

НАТРІЄВІ ЛАМПИ ВИСОКОГО ТИСКУ З ДОБАВКАМИ ЦЕЗІЮ ДЛЯ СВІТЛОКУЛЬТУРИ РОСЛИН

Використання оптичного випромінювання (ОВ) в умовах закритого ґрунту є одним з важливіших резервів підвищення продуктивності рослинництва [1].

Зміна інтенсивності та спектрального складу ОВ впливає на формування структурно-функціональної організації фотосинтетичного апарату, спрямованість метаболічних реакцій і морфогенез рослин [2]. Енергетичний обмін потребує великої кількості пігментів [3,4], що поглинають значну частину випромінювання у фотосинтетично активній ділянці спектру (380-760нм). На відміну від енергетичного обміну, реакції фоторегулювання можуть здійснюватися за допомогою дуже малої кількості пігменту, що поглинає незначну частину падаючого світла. Тому велике значення має комплексна оцінка впливу ОВ як окремих, так і різноманітних комбінацій спектральних ділянок [5,6] фотосинтезно активної радіації (ФАР) на фотосинтетичну активність ценозів протягом усього вегетаційного періоду з використанням світлових режимів опромінення з тими спектральними й енергетичними характеристиками, що реально придатні для умов формування повноцінного врожаю.

Для світлокультури рослин застосовують широкий асортимент джерел світла: лампи розжарювання, розрядні лампи низького тиску, розрядні лампи високого тиску, кожне джерело має свій спектр випромінювання і по різному впливає на розвиток рослин. Але найбільше використання набули натрієві лампи високого тиску (НЛВТ). Оскільки НЛВТ мають найвищу світлову віддачу, що досягає 100-150 лм/Вт, термін служби, який становить близько 20 і більше тисяч годин. ККД для цих ламп у діапазоні ФАР досягає 25-29%. Лампи мають високу стабільність. Спектр випромінювання НЛВТ містить досить розширені лінії натрію. 70% видимого випромінювання цих ламп зосереджене в жовтогарячій та жовтій ділянках спектру. Але в спектрі випромінювання цих ламп суттєво не вистачає синього та червоного випромінювання, що є головним недоліком цих ламп.

Експерименти засвідчили, що введення в розрядну трубку додаткових елементів призводить до зміни фізичних та хімічних процесів в амальгамі, розряді та електродах. Труднощі вибору добавок у НЛВТ зумовлені порівняно низькою температурою розряду (температура на осі близько 4200К) та низькими потенціалами збудження резонансних ліній натрію. До того ж при робочих температурах амальгами в НЛВТ тиск пари більшості елементів значно нижчий [7], ніж у натрію і ртуті. Введення добавки в Na-Hg розряд може призвести до зміни, температурного профілю розряду,

парціальних тисків пари компонентів, балансу енергії позитивного стовпа розряду і електродів, електричних і світлотехнічних параметрів лампи.

Невеликі добавки лужних металів (K, Rb, Cs) [8,9] призводять до значних змін у спектрі лампи: з'являються лінії добавок у червоній ділянці спектру, збільшуються безперервний фон і ширина самообертання резонансних ліній натрію. НЛВТ із лужними добавками можна використовувати замість ртутних ламп високого тиску (РЛВТ), тому що приблизно рівні світлові потоки досягаються при зниженій потужності ламп із лужними добавками, в порівнянні з РЛВТ; при цьому НЛВТ повинні працювати в режимі ненасиченого пару, що викликає значні сумніви, оскільки склад амальгам в звичайних НЛВТ змінюється досить відчутно через відхід натрію.

У результаті дослідження фізико-хімічних властивостей системи Na-Cs-Hg обрано найефективніший склад амальгам[10]. Установлено, що тиск парів компонентів є визначальним параметром для світлових і спектральних характеристик розрядних ламп високого тиску в інтервалі температур від 250 до 530°C при постійному вмісті в сплавах ртуті і співвідношенні в сплавах натрію і цезію 4:1.

Розраховано тиски насичених парів для різних температур і зіставлені з тисками парів у бінарній системі Na-Hg.

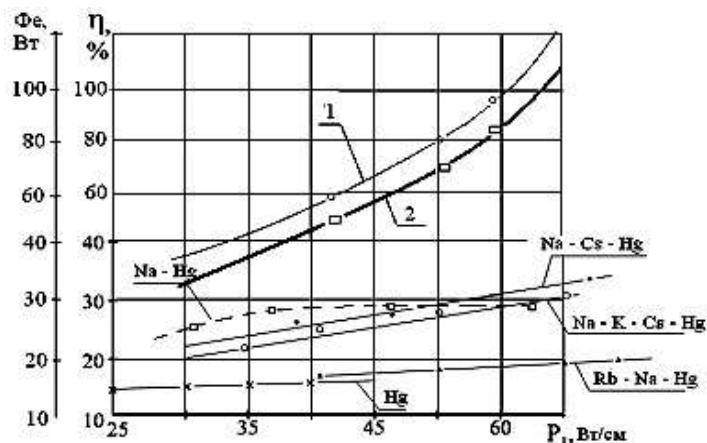
Обрано склад амальгам розрядної трубки, в якій співвідношення концентрацій натрію і ртуті близьке до відповідного співвідношення у стандартній натрієвій лампі, а добавки цезію змінюються в межах від 5 до 10 ат.%. Виготовлено лампи ДНаТ400 з добавками Na-Cs-Hg, а також проведено їх промислові випробування (табл. 1).

Таблиця 1 – Світлові й електричні характеристики ламп ДНаТ400, заповнених сплавами системи Na-Cs-Hg

№	Na		Cs		Hg		Uм В	Uл В	Іл. А	Рл., В т	Φ, лм
	Ваг.	Ат.	Ваг.	Ат.	Ваг.	Ат.					
	%										
1	8,6	77	6,4	3	64,9	20	220	120	4,8	380	23940
2	28,9	75	10,4	5	62,7	20	220	120	4,9	380	26220
3	25,4	73	14,6	7	62,8	20	220	123	5,1	380	24320
4	23,1	70	19,1	10	61,0	20	220	124	5,2	380	22800

Наведено залежність характеристик потоку випромінювання пальника ламп із міжелектродною відстанню 8,5 см та різними добавками від питомої потужності (P₁)рис.1. Результати досліджень свідчать, що енергетичний потік випромінювання (Φ_е) у лампах з добавкою Cs(5%) вищий, ніж у лампах з добавками Cs(5%)-K(1%). Світлова ефективність (η) при збільшенні питомої потужності (P₁) ламп зростає, причому для натрій - ртутних ламп при P₁ (25-60 Вт/см) η є вищою, ніж для ламп із добавками Cs, K, Rb, а при P₁, більший

60÷65Вт/см, η вища для ламп із наповненням Na-Cs-Hg та Na-Cs-K-Hg і складає $29\pm 2\%$.



Рисунлк 1 – Залежність енергетичного потоку випромінювання (Φ_e) ламп із різними добавками (1–Cs(5%); 2–K(1%), Cs(5%)) та світлової ефективності (η) ламп із різними наповнювачами ($\square$ – Na-Hg, o – Na-K-Cs-Hg, $\bullet$ – Na-Cs-Hg, $\times$ – Hg, $\blacktriangle$ – Rb-Na-Hg) від питомої потужності ламп (P_1).

Встановлено, що зі збільшенням P_1 і температури холодної зони (t_{xz}) зростання Φ_e випромінювання відбувається переважно за рахунок зростання його червоної та інфрачервоної ділянок. Для світлокультури рослин при $P_1 > 58\div 60$ Вт/см ефективнішими є натрієві лампи високого тиску з добавками цезію.

Для оцінки якісних показників рослин, що було вирощено при опроміненні лампами з добавками цезію з визначеними світлотехнічними параметрами виконано аналіз вмісту пігментів в листках рослин томату, огірка та гороху.

Сумарний вміст хлорофілу та співвідношення суми хлорофілу до каротиноїдів у рослинах томату, огірка і гороху при опроміненні натрієвою лампою високого тиску з добавками цезію є вищими, ніж при опроміненні ДРЛФ400 і ДНаТ400.

Висновки На основі проведених досліджень встановлено оптимальні параметри ламп, які можна використовувати для світлокультури рослин: зовнішній діаметр розрядної трубки з полікристалічного окису алюмінію – 8,9 мм, міжелектродна відстань – 85мм, склад амальгами натрію з добавками цезію (Hg-20%, Na-75%, Cs-5%), з Хе при холодному тиску 20мм.рт.ст., в інтервалах питомих потужностей розрядного стовпа 55-65 Вт/см і ККД ФАР 29-32%.

Спектральні характеристики ламп із досліджуваною амальгамою вказують на збільшення потужності випромінювання в червоній ділянці спектра, що дає можливість використовувати їх в умовах тепличного господарства.

Список використаних джерел

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. –М.: Энергоатомиздат.1995. 427с.

2. Астахурова Т.П., Верхотурова Г.С., Зайцева Т.А., Кудинова Л.И., Новикова Н.С., Симонова Е.И. Изменение физиолого-биохимических показателей в листьях огурца при различных условиях освещения. Актуальные вопросы ботаники в СССР. Алма-Ата, 1988. 463с.
3. Лось Д.А., Захледер В., Купцова Е.С., Ксенофонтов А.Л., Маркелова А.Г., Шагипузов Ю.М., Семененко В.Е. Влияние спектрального состава света на репликацию хлоропластной ДНК и деление хлоропластных нуклеоидов зеленой водоросли *DUNALIELLA SALINA*. Физиология растений. – Т.37, №.6, 1990. 1045с.
4. Спринчану К., Бутенко Р.Г. Влияние спектрального состава света на рост и развитие черенков полыни лимонной *IN VITRO*. Физиология растений. –Т.38, №3, 1991. С.75–76.
5. Тихомиров А.А. Спектры действия и спектральная эффективность фотосинтеза растений тестовом (кратковременным) и длительным воздействию света. Физиология и биохимия культурных растений. –Т.26, №4, 1994. С.352–359.
6. G. Pichler, V. Zivcec, R. Beuc, Z. Mrzljak, T. Ban, H. Skenderovic, K. Giinther and J. Liu. UV, Visible and IR Spectrum of the Cs High Pressure Lamp. Physica Scripta. –Vol. TXX, 2003. P 1-3.
7. Уеймаус Д. Газоразрядные лампы. М.: Энергия. 1977. – 343 с.
8. Пат. №51-39473 (Япония). Натриевая лампа/Кавасима Кодзо. Заявл. 30.11.71. №45-96456; опубл. 28.10.76. МКИ HOI J 61/22.
9. Заявка №60-107256 (Япония). Натриевая лампа высокого давления/ Харуо К., Ясабура Т., Ясуо Х. Заявл. 15.11.83, №58-215216; опубл. 12.06.85 МКИ HOI J 61/56.
10. Велит І.А. Вплив складу амальгами натрій – цезій- ртуть на спектральні характеристики натрієвих ламп високого тиску для умов тепличного господарства. Вчені записки Таврійського національного університету. Серія «Технічні науки». – Том 29 (68). №1, 2018. С 72-76.