижению светового потока.



Фото 1. НЛВД 600Вт в стандартной и зеркальной колбе после 4-х лет эксплуатации.

На рис. 1 приведена кривая спада светового потока НЛВД типа PlantaStar 600Вт/400В, полученная в результате измерения излучения случайной выборки ламп в количестве 5 шт. в процессе эксплуатации в одном из тепличных комбинатов. Измерения производились во ВНИСИ в фотометрическом шаре перед началом эксплуатации (0 ч.) и далее через 4,5 тыс.ч.; 9 тыс.ч. и 18 тыс. часов (или через 1, 2, и 4 года эксплуатации).

Рис. 1. Спад светового потока НЛВД в теплице

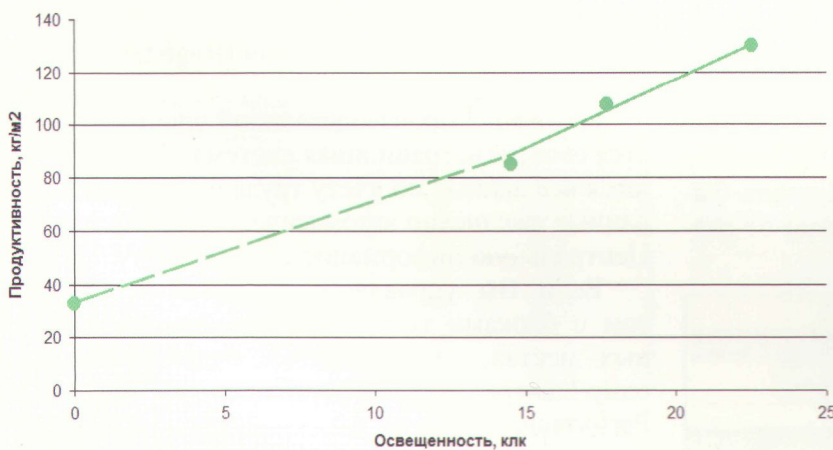


Как видно из приведенных данных по истечении 4-х лет эксплуатации спад светового потока и, соответственно, уменьшение уровня освещенности растений достигают 20%.

Попробуем оценить, как это может сказаться на продуктивности огурца в условиях светокультуры.

На рис.2 приведена, построенная на основе реальных данных 2013÷2014 гг. по нескольким тепличным комбинатам «световая кривая», описывающая зависимость урожайности (кг/м<sup>2</sup>) огурца от уровня освещенности с использованием технологии светокультуры. Кривая, конечно, может рассматриваться, как ориентировочная, имеющая «методическое» значение, поскольку продуктивность, которая зависит от многих факторов, не всегда удается привязать к определенному уровню освещенности. Тем не менее, мы считаем вполне возможным использовать эту зависимость для количественных оценок влияния спада светового потока ламп и, соответственно, освещенности в ОУ на потери урожая огурца. Из рис.2 легко видеть, что снижение на 20% освещенности (4 года эксплуатации) от начального уровня 22,5 клк создает условия для снижения урожайности огурца со 130 до 115 кг/м<sup>2</sup>, т.е. на 15 кг/м<sup>2</sup>.

Рис. 2. Продуктивность светокультуры огурца



При возможной на 2015 г. среднегодовой цене растений огурца 120 руб/кг это приведет к потере выручки порядка 18 млн. руб. на 1 га.

Соответствующие оценки стоимости затрат на замену 3000 ламп мощностью 600 Вт, обеспечивающих освещенность 22,5 клк на 1 га, в масштабе цен на начало 2015 г. такова:

$$C_x = 1700 \text{ руб} \cdot 3000 = 5,1 \text{ млн. руб.}$$

Таким образом, своевременная замена ламп после 4-х лет эксплуатации обеспечит сохранение дохода ~ в 13 млн. руб. в расчёте на 1 га.

**Цифры убеждают лучше всяких слов!**