

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АЗОТА В КОРНЕОБИТАЕМОЙ СРЕДЕ И СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА РОСТ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КИТАЙСКОЙ КАПУСТЫ**

*Тараканов И.Г., профессор кафедры Физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Морозов Я.В., инженер кафедры Физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Смолянина С.О., старший научный сотрудник лаборатории Культивирования растений в системах жизнеобеспечения ФГБУН ГНЦ ИМБП РАН*

***Аннотация.** Сбалансированное азотное питание растений является важным условием успешного выращивания листовых овощей в промышленной светокультуре. Экспериментально продемонстрировано, что увеличение доли красного света в спектре падающего на посев светового потока, особенно в сочетании с высокой долей аммонийного азота в растворе, стимулировало накопление нитратов в листьях китайской капусты.*

***Ключевые слова:** капуста китайская, азотное питание, светодиоды, красный свет.*

В последние годы в агроиндустрии интенсивно развиваются технологии выращивания растений в так называемых сити-фермах, предполагающих культивирование растений в закрытых помещениях на искусственных корневых средах и с искусственным светодиодным освещением [1]. Светильники, выполненные на базе светоизлучающих диодов (СД), являются наиболее перспективными для использования в сити-фермах, так как, помимо долговечности, безопасности и других преимуществ, дают возможность формировать практически любой спектральный состав излучения и тем самым направлять метаболизм растений в желаемом направлении [2]. Современные СД-фитосветильники часто имеют высокую долю красной составляющей в спектре вследствие ключевой роли красного света в обеспечении энергетической и информационной функций в жизни растения. Вместе с тем, высокая доля красного света в спектре может стимулировать накопление нитратов в растительных тканях, что делает выращенный урожай непригодным для питания теплокровных организмов [3].

Для изучения влияния сочетанного воздействия доли красной составляющей в спектре (при стабилизированной плотности потока фотонов) и отношения аммонийной и нитратной форм азота (при стабилизированной концентрации азота в питательном растворе) на рост и концентрацию

нитратов в листовых овощах были проведены опыты с китайской капустой *Brassica chinensis* L., сорт Веснянка (ВНИИССОК). Данный сорт отличается скороспелостью и высоким содержанием аскорбиновой кислоты в листьях. Растения выращивали методом нециркуляционной гидропонной проточной культуры в корневых модулях, выполненных на базе гидрофильных пористых мембран в сочетании с ионообменными капиллярно-пористыми субстратами [3]. В опытах использовали 2 варианта раствора, различающихся отношением нитратной и аммонийной форм азота (табл. 1) и 2 варианта спектрального состава света. Растения освещали светильниками на базе белых СД ( $T_{\text{цв}} = 4000\text{K}$ ) или белых с добавлением красных (660 нм) СД при соотношении плотности потоков фотонов (ППФ) от красных и белых СД, равном 3:2. Растения росли при круглосуточном освещении и общей ППФ, равной  $(375 \pm 15)$  мкмоль/ $(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , в течение 24 суток.

Таблица 1

### Минеральный состав питательных растворов

Элемент	Вариант 1,3	Вариант 2,4
N-NO <sub>3</sub>	125 ± 10	60 ± 5
N-NH <sub>4</sub>	0	62 ± 3
K	260 ± 13	260 ± 13
Ca	57 ± 5	57 ± 5
Mg	20 ± 2	20 ± 2
P	32 ± 2	32 ± 2
Fe	3 ± 1	3 ± 1
Микроэлементы	По прописи Кнопа	По прописи Кнопа

В ходе опыта было установлено, что при одинаковых условиях азотного питания увеличение доли красного света в спектре не повлияло на рост растений, но способствовало формированию более плотной формы розетки листьев и увеличению доли корня в массе растения (табл. 2).

Таблица 2

### Показатели растений в зависимости от спектра излучения и состава питательного раствора

ППФС <sub>Дкр</sub> /ППФС <sub>Дб</sub>	N-NH <sub>4</sub> /N-NO <sub>3</sub>	Мсыр, кг/м <sup>2</sup>	Мпобега/Мкорня	Высота побега, см	Высота/Диаметр розетки	Содержание NO <sub>3</sub> , мг/кг
0	0	3,4±0,8	54±8	14,5±1,5	0,8±0,1	760±82
	1	2,0±0,6	34±2	12,6±1,6	0,8±0,1	712±59
1,5	0	3,3±0,4	29±5	15,8±0,9	1,1±0,2	1063±99
	1	1,8±0,4	28±9	12,0±1,2	1,0±0,1	1341±371

При этом содержание нитратов в листьях увеличилось на 40% по сравнению с растениями, освещаемыми только белыми СД. Частичная замена нитратной формы азота на аммонийную в питательном растворе

привела к угнетению роста растений при обоих исследованных спектрах излучения, что свидетельствует о возможном аммиачном отравлении растений вследствие слишком высокой концентрации аммония в корнеобитаемой среде. Интересно, что концентрация нитратов в листьях растений, освещаемых белыми СД, была стабильной вне зависимости от состава азотного питания, в то время как при увеличении доли красного света в спектре концентрация нитратов в листьях была выше при нитратно-аммонийном питании, чем при нитратном. Причиной этого могло явиться уменьшение интенсивности освещения молодых листьев вследствие формирования более плотной розетки при этом спектре излучения, что, в свою очередь, могло негативно повлиять на активность в затененных листьях нитратредуктазы – ключевого фермента в ассимиляции нитрат-анионов растениями. Этот вопрос требует более детального изучения. В целом, полученные результаты продемонстрировали значительное влияние спектрального состава света на реакцию растений по отношению к составу азотного питания и позволили заключить, что:

1) увеличение доли красного света в спектре падающего на посев светового потока не повлияло на рост растений, но стимулировало накопление нитратов в листьях китайской капусты;

2) сочетанное воздействие высокой доли красного света в спектре и аммонийной формы азота в питательном растворе привело к увеличению концентрации нитратов в листьях китайской капусты на фоне угнетения роста растений.

### **Библиографический список**

1. Kozai, T. Plant Factory. An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. / Kozai, T., Niu, G., Takagaki, M. //Plant Factory. Academic Press, Elsevier Inc. – 2016.

2. Olle, M. The effect of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality / Olle, M., Virsile, M. A. // Agric. food sci. - №22. – 2013. – P.223–234.

3. Коновалова, И.О. Влияние параметров светового режима на накопление нитратов в надземной биомассе капусты китайской (*Brassica chinensis* L.) / Коновалова, И.О., Беркович Ю.А., Смолянина С.О., Помелова М.А., Ерохин А.Н., Яковлева О.С., Тараканов И.Г.//Агрохимия. – №11. – 2015. – С.63– 70.