

УДК 621.327

Натриевые лампы высокого давления со щелочными добавками для
светлокультуры растений

к.т.н. І.А.Велит

*(ПГАА, Полтавская государственная аграрная академия, Полтава,
Украина)*

Ключевые слова: источник света, цезий, растений

Приведены результаты исследований действия излучения натриевых ламп высокого давления с добавками цезия по сравнению с другими источниками света. Данные рекомендации по их использованию для выращивания растений в условиях закрытого грунта.

**High-pressure sodium lamps with the components of alkali metals for
photoculture plants**

c.t.s I.A.Velit,

(The Poltava state agrarian academy, Poltava, Ukraine)

Keywords: light, cesium, plants

The paper presents the results of experimental investigation of a radiation effect of sodium lamps high-pressure with the additives of cesium under comparison with other light sources. The perspectives of their applying for cultivation of plants in conditions of a closed soil are discussed

В связи с широким ассортиментом различных источников облучения длительное время обсуждаются вопросы об эффективности их использования для условий тепличного хозяйства. Энергетическую эффективность опроминивальных систем для растениеводства можно достичь использованием высокоэффективных источников света со спектральным составом излучения, который благоприятно влияет на биологические процессы в растениях. В настоящее время наиболее распространенными источниками света, используемых в растениеводстве закрытых грунтов, являются натриевые лампы высокого давления (НЛВД), поскольку их световая отдача, срок работы и стабильность параметров - одни из лучших среди всех источников света (ДС). Однако, многочисленные теоретические и экспериментальные исследования процессов в разряде, на электродах и в приэлектродных участках НЛВД показали, что есть целый ряд вопросов, которые требуют дальнейшего изучения и совершенствования [1,2]. Для НЛВД, которые используются в растениеводстве закрытых грунтов, необходимо прежде всего оптимизировать спектральный состав излучения под конкретную светокультуру растений и максимально повысить лучевой поток в этой области фотосинтезно активной радиации (ФАР) [3,4].

Известен целый ряд интересных работ по исследованию процессов в НЛВТ и выяснения путей их совершенствования. При выборе путей дальнейшего совершенствования НЛВТ для растениеводства вызывают интерес работы [5,6]. В них рассматривается регулирования спектрального состава НЛВТ, увеличение давления паров натрия, введение в горелку дополнительно других излучающих добавок, импульсное питание.

Целью данной работы является оптимизация спектрального состава излучения натриевых ламп высокого давления за счет введения в амальгаму (Na-Hg) добавок щелочных металлов. Для успешного применения таких ламп также необходимо установить зависимость светотехнических характеристик от конструктивных параметров, а именно: зависимость энергетического светового потока и световой эффективности от удельной мощности ламп. Поскольку теоретическое установление таких зависимостей представляет значительные трудности, наиболее реальным путем решения этой проблемы остается экспериментальное исследование указанных характеристик.

Методика

Исследовались лампы с разрядными трубками диаметром 8,9мм, межэлектродное расстояние-85мм и составом амальгамы натрия с добавками цезия (Hg-20%, Na-75%, Cs-5%), калия (Hg-20%, Na-79%, K-1%), рубидия (Hg-20%, Na-79%, Rb 1%).

Амальгамы Na - Hg - Me были изготовлены с точностью дозирования основных компонентов $\pm 0,5\%$. Для получения амальгамы использовались натрий высокой чистоты и ртуть марки Р-000. Содержание добавок в амальгаме был от 1 до 10ат.%. Всего изготовлялось по 5 образцов ламп с амальгамой каждого состава. Для стабилизации электрических световых параметров лампы перед измерениями обжигались в течение 100 часов. Измерение электрических и световых параметров выполнялось в соответствии с [7]. Погрешность измерения не превышала 5%.

Измерения спектральных характеристик проводили с помощью спектрометра ИСП-51 с приемником - ФЭУ-62 (чувствительный в диапазоне 400-1200нм), регистрацию фототоков - с помощью потенциометра КСП-4 и цифрового вольтметра В7-27. Градуировки установки по спектральной чувствительности проводилась с помощью лампы Сирша-8.5-200 с вольфрамовой лентой. Измерение проводились при изменении мощности лампы РЛ от 250 до 600 Вт, перекрывая диапазон традиционных для стандартных НЛВТ удельных мощностей ($P_1 = 25 \pm 60 \text{ Вт / см}$).

Результаты

В результате проведенных экспериментов получены следующие результаты: спектры излучения ламп с добавками цезия смещены в красную область спектра, спектральный состав излучения ламп с составом амальгамы натрия и добавками цезия (Hg-20%, Na-75%, Cs-5%), калия (Hg-20%, Na-79%, K-1%), имеет меньшую, чем стандартные натриевые лампы высокого давления, интенсивность излучения в области 500-600 нм и значительно большую в красной (600-700 нм) и ближней инфракрасной участках. Комбинация натрий-калий-цезиевых наполнения (Na-K-Cs-Hg) кроме натрий

-желто-красного излучения дает максимум красного в области 700 -770 нм. Повышенная эффективность в видимой области спектра у этого варианта не только может повысить световую эффективность, но и делает это источник более привлекательным для специального использования. Недостатком этой лампы является то, что максимум излучения находится в ближней инфракрасной области, видимый диапазон спектра существенно уменьшен. На рис.1 приведены спектры стандартных натриевых ламп и натриевых ламп с добавками цезия Cs (5%).

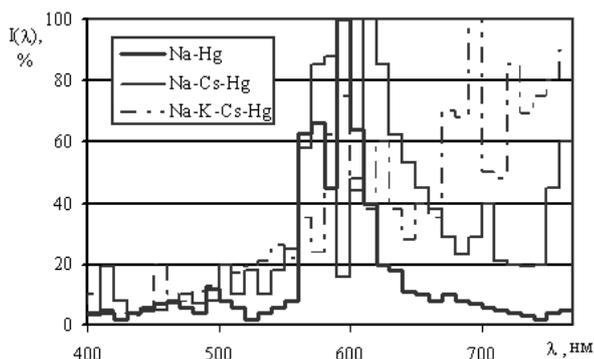


Рис.1. Распределение относительной спектральной энергии излучения ламп с разным наполнителем: Na-Hg, Na-Cs-Hg, Na-K-Cs-Hg

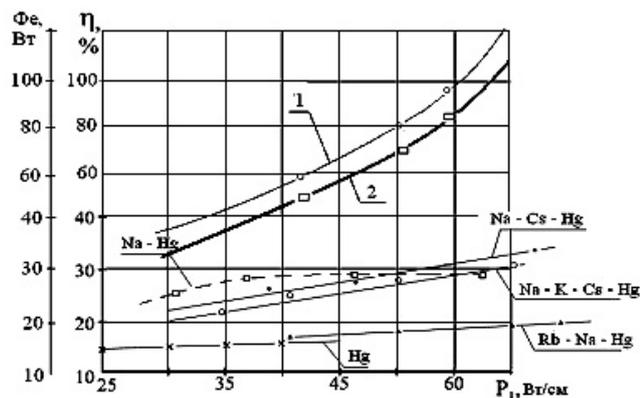


Рис.2. Зависимость энергетического потока излучения (Φe) ламп с различными добавками (1- Cs (5%), 2-К (1%), Cs (5%)) и световой эффективности (η) ламп с различными наполнителями (○ - Na-K-Cs-Hg, • - Na-Cs-Hg, × - Hg, ▲ - Rb-Na-Hg) от удельной мощности ламп (P1).

Следующим этапом исследования является установление зависимости характеристик потока излучения горелки исследуемых ламп от удельной мощности (P1). Анализ показывает, что энергетический поток излучения (Φe) в лампах с добавкой Cs (5%) (рис.2 кривая 1) выше, чем в лампах с добавками Cs (5%) - К (1%) (рис.2 кривая 2). Световая эффективность (η) при увеличении P1 ламп возрастает, причем для натрий - ртутных ламп при P1 (28-60 Вт / см) η выше, чем для ламп с добавками Cs, К, Rb, а при P1, превышающей 58η 65Вт / см, η выше для ламп с добавками Na-Cs-Hg и Na-Cs-K-Hg и составляет 29%.

Для оценки качественных показателей растений, было выращено при облучении лампами с добавками цезия с определенными светотехническими параметрами выполнен анализ содержания пигментов в листьях растений томата, огурца и гороха. Результаты представлены графически на рис. 3 по сравнению со стандартными натриевыми лампами.

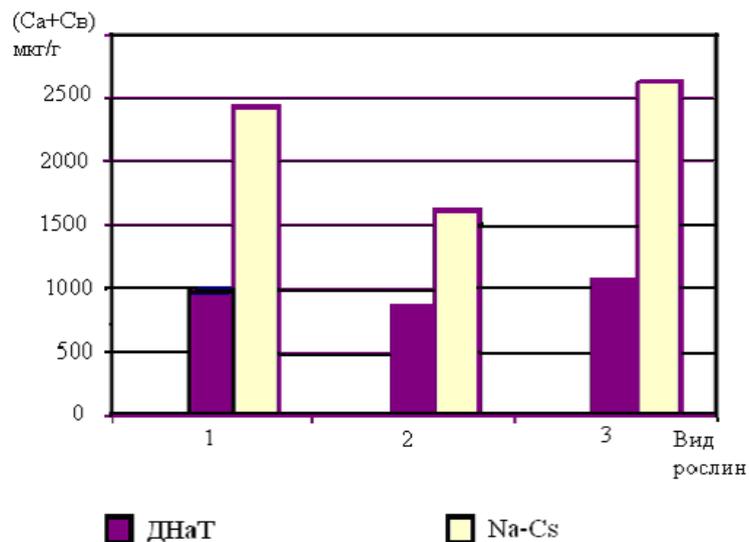


Рис.3. Содержание пигментов в листьях растений томата, огурца и гороха при освещении разрядными лампами высокого давления: 1 томат сорта "Де Барео"; 2-огурец "Феникс"; 3-горох "Мадонна"

Таким образом, облучение растений лампами с добавками цезия приводит к существенному повышению суммарного содержания (Ca + Cb) хлорофилла а и в по сравнению с облучением стандартными натриевыми лампами.

Выводы

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что для выращивания огурца и томатов в условиях тепличного хозяйства наиболее пригодны высокоинтенсивные натриевые лампы с добавками цезия. При удельных мощностях $P_1 \approx 58 \div 60$ Вт / см световая эффективность этих ламп составляет 29% и поэтому, на наш взгляд, их следует рекомендовать для широкого применения в условиях закрытого грунта.

Литература

1. Литвинов В.С. Об особенностях расчета и оптимизации параметров массовых источников света/ В.С. Литвинов // Светотехника.-1993.-№5-6.- С.28-31.
2. Вассерман А.Л., Квашин Г.Н., Малышев В.В. Об оценке эффективности действия источников излучения на растения/А.Л. Вассерман, Г.Н.Квашин, В.В.Малышев //Светотехника.- 1986.- №7.- С.14-16.
3. Прикупец Л.Б., Тихомиров А.А. Оптимизация спектра излучения при выращивании овощей в условиях интенсивной светокультуры/ Л.Б.Прикупец, А.А.Тихомиров //Светотехника -1992.-№3.-С.5-7.

4. Сарычев Г.С. Продуктивность ценозов огурцов и томатов в функции спектральных характеристик ОСУ/ Г.С.Сарычев // Светотехника. -2001.-№2.- С.27- 30.

5. G. Pichler, V. Zivcec Visible and IR Spectrum of the Cs High Pressure Lamp/ G. Pichler, V. Zivcec, R. Beuc, Z. Mrzljak, T. Ban, H. Skenderovic, K. Giinther //Physica Scripta. -2003.-Vol. -TXX, -P.1-3.

6. Дергачева М.Б., Хобдабергенова Г.Р. Термодинамические свойства жидких сплавов системы натрий-цезий-ртуть/ М.Б., Дергачева, Г.Р. Хобдабергенова //Ж. Физ. Хим. -1988.-Т.62, №3.- С.594-599.

7. ГОСТ17616-82. Лампы разрядные. Методы измерения электрических и световых параметров.

8 Кожушко Г.М., Велит І.А., Сахно Т.В. Розвиток рослин томатів при опроміненні натрієвими лампами високого тиску з добавками цезію/ Г.М.Кожушко, І.А. Велит І.А., Т.В. Сахно // Праці Таврійської держ. акад.- 2004.-Вип.19.-С. 55-60.