

РОЛЬ МОНОСПЕКТРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИСТЬЕВ У ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

Г.Г. Асадов, Р.Р. Эфендиева*, И.Б. Мирджалаллы, Х.М. Атаева

Ин-т Дендрологии НАНА, Баку, Азербайджан

THE ROLE OF MONOSPECTRA IN FORMATION OF LEAVES IN DECORATIVE PLANTS

H.H. Asadov, R.R. Efendieva, I.B. Mirjalally, H.M. Atayeva (Institute of Dendrology of ANAS,
Baku, Azerbaijan)

Резюме. В статье исследовано влияние моноспектров, а именно синего, зеленого и красного спектра на рост и формирование листьев у различных декоративных растений выращенных в изолированных камерах со стабильной температурой и влажности среды. Установлено, что синий свет оказывает активное влияние на формирование вегетативных органов у опытных растений. В результате экспериментальных исследований выявлено, что наиболее эффективный рост наблюдается у *Pseudarantiniума*, *Epipremnum aureareum* G.S. Bunting, *Pandanus amaryllifolius* Roxb. при зеленом и красном спектрах, а при синим, происходит торможения роста, замедление динамики ростовых показателей в длину. Другие виды приемлемы для озеленения внутренних помещений. Накопление хлорофилла в листьях при синем и красных спектрах относительно умеренное, при зеленом слабое. Названные декоративные растения являются новыми для Азербайджанской флоры, а для Апшеронской флоры в частности. Они впервые подвержены моноспектральному влиянию светового луча. Также выявлено что, отдельные моноспектры не дают ожидаемого результата. На наш взгляд, следует использовать смещенный состав спектров, для дальнейших исследований.

Abstract. The paper investigates the influence of monospectra, namely the blue, green and red spectrum, on the growth and formation of leaves in various ornamental plants grown in isolated chambers with a stable temperature and humidity of the environment. It was found that blue light has an active effect on the formation of vegetative organs in experimental plants. As a result of experimental studies, it was revealed that the most effective growth is observed in *Pseudarantiniума*, *Epipremnum aureareum* G.S. Bunting, *Pandanus amaryllifolius* Roxb. with green and red spectra, and with blue, growth inhibition occurs, a slowdown in the dynamics of growth indicators in length. Other types are acceptable for indoor landscaping. The accumulation of chlorophyll in the leaves is relatively moderate with blue and red spectra, and weak with green. The named ornamental plants are new for the Azerbaijan flora, and for the Absheron flora in particular. For the first time they are exposed to the monospectral influence of a light beam. It was revealed that individual monospectra do not give the expected result. In our opinion, the shifted composition of the spectra should be used for further research.

Ключевые слова: Моноспектры, рост и формирование листа, декоративные растения.

Keywords: Monospectra, growth and formation of leaves, decorative plants.

*Р.Р. Эфендиева, Ин-т Дендрологии НАНА, пос. Мардакяны, ул. Есенина 89, Баку, Азербайджан, Тел.: +994(12) 454-82-98, e-mail: efendiyeva_resmiyye@mail.ru

Received: 26 February 2020;

Accepted: 8 June 2020;

Published: 23 August 2020.

1. Введение

Основной функцией зеленого растения является фотосинтез, обеспечивающий энергетический обмен в клетках, за счет солнечных лучей и пластических эффектов хлоропластов. Рост и развитие вегетативных и генеративных органов происходит с участием биохимических и физиологических процессов, сопровождающихся фотосинтезом, образуя запас органических веществ. Основными компонентами листьев растений являются пигменты «а» и «в», их оптические свойства и фотохимическая активность определяют рост и формирование листьев и побегов. Освещенность земли находится в прямой зависимости от расположения солнца и поэтому интенсивность достигаемых спектров всегда разное, растение всегда принимают достигаемых спектров разной интенсивности. В связи с этим исследователи создают стационарные условия для оптимального освещения экспериментальных опытов. С другой стороны спектр освещенности изменяется в зависимости от плотности облачности. Каждый моноспектр по-разному влияет на рост и формирование листа. Синий цвет поглощается относительно количестве больше, обеспечивает интенсивный рост, а также происходит идеальный фотосинтез, зеленый спектр свободно проходит через листья и происходит минимальный фотосинтез, растения втягиваются в росте (Karnachuk *et al.*, 1987; Malyarovskaya *et al.*, 2013).

Солнечный свет состоит из семи моноспектров, каждый из которых имеет разные длины волны: зеленый, красный, оранжевый, желтый, голубой, синий и фиолетовый, каждый из них носитель квант энергии соответственно, от 380 нм и ниже ультрафиолетовая, 380-430 нм –фиолетовая, 430-490 нм синяя, 490—570 нм зелёная, 570-600 нм жёлтая, 600-780 нм красная и 780 нм и выше инфракрасная. Фотосинтез на основе закона сохранения материи и энергии является основным звеном синтеза органических соединений из неорганических молекул (Belous *et al.*, 2012; Dorofeev *et al.*, 2011).

При нормальном освещении растения произрастают нормально, а при недостаточном освещении наблюдается ослабление жизненно важных этапов развития растения, изменяется окраска листа, удлиняется междоузлия и т.д. (Nemoykina, 2002; Gasimov, 2008).

2. Методы и объекты исследования

Для проведения экспериментальных работ было отобрано 17 видов новых декоративных растений –*Callistemoncitrinus* (Curtis) Skeels., *Ficusbenjamina* L., *Scheffleradigitate* J.R. Forst G. Forst, *Musaacuminata* Colla, *Scindapsuspictus* Hassk, *Pseudarantinum*, *Pandanus amaryllifolius* Roxb., *Epipremnum aureareum* G.S.Bunting, *Maqnia grandiflora* L., *Simondsia chinensis* L., *Feuxoa Acca sellowiana* (O.Berg) Burret, *Hydrangea arborensceus* L., *Calla indica* L., *Carica papaya* L., *Mangifera indica* L.,- *Persea americana* Mill., *Citrus limon* (L.) Osbeck выращенных в оранжерейных условиях. Заранее подготовлены черенки длиной в 15 см имеющих покоящихся почек перед посадкой черенки обработаны 0,3%-ном растворе «корневина» в течении 72 часов. Почвенный состав подготовлен в соотношении торфа-песка и глинистой почвы 1:1:1.почвенная среда заполнялась в полиэтиленовые, темные горшочки, объемом 500гр., pH среды и влагоемкость почвы определяли аппаратом «pHmoisture» метром, pH среды 6,4, влажность

65%, контролировалось ежедневно. После чего производилось посадка черенков и перенесены в стеклянные камеры, объемом 1 м², в различной спектральной освещенности – синего, зеленого и красных, соответственно квантовой энергией – синего, зеленого и красных, соответственно квантовой энергией - имеют 500, 570 и 720 нм, продолжительность освещения с 8⁰⁰ до 18⁰⁰ часов, напряжение искусственных диодных ламп 18 watt. С момента формирования 3-х настоящих листьев, площадью 3,5-4,0 см² было определено количество зеленых пигментов, с использованием аппарата «хлорофиллометр» SPAD502 plus, производства Японии, автоматическим вычислением. Показатели, которой универсальные и не подвергаются математическому анализу. Полученные сведения охватывают апрель, май и июнь месяцы, они представлены в таблице 2. Характеристика данных приведены в разделе обсуждения.

3. Обсуждение

Жизнедеятельность зеленых растений теснейшим образом зависит от нормальной интенсивности и спектрального состава белого света. Свет, который состоит из семи различных моноспектров и является основным источником энергии. Энергетический состав необходим для регуляции роста и развития, в конечном счёте для формирования биологической урожайности (Mamedov *et al.*, 2018; Nemojkina, 2002; Karnachuk *et al.*, 1987; Malyarovskaya *et al.*, 2013).

В жизненном этапе растений каждый моноспектр имеет свое обозначение, и связи с этим нами прослеживалась влияние каждого спектра на динамику роста и развития опытных растений. Свет необходим для формирования хлорофилла в хлоропластах. Каждая световая волна несёт на себе энергию необходимой для фотосинтетической деятельности листа. Формирование молодых листьев, рост побегов и корней в первую очередь зависит от интенсивности протекания фотосинтеза, от влияния света. Наиболее активным спектром для формирования вегетативных органов являются синий, зеленый и красные моноспектры. Они непосредственно являются естественными катализаторами формирования фотосинтеза в молодых листьях (Belous *et al.*, 2012; Dorofeev *et al.*, 2011; Nemojkina, 2002; Gasimov, 2008).

По мнению Н.В. Катаевой и др. (1981) синий свет оказывает формированию листьев и активизирует синтез хлорофилла, закладывая основу новых вегетативных почек. Эти сведения нашли свое подтверждение нашими фенологическими наблюдениями и экспериментальными данными, в течении всего вегетационного периода (таблица 1). Однако мы считаем, что формирование вегетативных органов на синем спектре, значительно медленнее, чем при красной. В таблице 1 представлены данные роста и формирования листа и побега 3-х характерных видов, а именно *Pandanus amaryllifolius* Roxb., *Pseudarantinium*, *Epipremnum aureareum* G.S. Bunting, период с 20.12-2018 по 20.07-2019 года. Как видно из данных таблицы 1 под влиянием синего спектра за опытные дни (180 дней) формирование нового листа не происходила, тогда, как рост побега продолжал свой рост, а к концу вегетации высыханию побега. В связи с этим отмечаем, что для данного вида растений (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) синий свет имеет определенное эффективное значение. Однако характеристика роста листьев под влиянием моноспектров на наш взгляд носит индивидуальный характер. У таких видов как *Pseudarantinium* и *Epipremnum aureareum* G.S.

Bunting, к началу опыта, под влиянием синего спектра происходил ранний опад листьев (20.12.2018). Тогда как зеленые побеги хорошо сохранились и достигали рост до 7,0 –8,0 см, соответственно. По мере увеличения сроков влияния синего спектра у них наблюдается формирование новых листочков и постепенное удлинение побега от 7,2 и 8,6 и см к 20.01.2019 году т.е. к следующему году. Наибольшее количество сформировавшихся листьев (4 шт.) наблюдалось у *Pseudarantinium* к 20.05.2019 г.т.е. через 4 месяца с момента переноса растений под синий свет, а рост побега достигла максимальной длины, 10,3 см. Этот вид смогла восстанавливать нормальный рост и развитие даже при низком кванте энергии - 500пц. Среди исследованных моноспектров наиболее приемлимым для опытных видов является зеленый свет (570 пц). К моменту закладки экспериментальных опытов (20.12.2018 год) *Pandanus* имела только 1 лист, длиной 5,7 см. У этого вида по мере нахождения под действием зеленого света постепенно развивались и формировались новые листья, к 20.01.19 году формировалось в дальнейшем 2, к февралю 3, к марту месяцу 2019 года 4, в апреле 5, к июнь месяцу 6,а в июле 8 листочков. Рост зеленого побега развивался динамично от 5,7 см и достигла максимума 10,5см к июлю месяцу, что подтверждает о положительном влиянии зеленого спектра на рост и развитие вида *Pandanus amaryllifolius* Roxb. Влияние зеленого света на динамику роста и развития вида *Pseudarantinium* происходило аналогично и с видом *Pandanus amaryllifolius* Roxb. Однако динамика формирование листьев несколько замедленное и их количество колеблется от 1 до 7 к 20.07.19 году продолжительность 180 дней. За этот период измерений длина побега начиная с 20.12.18 года -7,1см и достигла максимума к 20.06.19 году – 10,2см. Зеленый свет способствовал росту листа и в ширину, что является фактором увеличения фотосинтетической площади и активного роста побега.

Под влиянием синего спектра рост и развитие вида *Epipremnum aureareum* G.S. Bunting относительно умеренная. Особенное различие в развитии, по сравнению с другими опытными растениями за истекший срок не наблюдалось. У этого вида исходный показатель длины побега 6,2см и по истечению времени, в частности к 20.07.19 г. 9,9см, т.е. прирост всего 3,7см, что является весьма слабым. У них к 20.06.19.г. рост побега останавливается и сохраняется на этом же уровне даже по истечении 30 дней, т.е. к 20.07.19 г.

Характерные черты влияния на рост и развитие опытных растений под влиянием красного спектра (720 нм) ярко не выражается. Не смотря на относительно высокого кванта энергии красных лучей, характерных изменений не наблюдается. Следует отметить, что в начале опытов (20.12.18), только у вида *Epipremnum aureareum* G.S. Bunting появляется 1 лист, длиной побега 5,7см, тогда как у *Pandanus amaryllifolius* Roxb. и *Pseudarantinium* лист и побег формируется к 20.02.19. К этому времени у всех опытных видов формирование новых листьев и побега не происходило, что по всей вероятности совпадает с понижением температурных показателей в камерах.

Таблица 1. Ростовые показатели некоторых декоративных растений под влиянием моноспектров, 2018 -2019 г.

Дата	Виды	Синий 500нм		Зеленый 570нм		Красный 720нм	
		К-во листа	Длина в см	К-во листа	Длина в см	К-во листа	Длина в см
20.12.18	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	-----	-----	1	5,7	-----	-----
20.12.18	<i>Pseudarantinium</i>	-----	8,0	1	7,1	-----	-----
20.12.18	<i>Epipremnum aureareum</i> G.S.Bunting	-----	7,0	1	6,2	1	5,7
20.01.19	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	-----	-----	2	5,8	-----	-----
20.01.19	<i>Pseudarantinium</i>	1	8,4	2	7,7	-----	-----
20.01.19	<i>Epipremnum aureareum</i> G.S.Bunting	1	7,2	2	8,0	-----	-----
20.02.19	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	-----	-----	3	6,4	-----	-----
20.02.19	<i>Pseudarantinium</i>	2	8,8	3	8,4	1	4,0
20.02.19	<i>Epipremnum aureareum</i> G.S.Bunting	2	8,2	3	6,8	2	6,6
20.03.19	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	-----	-----	4	6,8	2	6,8
20.03.19	<i>Pseudarantinium</i>	3	9,0	4	8,6	2	4,2
20.03.19	<i>Epipremnum aureareum</i> G.S.Bunting	2	8,5	3	6,9	3	6,9
20.04.19	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	-----	-----	5	7,8	3	7,0
20.04.19	<i>Pseudarantinium</i>	3	9,3	5	8,8	3	4,4
20.04.19	<i>Epipremnum aureareum</i> G.S.Bunting	2	8,8	3	7,0	3	7,3
20.05.19	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	-----	-----	5	7,7	-----	-----
20.05.19	<i>Pseudarantinium</i>	4	10,3	6	10,2	5	9,4
20.05.19	<i>Epipremnum aureareum</i> G.S.Bunting	3	9,0	5	9,8	4	8,9
20.06.19	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	-----	-----	6	7,9	2	4,0
20.06.19	<i>Pseudarantinium</i>	-----	-----	7	-----	2	9,0
20.06.19	<i>Epipremnum aureareum</i> G.S.Bunting	3	9,1	5	9,9	4	9,0
20.07.19	<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	-----	-----	8	10,5	5	9,2
20.07.19	<i>Epipremnum aureareum</i> G.S.Bunting	3	9,2	6	9,9	5	9,2



Общий вид



Синий спектр



Зеленый спектр



Красный спектр

Рисунок 1. Общий вид растений в камерах

Формирование листьев, под влиянием красного света, происходило к марту месяцу (20.03.19.), т.е. к весенней активности роста и развития у самих видов. К этому времени у *Pandanus amaryllifolius* Roxb. формировалось 2 листа, длина побега составляет 4,2см. По мере стабилизации температуры к 20.04.19, появился 3-й лист, а к маю опал. К 20.06.19 г. появились ещё 2 новых листочка, длиной побега 6,8см., к июлю месяцу развивается 5-й лист, длина побега 9,2см, что является высоким показателем для вида в камеральных условиях, под влиянием красного спектра. После короткого покоя очнулся и *Pseudarantinium*, у которой появился сначала 1 лист, длиной побега 4,2см. Наилучшим этапом роста и развития этого вида происходит к 20.05.19, где формировалось 5 листьев, а длина побега 9,4см которые превалирует начальные результаты на 4 листа и 5,4см длины побега, т.е. этот период роста и формирования листьев, под влиянием красных лучей наиболее эффективное. Только в феврале 2019г. у вида *Epipremnum aureareum* G.S. Bunting проявилась активность и формировалась 2 листочка, длиной побега 6,8см к март месяцу 3-й лист, соответственно длина побега составила 6,9 см, к апрелю 3 и 7,3см, к маю 4 листа и 8,9см длина побега, а к июлю месяцу 5 листьев и длина побега 9,2см.

В связи с вышеизложенным приходим к мнению о том, что при разделении белого света на моноспектры, соответственно уменьшается уровень световой энергии, что способствует приспособлению различных видов к низкой интенсивности освещения, которая в дальнейшем способствует приспособлению различных видов растений к низкой интенсивности освещения и снижению фотосинтетической деятельности листового аппарата, что способствовало

относительному повышению дыхания. В такой среде происходит слабое накопление органических соединений, что свидетельствует о замедлении формирования листа и побега в целом (Nemoykina, 2002; Gasimov, 2008).

В камеральных условиях отсутствует естественная среда обитания растений, на что и реагируют сами растения. В изолированной среде растения ощущают нехватки не только энергии солнечного света, но и ощущают нехватки активности ферментной и гормональной активности, для формирования вегетативных органов. Образовавшиеся новые листья не в состоянии активизировать формирования синтезирующих органов, нехватка органических строительных тканей не успевают доставлять необходимый продукт для роста и развития растений. В таких условиях растения подвержены экологическому стрессу и в определенное время наступает замедление жизненной активности (Табл. 2).

В таблице 2 представлены данные общего количества хлорофилла у различных декоративных видов, как древесных, так и комнатных, а именно лимонного калистемона (*Callistemon citrinus* (CURTIS) SKEELS), крупноцветковой магнолии (*Magnolia grandiflora* L.) и пандануса (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.), в течении вегетационного периода. В начале вегетации (апрель) общее количество хлорофилла под влиянием синего спектра в листьях составляет $0,50 \text{ мг/мм}^2$, а у появившихся новых листов в мае месяце происходило снижение хлорофилла до $0,27 \text{ мг/мм}^2$, а в июне месяце достигла $0,14 \text{ мг/мм}^2$, только в июле месяце наблюдается постепенное повышение его количества, постепенно восстанавливается слабое фотосинтетическая деятельность. При зеленом спектре количество хлорофилла сохраняется на том же уровне – $0,48 \text{ мг/мм}^2$ в апреле и мае месяце, после чего происходит постепенное уменьшение его количества и достигает $0,39$ и $0,27 \text{ мг/мм}^2$ соответственно к июню месяцу. При красном свете количество хлорофилла достигает $0,49 \text{ мг/мм}^2$ в июне снижается до $0,18 \text{ мг/мм}^2$ а в июле листья высыхают.

Таблица 2. Влияние различных моноспектров на общее количество хлорофилла у различных видов декоративных растений, в $\text{мг } 5 \text{ мм}^2$ площади листа

Виды	Дата определения	Синий спектр	Зеленый спектр	Красный спектр
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	5. 04.19	0,50	0,48	0,45
<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	5. 04.19	-----	-----	0,43
<i>Callistemon citrinus</i> (CURTIS) SKEELS	5. 04.19	-----	0,50	-----
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	5. 05.19	0,27	0,48	0,49
<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.	5. 05.19	-----	0,39	0,45
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	5. 06.19	0,14	0,30	0,18
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	5. 06.19	0,16	0,27	-----

Характерные изменения в количестве хлорофилла у лимонного калистемона (*Callistemon citrinus* (CURTIS) SKEELS), как при синем так и при красном спектре не наблюдалось, только в варианте зеленого спектра в начале вегетации 0,50 мг/мм², из-за нехватки определенного количества энергии функционирование листа прекращалось. У *Pandanusa* (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) в начале апреля (04.19) при синем и зеленом спектре листья не были сформированы, а в мелких листьях при красном спектре определено 0,43 мг/мм² хлорофилла, в мае под влиянием зеленого спектра накопилась 0,39 мг/мм². Дальнейшее определение хлорофилла в листьях не проводилось из-за гибели растений.

Таким образом, следует подчеркнуть то, что при слабой моноспектральной световой освещенности у растений происходит развитие и формирование фотосинтетического аппарата слабо. Красные и синие спектры ускоряют синтез и накопление хлорофилла. При зеленом происходит умеренное накопление хлорофилла, увеличивается рост листовой пластинки в ширину.

Выводы

- Синий и красный спектр способствует накоплению хлорофилла, росту и формированию листьев.
- При зеленом спектре отмечен рост листа в ширину, а в красном спектре активность фотосинтеза и роста.
- Влияние моноспектров носит индивидуальный характер для каждого вида в отдельности.

Литература

- Abdullaev, Kh.D., Hasanov, R.A. (2014). *Biophysical mechanism of stress reactions*. Baku, Turkhan, 65-101 (in Azerbaijani).
- Alekhina, N.D., Balnokin, Yu.V., Gavrilenko, V.F. et al. (2005). *Plant Physiology*. Moscow, Publishing Center Academy, 640 p. (in Russian).
- Belous, O.G., Malyarovskaya, V.I., & Kolomiets, T.M. (2012). Effect of spectral composition of light on growth of chryzantemum morifolium in vitro. *Nauka i studia*, 10, 30-35.
- Dorofeev, V.Yu., Medvedeva, Yu.V., & Karnachuk, R.A. (2011). Optimization of the light regime during the cultivation of healthy potato plants in vitro in order to increase the production process. *Materials of the VI Moscow International Congress, part, 1*, 238-239.
- Gasimov, N.A. (2008). *Plant physiology*. Baku State University (in Azerbaijani)
- Karnachuk, R.A., Protasova, N.N., Dobrovolsky, M.V., Revina, T.A., & Nichiporovich, A.A. (1987). Physiological adaptation of the *Leuzea* leaf to the spectral composition of light. *Plant Physiology*, 34(1), 51-54 (in Russian).
- Malyarovskaya, V.I., Kolomiets, T.M., Sokolov, R.N., & Samarina, L.S. (2013). Influence of the spectral composition of light on the growth and development of *Lilium caucasicum* under in vitro culture. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*, 94, 1-11 (in Russian).
- Mamedov, T.S., Asadov, G.G., Novruzov, V.M., Nasibov, I.M. (2018). Growth dynamics of new introduced species of trees and shrubs under the influence of various monospectra. International scientific conference *Landscape Architecture in Botanical Gardens and Arboretums*, Kamenets -Podolsk, 209-214 (in Russian).
- Nemoykina, A.L. (2002). Influence of light of different spectral composition on the mesostructure of the yucca elephant leaf in in vitro culture. In Student and scientific and

- technological progress. *Biology: Proceedings of the XL International Scientific Student Conference*. Novosibirsk. NSU (p. 91).
- Nemoykina, A.L. (2002). Spectral light and the content of photosynthetic pigments *Yucca elephantipes* in vitro. *Biology – Science*, 21, 167 (in Russian).
- Skulachev, V.P. (2000). *The laws of bioenergy*. Moscow. Nauka, 70-110 (in Russian).