

УДК:635.52

UDC:635.52

**ВЛИЯНИЕ ПЕРИОДА ИСКУССТВЕННОГО
ОСВЕЩЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ
РАССАДЫ САЛАТА**

**INFLUENCE OF A PERIOD OF ARTIFICIAL
LIGHTING ON FORMATION OF LETTUCE
SEEDLINGS**

Абиян Мария Вачагановна
аспирант

Abyan Mariya Vachaganovna
postgraduate student

Гиш Руслан Айдамирович
д.с.-х.н., профессор

Gish Ruslan Aydamirovich
Dr.Sci.Agr., professor

Подушин Юрий Викторович
к.с.-х.н.

Podushin Yuriy Viktorovich
Cand.Agr.Sci.

*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье представлены исследования реакции рассады салата-латука на продолжительность освещения натриевыми лампами при выращивании в теплице. Показано, что в зимний период в условиях Краснодарского края интенсивность естественного освещения для получения качественной рассады салата недостаточна и дополнительное освещение оказывает значительное влияние на морфологию рассады салата

The article presents a research of reaction of seedlings of lettuce on light duration with sodium lamps when grown in a greenhouse. It was shown that in winter conditions of the Krasnodar Region the intensity of natural light to produce quality seedlings of lettuce is insufficient and additional lighting has a significant influence on the morphology of lettuce seedlings

Ключевые слова: САЛАТ-ЛАТУК,
ГИДРОПОНИКА, ИСКУССТВЕННОЕ
ОСВЕЩЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Keywords: LETTUCE, GROWING ON
HYDROPONICS, SUPPLEMENTARY LIGHTING
FOR PLANTS

Введение

Производство зеленных культур, в первую очередь салатов, в специализированных тепличных комплексах и на рассадно-салатных линиях – одно из перспективных направлений тепличного овощеводства. Основаниями для такого утверждения служат круглогодичная востребованность на рынке свежей зелени, высокорентабельное производство в связи с агротехнологическими возможностями по управлению микроклиматом в культивационных сооружениях и технологическими процессами, наличием широкого ассортимента сортов и гибридов, относящихся к различным сортотипам, возросшим уровнем культуры питания населения [4].

В осеннее-зимний период растения в защищенном грунте при естественном освещении начинают испытывать дефицит солнечной

радиации, что увеличивает время выращивания, снижает качество продукции. Эффективным приёмом, оптимизирующим условия выращивания растений, является применение искусственного освещения, но при этом повышаются затраты на электроэнергию, что увеличивает себестоимость продукции.

Наиболее чувствительны к недостаточному освещению светолюбивые культуры, которым является важная овощная культура - салат листовой (*Lactuca sativa*). Он занимает особое место среди овощей по своему биохимическому составу: содержит витамины С, каротин, В₁, В₂, В₆, Е, К, РР, фолиевую кислоту, богат минеральными солями. В составе салата выявлено большое количество таких микроэлементов как марганец, кобальт, медь, йод и цинк, отличное соотношение в салате калия и натрия [5].

В связи с этим было проведено исследование по поиску оптимального периода досвечивания рассады салата натриевыми лампами высокого давления.

Материалы и методы

Объектом исследования служил листовой салат сорта Афицион. Исследования проводились в условиях Краснодарского края (IV световая зона) в зимний период в поликарбонатной обогреваемой теплице на базе ЗАО «Сад-Гигант». Растения досвечивали натриевыми лампами Philips, обеспечивающими освещенность 8,0 клк.

Посевным субстратом служил верховой торф в смеси с перлитом и вермикулитом. После посева кассеты помещали в камеру проращивания, для ускоренного прорастания семян, где температура воздуха держалась 18-20°C, а относительная влажность – 95- 98%.

Поливы и подкормки салата проводили в соответствии с применяемой в хозяйстве технологией выращивания зеленных культур на салатной линии.

Описанные условия выращивания салата были характерны для опытов проводимых в 2013 и 2014 гг., но имелись отличия: в 2013 г. рассада выращивалась в полистироловых кассетах с ячейкой 2,5*2,5*4,5 см, а в 2014 – 2,5*2,5*5,5 см, также в 2013 г - температура воздуха при выращивании салата составляла ночью - 22°C и днём - 24°C, а в 2014 – ночью - 14°C, днём - 16°C.

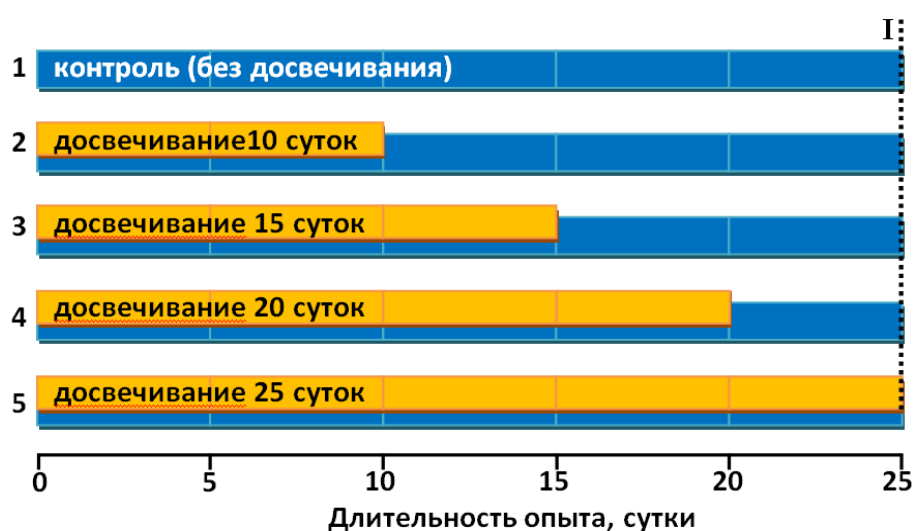


Рисунок 1 – схема проведения опыта с разным временем электродосвечивания рассады салата. Синим цветом обозначен весь период выращивания рассады, жёлтым – период, в котором рассада дополнительно освещалась лампами. I – отбор рассады для измерения биометрических параметров.

Досвечивание лампами вели с 6 до 21 ч при освещенности 8,0 клк.

В опыте было 5 вариантов досвечивания (рис. 1). В каждый вариант входила одна кассета с рассадой.

На 20 и 25 сутки проводили учёты и наблюдения в опытах по методике ГНУ ВНИИО [3].

Площадь листьев определяли методом высечек [1].

Содержание хлорофиллов *a*, *b* и сумму каротиноидов определяли в спиртовой вытяжке с помощью спектрофотометра Spectrumlab SS 2107. Содержание пигментов рассчитывали по формуле Лихтенталера [11].

На 25 сутки рассада высаживалась в гидропонную теплицу и выращивалась до товарного состояния. У товарного салата проводили измерение биометрических параметров по тем же показателям, как и для рассады.

Результаты и обсуждения

Ростовые процессы и фотосинтез тесно связаны друг с другом, так как от их сбалансированности зависит конечный урожай растений. Оба эти процесса находятся в тесной зависимости от интенсивности и спектрального состава света [6].

Недостаточная интенсивность естественного света в зимний период приводило к значительному снижению скорости развития корневой системы у рассады салата. Так при выращивании рассады без дополнительного освещения, корневая система развивалась значительно слабее по сравнению с вариантами, где рассада досвечивалась натриевыми лампами (табл. 1). В опыте 2014 года, когда объём ячейки с субстратом был больше и в меньшей степени ограничивал рост корней, досвечивание в первые 10 суток приводило к двукратному росту массы корневой системы по сравнению с контролем. При более длительном периоде досвечивания масса корней была ещё выше. Рост массы корневой системы сопровождался увеличением её длины.

Развитие надземной части в 2013 г. не коррелировало с приростом массы корневой системы, наибольшая масса надземной части салата отмечена в варианте без досвечивания. Морфологическое строение листьев растений этого варианта имело ряд особенностей (рис. 1а):

- листья вытянутые, длиннее, чем при досвечивании в 1,3-1,5 раза;

- толщина листьев наименьшая по сравнению с другими вариантами;
- листовая розетка рыхлая, крупные листья лежат на поверхности кассеты;

В благоприятных условиях освещения и минерального питания у растений формируется листовая поверхность, фотосинтетическая деятельность которой способна полностью обеспечить ростовую функцию и репродуктивные процессы, закодированные в геноме. Растения обладают компенсаторными механизмами, восполняющими недостаток одного параметра другим. Поэтому, при низких интенсивностях света невысокий фотосинтез частично компенсируется усиленным ростом площади листьев, в то время как при высоких интенсивностях света меньшая листовая поверхность может компенсироваться повышенной скоростью ассимиляции CO_2 [10]. Подтверждением этого факта может служить площадь листьев, которая незначительно отличалась между вариантами. При свете большей интенсивности уменьшение длины листовой пластинки, компенсировалось её ростом в ширину.

Отмеченный выше способ формирования листовой поверхности и возникающая при этом диспропорция в отношении массы надземной части и корневой системы может в дальнейшем отрицательно сказаться на темпах роста и развития растений при пересадке их в другие условия.

Досвечивание лампами снижало вытягивание листьев, а удельная масса листьев, характеризующая толщину листа, увеличивалась, рассада приобретала компактную форму удобную для пересадки растений в гидропонную систему.



1 2 3 4 5
2013 год (25 сутки вегетации, температура выращивания 24⁰С)



1 2 3 4
2014 год (20 сутки вегетации, температура выращивания 16⁰С)

Рисунок 1 – Рассада салата при различном времени досветки

1 – без досветки; 2 – досвечивание длилось в течение 10 суток; 3 – 15 суток; 4 – 20 суток; 5 - 25 суток.

Таблица 1 – Изменение биометрических параметров рассады салата в зависимости от продолжительности досвечивания (ЗАО «Сад Гигант», сорт Афицион)

Дата проведения опыта	Параметры рассады	Досвечивание, сутки					НСР
		0	10	15	20	25	
16.01.13	Масса растения всего, г в т.ч. корневой системы надземной части	0,68	0,65	0,71	0,73	0,71	0,05
		0,14	0,16	0,20	0,23	0,22	0,02
		0,54	0,49	0,52	0,51	0,49	0,03
	Длина, см корневой системы надземной части	6,3	5,8	7,0	7,4	7,3	0,5
		8,2	6,4	5,5	5,1	5,3	0,2
	Площадь листьев одного растения, см ²	21,9	19,6	18,4	17,1	18,8	2,6
	Удельная масса листьев, мг/ см ²	15,0	15,7	15,6	16,5	16,4	0,6
	17.01.14	Масса растения всего, г в т.ч. корневой системы надземной части	0,82	1,51	1,65	1,86	1,78
0,18			0,34	0,39	0,41	0,44	0,05
0,64			1,18	1,26	1,46	1,33	0,15
Длина, см корневой системы надземной части		7,76	7,66	8,26	8,08	8,11	0,38
		6,09	8,13	9,19	9,81	8,88	0,57
Площадь листьев одного растения, см ²		29,7	53,4	57,0	64,4	60,9	6,1
Удельная масса листьев, мг/ см ²		17,2	17,7	17,7	18,1	17,5	0,6

В условиях 2014 г. развитие растений в варианте без досвечивания происходило иначе. Скорость роста надземной и корневой части рассады при нехватке света была наименьшей среди исследованных вариантов (табл. 1), вытягивания листьев в длину не наблюдалось, листовая розетка оставалась компактной (рис.1б).

Изменение реакции растений на освещённость в 2014 г. обусловлена более низкой температурой воздуха в период вегетации растений. В 2013 году температура воздуха при получении рассады днём составляла 24⁰С, а в 2014 - 16⁰С. Температура является основным фактором влияющим на скорость протекания ростовых процессов у растений [10]. Вероятно, понижение температуры на 8⁰С в совокупности со слабо развитой

корневой системой не позволили растениям реализовать механизм, компенсирующий недостаток солнечного света.

По результатам обоих опытов можно утверждать, что естественного освещения в зимний период в условиях Краснодарского края недостаточно для формирования качественной рассады салата.

Оптимальные параметры рассады достигались уже при досвечивании в течение 15 суток. При постоянном освещении лампами в течение всего опыта (25 суток) рассада выглядела более компактной и имела меньшую массу надземной части при хорошо развитой корневой системе по сравнению с досвечиванием в 15 и 20 суток. Причиной наблюдаемого снижения темпов роста рассады может быть излишняя интенсивность света для данного этапа вегетации салата, так как свет при его избыточности может подавлять ростовые процессы [9].

Для эффективной работы растений по накоплению фотоассимилятов необходим развитый пигментный аппарат в листьях. Интенсивность освещения оказывает значительное влияние на структуру пигментного аппарата растений [8]. Хотя салат сорта Афицион и характеризуется сравнительно невысоким накоплением зеленых и желтых пигментов [2] изменение режима освещения также повлияло на содержание пигментов в его листьях. Высокая концентрация хлорофиллов в листьях на 1 мг сырого вещества отмечалась в вариантах без досветки и при постоянном досвечивании в течение 25 суток (табл. 2). Но при постоянном досвечивании толщина листа была выше (табл. 1), соответственно, учитывая эти два параметра: толщину листа и концентрацию пигментов, листья растений именно этого варианта лучше всего были способны поглощать световую энергию.

На 30 сутки полученная рассада салата была перенесена на водную систему теплицы и выращена до товарных размеров. Анализ полученных растений не выявил значительного влияния изначально существовавших

различий в морфологическом строении рассады на структуру товарной продукции (табл. 3).

Таблица 2 – Влияние продолжительности досвечивания на концентрацию фотосинтетических пигментов в листьях салата

Дата проведения опыта	Концентрация фотосинтетических пигментов в листьях, мг/г сырого в-ва	Продолжительность досвечивания рассады, сутки					НСР
		0	10	15	20	25	
16.01.13	хлорофиллов	0,63	0,6	0,58	0,58	0,63	0,05
	каротиноидов	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,01
17.01.14	хлорофиллов	0,46	0,45	0,34	0,39	0,52	0,09
	каротиноидов	0,10	0,09	0,08	0,08	0,09	0,02

Таблица 3 - Влияние досвечивания рассады на биометрические параметры товарного салата

Период досвечивания, сутки	2013 г				2014 г			
	Масса, г		Длина, см		Масса, г		Длина, см	
	Корня	Стебля	Корня	Стебля	Корня	Стебля	Корня	Стебля
0	12,50	77,79	40,2	24,7	12,94	86,15	48,9	27,9
10	13,82	76,08	37,6	24,3	15,13	82,43	45,5	28,8
15	13,11	77,12	39,4	24,1	16,07	86,19	48,5	28,9
20	8,77	80,79	41,4	25,0	16,93	95,15	46,8	30,0
25	10,01	86,58	43,6	25,2	17,05	90,75	50,1	29,5
НСР ₀₅	1,05	5,07	3,2	0,7	1,49	9,30	5,7	1,0

Наибольшие значения товарной массы салата наблюдались при использовании рассады, досвечиваемой более длительный промежуток времени (20-25 суток). В условиях 2013 г. досвечивание в течение всего периода выращивания рассады привело к достоверному увеличению массы товарной части салата на 8-9 гр. (примерно 10%). В условиях 2014 г. наибольшая масса товарной части салата наблюдалась при досвечивании в течение 20 суток.

Заключение

В сельскохозяйственном производстве урожайность и экономические расходы являются двумя наиболее важными критериями, по которым проводится оптимизация экологических факторов при выращивании растений. Конечной целью нашего исследования является оптимизация технологического процесса по выращиванию листового салата под климатические условия Краснодарского края.

Исследованная в данной работе зависимость развития рассады салата от времени досвечивания показала, что в зимний период листовой салат испытывает недостаток освещения, который успешно компенсируется освещением натриевыми лампами.

При поиске оптимальных режимов освещения растений в закрытом грунте следует учитывать влияние других погодных факторов в частности температуры, которые могут привести к существенной корректировке реакции растений на свет.

Применение искусственного освещения предохраняло рассаду от вытягивания, способствовало лучшему укоренению растений. Наибольший отклик рассады на освещение отмечен в первые 10-15 суток вегетации растений.

Досвечивание рассады обеспечивало формирование компактной листовой розетки и хорошо развитой корневой системы. В итоге формировалась более практичная для пересадки рассада.

Длительный период досвечивания рассады также обеспечивал прирост товарной массы салата в среднем на 10 %.

Наиболее оптимальный период досвечивания лампами рассады составлял около 20 суток.

Литература

1. Алексеева К.Л. Болезни зеленных и пряно-вкусовых культур: профилактика и способы защиты // Гавриш – 2013. - № 5. - С. 24-29.
2. Григорай Е.Е. Световой режим и продуктивность тепличной культуры огурца при использовании дополнительных источников освещения в междурядьях / Е.Е. Григорай, И.В. Далькэ, Г.Н. Табаленкова // Гавриш - № 3. - 2012. – С. 10
3. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М., - 2011. - 650 с.
4. Муравьев А.Ю. Производство салата и зеленных культур на салатных и рассадных комплексах РФ в 2007 году / А.Ю. Муравьев // Теплицы России - №3. - 2008. - С. 23-26
5. Плотникова Т.В. Экспертиза свежих плодов и овощей / Т.В. Плотникова, В.М. Поздняковский, Т.В. Ларина, Л.Г. Елисеева // Сибирское университетское издательство. Новосибирск - 2001. – С.90-94
6. Протасова Н. Н., Кефели В. И. Фотосинтез и рост высших растений, их взаимосвязь и корреляции. Физиология фотосинтеза. М.: Наука - 1982. - С. 251-280.
7. Протасова Н.Н. Светокультура как способ выявления потенциальной продуктивности растений / Н.Н. Протасова // Физиология растений - 1987. – т. 34, № 4 – С. 812-822.
8. Цельникер Ю.Л. Физиологические аспекты адаптации листьев к условиям освещения / Ю.Л. Цельникер, О.П. Осипова, М.К. Николаева // В кн. Физиология фотосинтеза, М.: Наука, - 1982. – С.187-203.
9. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. - М.: Колос, - 1992.
10. Ioslovich I. Optimal control strategy for greenhouse lettuce: Incorporating supplemental lighting / I. Ioslovich // Biosystems Engineering – V. 103 - № 1. – 2009. - P. 57-67
11. Lichtenthaler H.K. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents / H.K. Lichtenthaler, A.R. Wellburn // Biochem. Soc. Trans. - 1983. - V. 11. - № 5. - P. 591-592.

References

1. Alekseeva K.L. Bolezni zelennyh i prjano-vkusovyh kul'tur: profilaktika i sposoby zashhity // Gavrish – 2013. - № 5. - S. 24-29.
2. Grigoraj E.E. Svetovoj rezhim i produktivnost' teplichnoj kul'tury ogurca pri ispol'zovanii dopolnitel'nyh istochnikov osveshhenija v mezhdurjad'jah / E.E. Grigoraj, I.V. Dal'kje, G.N. Tabalenkova // Gavrish - № 3. - 2012. – S. 10
3. Litvinov S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshhevodstve. M., - 2011. - 650 s.
4. Murav'ev A.Ju. Proizvodstvo salata i zelennyh kul'tur na salatnyh i rassadnyh kompleksah RF v 2007 godu / A.Ju. Murav'ev // Teplicy Rossii - №3. - 2008. - S. 23-26
5. Plotnikova T.V. Jekspertiza svezhih plodov i ovoshhej / T.V. Plotnikova, V.M. Pozdnjakovskij, T.V. Larina, L.G. Eliseeva // Sibirskoe universitetskoe izdatel'stvo. Novosibirsk - 2001. – S.90-94
6. Protasova N. N., Kefeli V. I. Fotosintez i rost vysshih rastenij, ih vzaimosvjaz' i korreljicii. Fiziologija fotosinteza. M.: Nauka - 1982. - S. 251-280.
7. Protasova N.N. Svetokul'tura kak sposob vyjavlenija potencial'noj produktivnosti rastenij / N.N. Protasova // Fiziologija rastenij - 1987. – t. 34, № 4 – S. 812-822.

8. Cel'niker Ju.L. Fiziologicheskie aspekty adaptacii list'ev k uslovijam osveshhenija / Ju.L. Cel'niker, O.P. Osipova, M.K. Nikolaeva // V kn. Fiziologija fotosinteza, M.: Nauka, - 1982. – S.187-203.

9. Sheveluha V.S. Rost rastenij i ego reguljacija v ontogeneze. - M.: Kolos, - 1992.

10. Ioslovich I. Optimal control strategy for greenhouse lettuce: Incorporating supplemental lighting / I. Ioslovich // Biosystems Engineering – V. 103 - № 1. – 2009. - P. 57-67

11. Lichtenthaler H.K. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents / H.K. Lichtenthaler, A.R. Wellburn // Biochem. Soc. Trans. - 1983. - V. 11. - № 5. - P. 591-592.