

Влияние комплекса абиотических факторов на вегетативные показатели рассады

Давыдов Александр

Школа №1553 им. В. И. Вернадского

9 класс

*Научные руководители
к.б.н Давыдова Е. Ю., Литвинов М. Б.*

Москва

2018 г.

Содержание

1. Введение	3
2. Цель исследования	4
3. Задачи исследования	4
4. Методы исследования	4
5. Условия эксперимента	4
6. Результаты	5
7. Выводы	13
8. Список литературы	13

1. Введение

Астра однолетняя является распространенным садовым растением относительно неприхотливым к условиям выращивания с высокими декоративными свойствами.

Ботаническая характеристика

Астра низкорослая является сортом растения *Callistephus chinensis*, семейство сложноцветные (астровые). В садоводстве известна под названием «астра однолетняя» «астра китайская» или «садовая астра». Корневая система мочковатая, мощная, поверхностная. Высота растения около 20-30 см с широко раскинутыми или прижатыми 5-10 ветвями 1-го порядка. Стебли прямостоячие, крепкие, простые или ветвистые, продольно-бороздчатые, зеленые, жестко опушенные. Нижние листья крупные, широко овальные, или овально-ромбические, неравно крупно зубчато-пильчатые или городчатые, островатые, на черешках 3-7 см длины. Средние листья более мелкие, продолговатые, с небольшим количеством зубцов по краю, основание клиновидное, черешок короткий, крылатый. Верхние листья продолговатые или ланцетно-продолговатые, тупые, сидячие, почти цельнокрайние, мелкие. Корзинки 2-5 см диаметром, одиночные, верхушечные. Краевые цветки язычковые, женские, фертильные, 2-8 см длины. Язычки широкие, на верхушке коротко двухзубчатые, разнообразной окраски. Дикорастущие формы в настоящее время в культуре уже не используются в связи с наличием большого числа сортов. [1]

Экологическая характеристика

По отношению к влаге *Callistephus chinensis* является *мезофитом*, т.е. приспособлены к обитанию в среде с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением почвы. По отношению к питанию – мезотроф (приспособлены к обитанию на почвах с умеренным содержанием элементов минерального питания). Отношение к свету – светолюбивые, теневыносливые.

Экологические характеристики позволяют использовать его в качестве объекта для исследования влияния абиотических факторов на морфологические характеристики растений, т.к. эти организмы приспособлены к росту в широком диапазоне условий. Таким образом варианты сочетаний абиотических факторов (влажность, освещенность, обогащенность почвы) позволяют создать условия для исследования вариативности характеристик растений в пределах нормы реакции.

В учебной и научной литературе описаны общие механизмы и закономерности влияния различных условий на растения. Теоретические положения, использовавшиеся в настоящей работе приведены ниже.

Влияние фактора освещенности на морфологические характеристики растений. Светолюбивые и теневыносливые растения реагируют на изменения интенсивности освещенности и спектральный состав светового излучения. Известны действия света на рост растений через фотосинтез: при слабой освещенности они растут плохо при недостатке света проростки гибнут, израсходовав запас питательных веществ в семени. Фотоморфогенез – это зависимые от света процессы роста и развития растений, которые определяют его форму и структуру. В ходе ф. растения оптимизируют свою структуру для поглощения света в конкретных условиях. Большая освещенность ингибирует вытягивание междоузлий, в тени листья вырастают крупнее чем на свету и имеют большие значения индекса листовой поверхности. Также недостаточное освещение подавляет цветение. [2]

Влияние фактора обогащенности почвы на морфологические характеристики растений. Если почва недостаточно богата необходимыми солями продуктивность растений будет низкой вне зависимости от освещения и влаги. Недостаток или избыток конкретных соединений (азота, фосфора, калия, натрия и др.) приводит к характерным изменениям формы и окраски растений).

Влияние фактора увлажненности почвы на морфологические характеристики растений. Увлажненность почвы в первую очередь влияет на формирование корневой системы в пределах типа, характерного для данного вида растений. При затрудненном водоснабжении у растений возникают признаки ксероморфизма: уменьшение размеров органов, изменение клеточного строения листа и проводящей системы.

Правило селективного действия факторов. Эффект действия различных факторов неодинаков при различных периодах онтогенеза растения [3]

Анализируя данные литературы о влиянии абиотических факторов на морфологические характеристики растений, выявляется актуальность комплексного изучения совокупности условий, обуславливающих оптимум функционирования. Моделированию этих условий в процессе выращивания рассады *Callistephus chinensis* в условиях городской квартиры и посвящена настоящая работа.

2. Цель исследования

- Изучение влияния сочетаний абиотических факторов на морфологические характеристики астры низкорослой (*Callistephus chinensis*).
- Выявление оптимального сочетания абиотических факторов для выращивания рассады в условиях городской квартиры.

3. Задачи исследования

- Моделирование различных сочетаний абиотических факторов
- Измерение вегетативных показателей рассады в различных условиях
- Анализ влияния отдельных факторов на вегетативные показатели рассады

4. Методы исследования

- Наблюдение за процессом прорастания и роста рассады
- Ежедневное измерение динамики изменений вегетативных показателей (высота растения, количество и размеры листьев)
- Количественный анализ результатов измерений с помощью статистических методов

5. Условия эксперимента

Выращивание рассады производилось в трех тепличных блоках с различными сочетаниями абиотических факторов (рис. 2):

- Освещенность
 1. Естественное освещение (Е)
 2. Фитолампа (Ф):

Лампа в свете которой преобладает красная и синяя части спектра. Производитель заявляет, что под этой лампой растения не вытягиваются, а также улучшается рост и развитие растений, т.к. именно излучение в этой части спектра оптимально для фотосинтеза (рис. 1). Влияние на рост и развитие растений отдельных компонентов спектра было показано еще в начале 20 века [4]
 3. Лампа дневного света(Л):

В ее спектре пик приходится на желтую и зеленую часть. Как видно на (рис. 1) фотосинтез проходит медленнее в сине-зеленой части спектра, поэтому мы хотим посмотреть, как это скажется на цвете листьев и росте растений, находящихся под этой лампой.
- Почва
 1. Обогащенная (специально для рассады) (П+)
 2. Обычная почва, набранная в Подмосковье (П-)
- Влажность почвы
 1. Умеренный полив (В+)



Рис 1. Сравнение спектров свечения фитолампы, естественного света и лампы дневного света.

ОЕ	ОЕ	ОЕ	ОЕ
П+	П+	П-	П-
В-	В+	В+	В-

ОЛ	ОЛ	ОЛ	ОЛ
П+	П+	П-	П-
В-	В+	В+	В-

ОФ	ОФ	ОФ	ОФ
П+	П+	П-	П-
В-	В+	В+	В-



Рис. 2. Сочетания абиотических факторов.

ОЛ - лампа дневного света; ОЕ- естественное освещение; ОФ- фитолампа; П+ - почва для рассады; П- - обычная почва; В+ - Умеренный полив; В- - Минимальный полив.

- 200 мл в каждую ячейку
- 2. Минимальный полив (В-)
 - 100 мл в каждую ячейку.
- Влажность воздуха и температура
 - 1. Во всех блоках поддерживалась одинаковая влажность воздуха и температура: 60-80% и 20-25°C соответственно.

Таким образом у нас получилось 12 вариантов условий:

Ход работы:

1. Посев.

Посев был произведен 07.12.17. В каждой ячейке было посеяно 70 семян (14 лунок по 5 семян в каждую). Посев и заделка семян производились в соответствии с указаниями на упаковке (глубина заделки 0.5-1 см)
2. Замеры.

После появления всходов производились еженедельные замеры по трем показателям: длина листьев, кол-во листьев, высота растения. Полив производился через день по 200 мл в ячейки В+ и по 100 мл в ячейки В-. Такой режим полива был определен экспериментальным путем в целях обеспечения оптимальной влажности для ячеек В+ и минимальной допустимой влажности для ячеек В-.
3. Фоторегистрация

Фоторегистрация проводилась еженедельно, вместе с замерами.

6. Результаты

6.1 Всхожесть и выживаемость.

В отдельных блоках первые всходы появились в течение недели (приложение, фото 1). Максимальная всхожесть выявлена в блоке ФП-В- и составила 34% от посеянных семян, минимальная – в блоке ЕП+В- (всего 6 %). Суммарные результаты по всхожести и выживаемости в различных условиях представлены в табл. 1. В условиях освещения фитолампой процент всходов выше при всех сочетаниях почвы и влажности. Это, возможно, объясняется тем, что при таком освещении интенсивность фотосинтеза выше что обеспечивает достаточное количество питательных веществ для роста.

В блоке с естественным освещением взошло наименьшее количество семян (приложение, фото 2) и все растения погибли в течение месяца. Это произошло из-за того, что растения были посажены в декабре, т.е. во время наиболее короткого светового дня. Повторный посев в рекомендованные на упаковке семян сроки (февраль) также характеризовался низкой всхожестью (см. табл. 1), однако в этом случае гибель растений после прорастания была ми-

Табл. 1. Всхожесть (красным) и выживаемость (черным), %.

	П+В-	П+В+	П-В+	П-В-
Фитолампа	20% 93%	19% 62%	29% 45%	34% 25%
Лампа дн. св.	11% 50%	14% 90%	11% 25%	9% 22%
Естеств. освещ.	6% 100%	11% 100%	10% 100%	13% 67%

нимальной.

Различия по выживаемости между растениями из блоков с двумя вариантами искусственного освещения (фитолампа и лампа дневного света) оказались минимальными, но динамика изменения численности растений отличалась (рис. 3, 4). Так, при освещении фитолампой гибель растений прекратилась к 49 дню, тогда как под лампой дневного света только к 68 дню.

Также обнаружили различия между блоками с разными видами почвы (приложение, фото 3). В блоках, освещаемых фитолампой и лампой дневного света растения, росшие в почве для рассады выживали с большей вероятностью, чем те, которые росли в почве, набранной в Подмосковье. Та же тенденция наблюдалась и в блоке под лампой дневного света. Это объясняется тем что покупная почва гораздо более рыхлая и более благоприятна для всхода растений, чем почва, содержащая глину.

Полученные результаты подтверждают важное значение фактора освещенности (спектральной характеристики света и длины светового дня) и механических свойств почвы

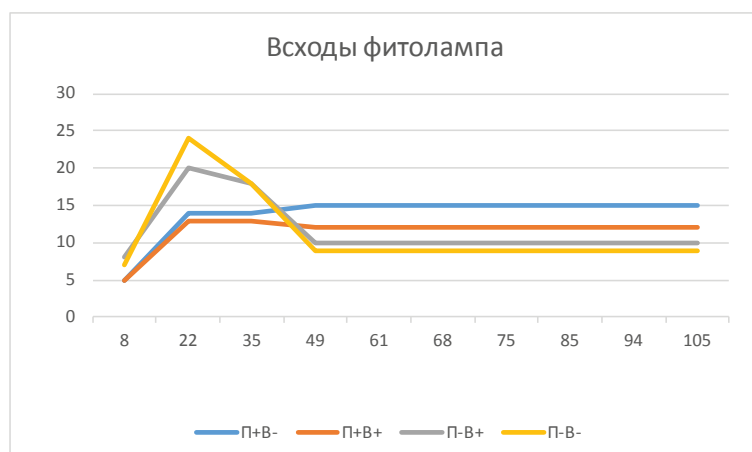


Рис. 3. Динамика изменения численности растений растущих под фитолампой.

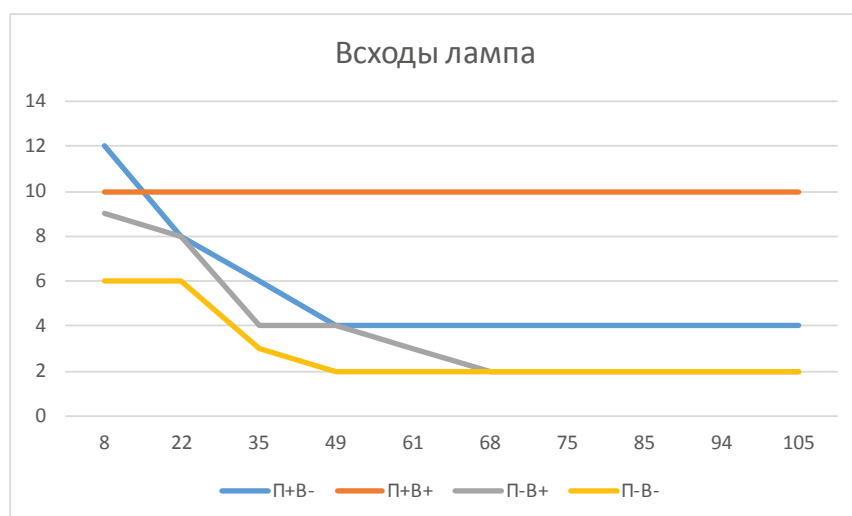


Рис. 4. Динамика изменения численности растений растущих под лампой дневного света.

на начальных этапах вегетации растений. Однако влажность почвы в нашем случае не имеет значения на данном этапе развития, потому что маленьким растениям вполне хватает небольшого количества воды.

6.2 Рост

6.2.1 Рост под фитолампой

Рост растений в этом тепличном блоке можно назвать достаточно равномерным, начиная с 4 недели после посадки растения постепенно увеличивались в росте до 85 дня. Далее рост замедлялся и практически прекратился к 105 дню. К этому времени на части растений начали появляться бутоны. В ячейках с различным составом почвы рост растений сильно отличался (приложение, фото 4). Экземпляры выросшие в подмосковной почве были выше в среднем на 20%. Различий по росту в ячейках умеренной и низкой влажностью выявлено не было.

6.2.2 Рост под лампой дневного света

Рост растений в этом тепличном блоке характеризовался неравномерностью. Достаточно активный рост начинался с 49-61 дня. При этом различия между отдельными растениями были весьма существенными. В отличие от растений под фитолампой после 85 дня рост растений под лампой дневного света не замедлялся а наоборот увеличивался и не стабилизировался до самого окончания периода наблюдения. Что привело к ярко выраженным различиям в росте (приложение, фото 5). В этом случае различий по росту в ячейках с различным составом почвы обнаружено не было, однако они были зафиксированы для ячеек с различной влажностью. В ячейках с умеренным поливом растения были существенно ниже.

6.2.3 Рост в условиях естественного освещения

Время наблюдения за ростом растений в условиях естественного освещения составило 61 день. Период интенсивного роста начался с 22-30 дня и характеризовался высокой скоростью

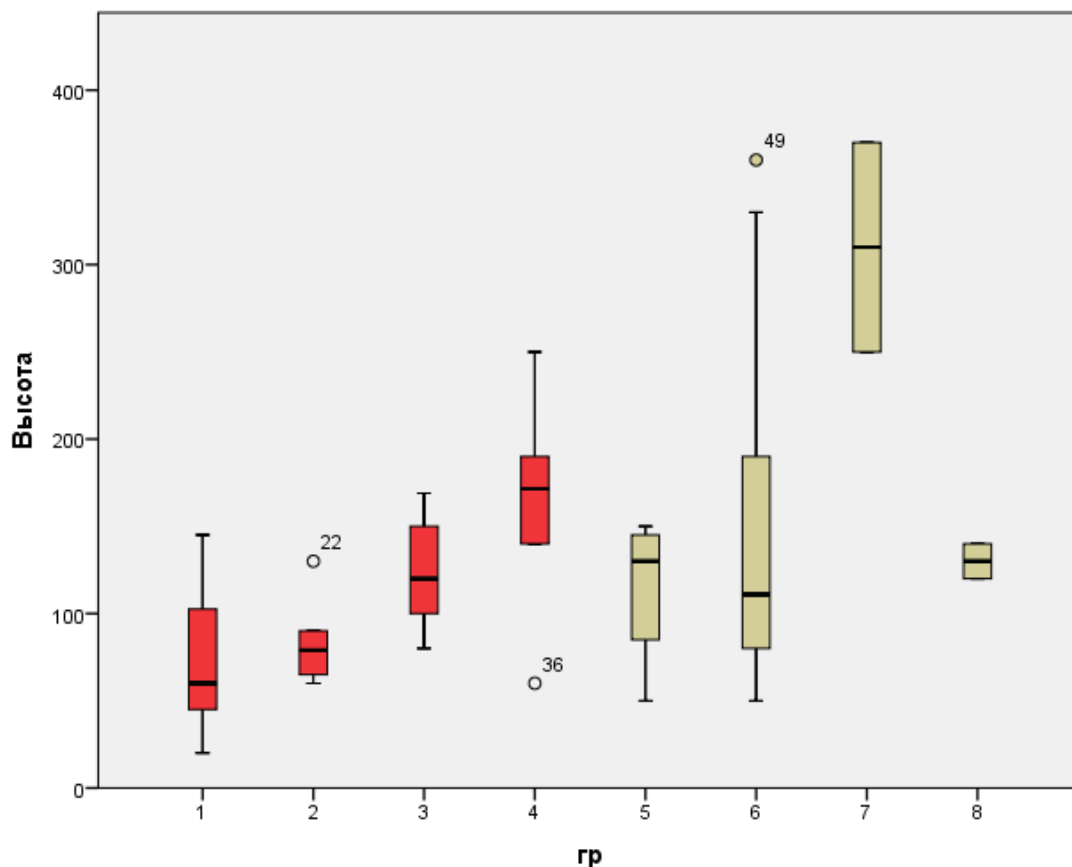


Рис 5. Диаграмма распределения по росту растений растущих под искусственным освещением на 119 день. Условные обозначения: 1 – ФП+В-; 2 – ФП+В+; 3 – ФП-В+; 4 – ФП-В-; 5 – ЛП+В-; 6 – ЛП+В+; 7 – ЛП-В+; 8 – ЛП-В-.

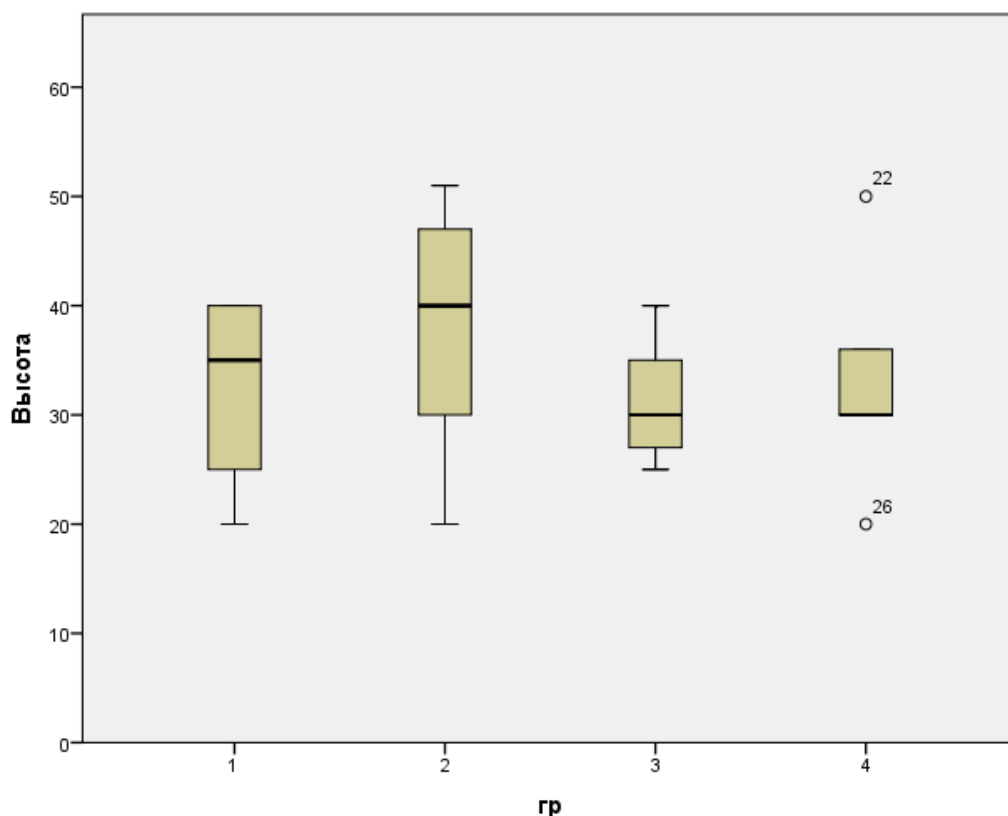


Рис. 6. Распределение по росту растений растущих под естественным освещением на 61 день. Условные обозначения: 1 – ЕП+В-; 2 – ЕП+В+; 3 – ЕП-В+; 4 – ЕП-В-

роста. Так к 61 дню большинство растений достигло таких же показателей роста, какие достигались растениями с лампами только к 105 дню. Также как и в случае с лампой дневного света влажность оказалась важным фактором, влияющим на рост. В ячейках с минимальным поливом растения были сильно ниже (приложение, фото 9).

6.2.4 Итоговый замер роста

Итоговые результаты распределения по росту представлены на коробчатых диаграммах (рис. 5).

Можно заметить что в блоке освещаемом фитолампой есть различия между растениями растущими в покупной почве и растущими в почве из Подмоскovie. (приложение, фото 6, 7) Растения в подмосковной почве выше. Возможно это объясняется тем, что в подмосковной почве недостаточно питательных веществ, что и приводит к увеличению фотосинтезирующей поверхности. То же самое можно сказать и про растения, растущие под лампой дневного света. Исключение составляет лишь ячейка с простой почвой, но в этой ячейке выжило только 2 цветка. При том, что соотношение между ростом растений в разных почвах под разными лампами похоже, но в целом рост растений под лампой дневного света больше. Также на диаграмме видно что режим полива не повлиял на рост растений, не исключено, что это произошло из-за того что ячейки с минимальной влажностью поливались сильнее чем следовало, поэтому это не дало такого эффекта, который ожидался. Что касается растений, выращиваемых при естественном освещении, то (рис. 6) эффекты влияния почвы и влажности на растения на этом этапе (61 день) еще не проявились.

Различия в росте тех же растений, выращенных в различных условиях, были показаны в исследованиях Ягадаровой О.А. [5]

6.3 Размер и количество листьев

Для анализа изменений были выбраны три замера 35, 61 день. Для блоков с искусственным освещением также рассмотрен и 119 день.

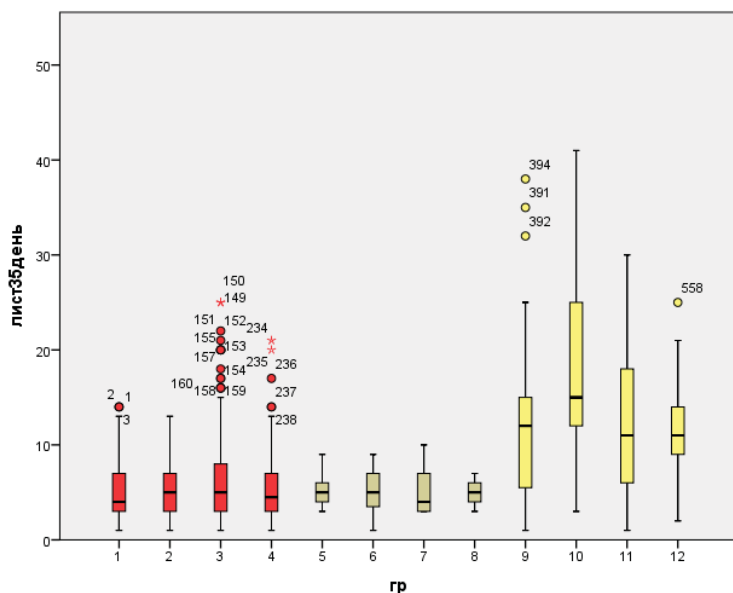


Рис 7. Диаграмма распределения размеров листьев растений на 35 день. Условные обозначения: 1 – ФП+В-; 2 – ФП+В+; 3 – ФП-В+; 4 – ФП-В-; 5 – ЛП+В-; 6 – ЛП+В+; 7 – ЛП-В+; 8 – ЛП-В-; 9 – ЕП+В-; 10 – ЕП+В+; 11 – ЕП-В+; 12 – ЕП-В-.

Достоверные различия по размеру листьев между ячейками (по критерию Манна-Уитни, $p < 0,01$). 35 день.

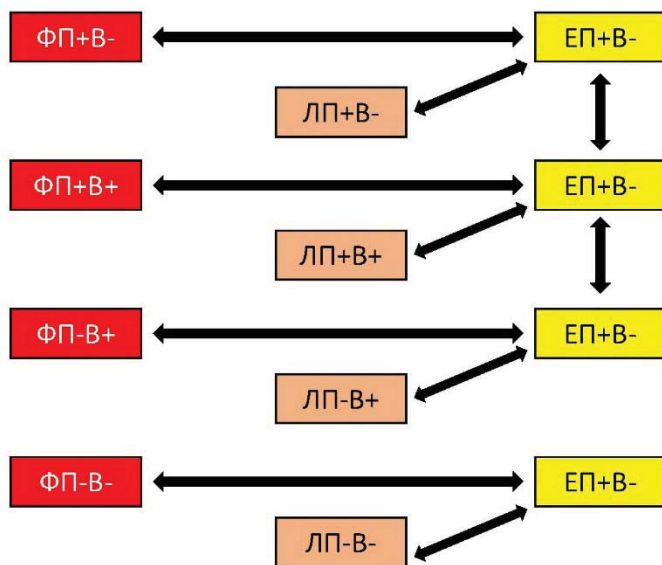


Рис. 8. Достоверные различия по размеру листьев между ячейками (по критерию Манна-Уитни, $p < 0,01$). 35 день.

6.3.1 Размер и количество листьев на 35 день

Распределение размеров листьев на 35 день представлено на коробчатой диаграмме (рис. 7). Наибольший размер листьев зафиксирован в блоке с естественным освещением. Большое количество листьев позволило провести статистический анализ и проверить достоверность выявленных различий. Статистическая обработка данных производилась при помощи непараметрического критерия Манна-Уитни для независимых выборок в программе SPSS Statistics 20. Достоверность выявленных различий представлена на схеме (рис. 8). По размеру листьев были выявлены значительные различия между растениями под искусственным освещением (фитолампа и лампа дневного света) и под естественным освещением. В последнем

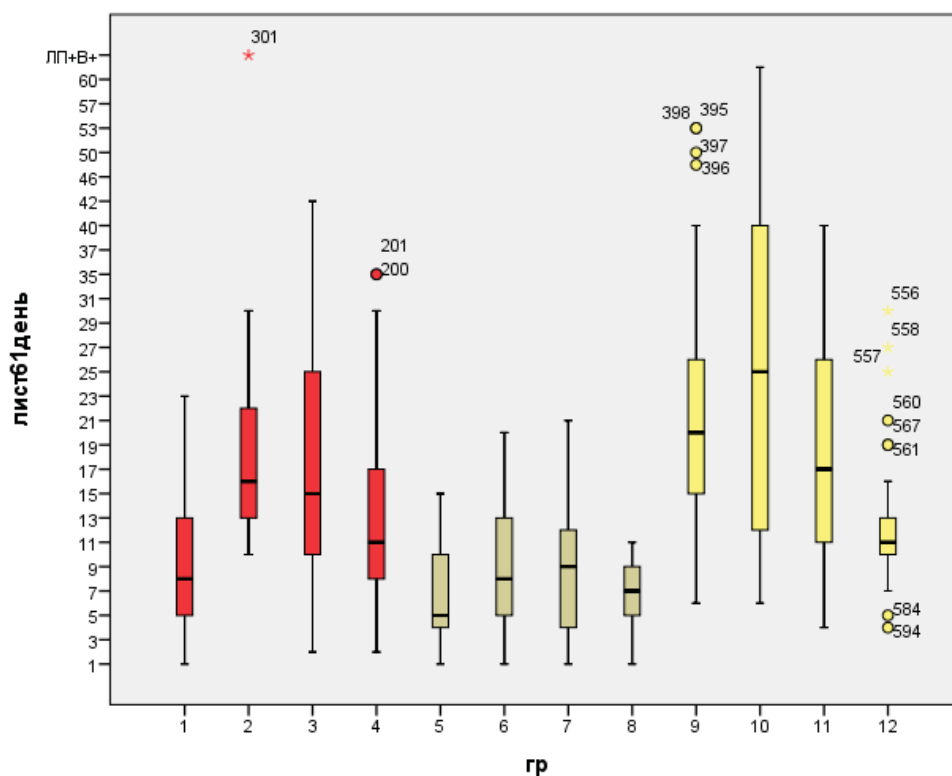


Рис. 9. Диаграмма распределения размеров листьев растений на 61 день. Условные обозначения: 1 – ФП+В-; 2 – ФП+В+; 3 – ФП-В+; 4 – ФП-В-; 5 – ЛП+В-; 6 – ЛП+В+; 7 – ЛП-В+; 8 – ЛП-В-; 9 – ЕП+В-; 10 – ЕП+В+; 11 – ЕП-В+; 12 – ЕП-В-.

блоке размер листьев был достоверно больше. При этом внутри тепличного блока наблюдались различия между ячейками. Самые большие листья были у растений ячейки ЕП+В+. По данным литературных источников [3] увеличение размера листовой пластинки позволяет растению компенсировать недостаток освещенности за счет увеличения количества хлоропластов. Однако, лимитирующим фактором является вода, т.к. увеличение размера листовой пластинки приводит к повышенному испарению воды.

Блоки освещаемые фитолампой и лампой дневного света не отличались по размеру листьев, но отличались по среднему количеству листьев на растение (рис. 11), что позволяет косвенно судить об интенсивности фотосинтеза.

6.3.2 Размер и количество листьев на 61 день

Распределение размеров листьев на 61 день представлено на коробчатой диаграмме (рис. 9). заметно значительное увеличение размеров листьев в блоке с фитолампой В отличие от 35 дня появились достоверные различия между блоками с искусственным освещением (рис. 10). Также появились различия по этому показателю и между ячейками блоков под фитолампой и с естественным освещением (приложение, фото 8, 9, 10). Вероятно эти различия обусловлены количеством влаги.

Анализируя среднее количество листьев на одно растение (рис. 11) мы видим более значительное увеличение этого показателя в блоке с фитолампой, т.е. в отличие от естественного освещения происходит увеличение и размера и количества листьев на растение, тогда как при естественном освещении выраженное увеличение размера листьев не сопровождается увеличением количества.

6.3.3 Рост и количество растений на 119 день

В целом размер листьев в блоке с лампой дневного света оказался больше чем под фитолампой. Эти различия оказались достоверными при попарном сравнении ячеек с одинаковыми условиями (рис. 12, 13), за исключением ячейки с подмосковной почвой и по-

Достоверные различия по размеру листьев между ячейками (по критерию Манна-Уитни, $p < 0,01$). 61 день.

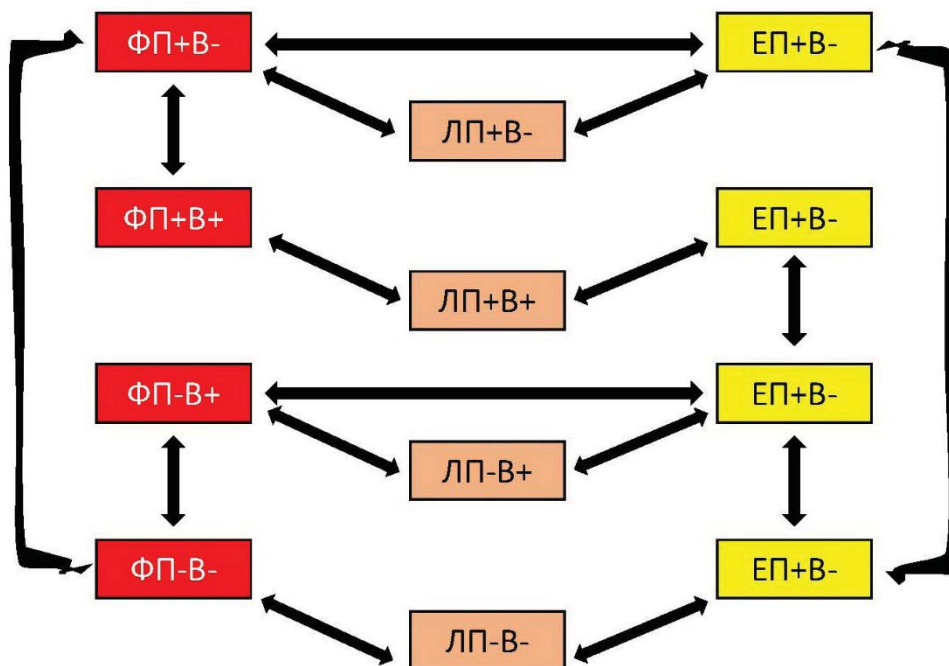


Рис. 10. Достоверные различия по размеру листьев между ячейками (по критерию Манна-Уитни, $p < 0,01$). 61 день.

ниженной влажностью. Сравнение этого показателя между ячейками при одном и том же освещении подтверждает данные о том, что недостаток питательных веществ в почве приводит к увеличению размера листьев, но только при достаточной влажности.

На этом этапе растения должны достигнуть характерных для сорта размеров, но это наблюдается только при освещении фитолампой. Под лампой дневного света продолжается интенсивный рост листьев без существенного увеличения их количества на одно растение (рис. 11).

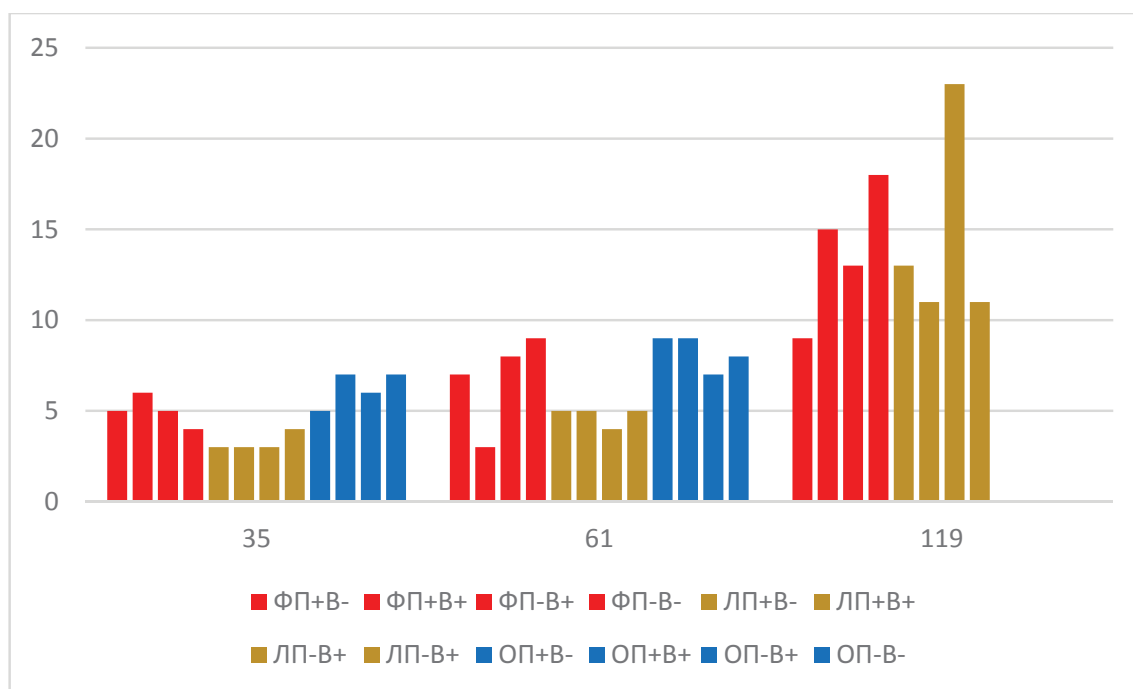


Рис 11. Среднее количество листьев на растение.

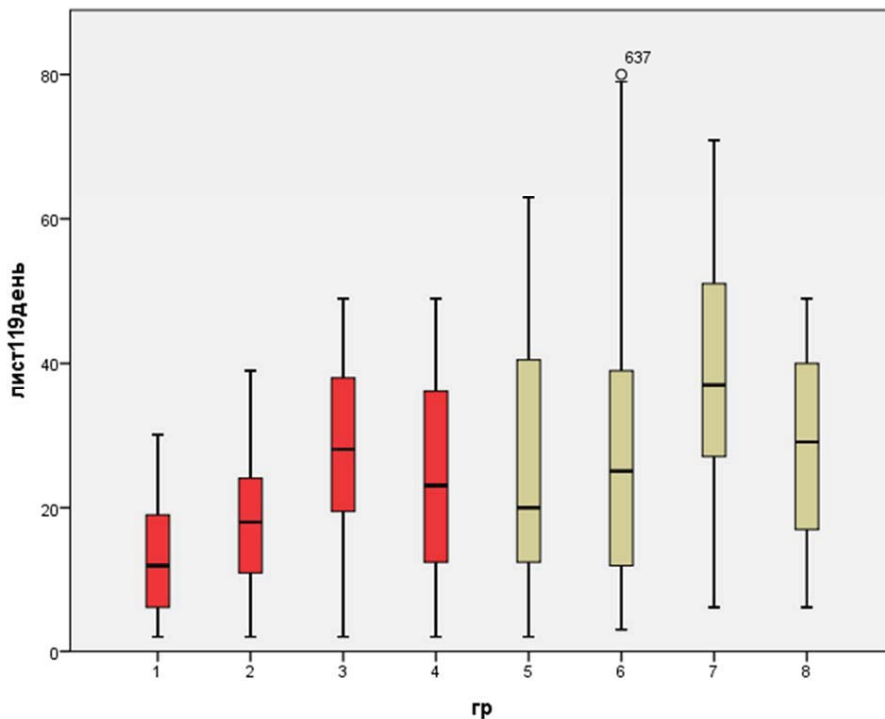


Рис. 12. Диаграмма распределения размеров листьев растений на 119 день. Условные обозначения: 1 – ФП+В-; 2 – ФП+В+; 3 – ФП-В+; 4 – ФП-В-; 5 – ЛП+В-; 6 – ЛП+В+; 7 – ЛП-В+; 8 – ЛП-В-.

Достоверные различия по размеру листьев между ячейками (по критерию Манна-Уитни, $p < 0,01$). 119 день.

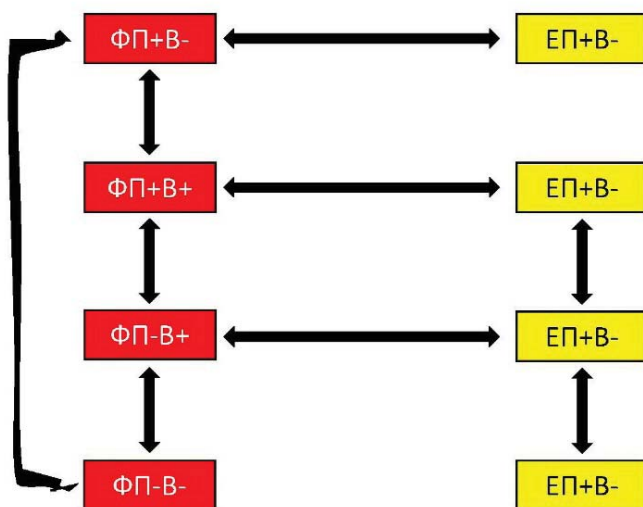


Рис 13. Достоверные различия по размеру листьев между ячейками (по критерию Манна-Уитни, $p < 0,01$). 119 день.

6.4. Морфологические различия растений растений выращенных в разных условиях освещенности

Помимо представленных количественных различий были выявлены морфологические особенности растений характерные для разных условий освещения. Внутри каждого блока растения отличались размерами, но не пропорциями. Так, растения выросшие под фитолампой наиболее приближены к стандарту сорта. Они были не выше ожидаемого размера. Имели характерное строение нижних листьев (приложение, фото 11), укороченные междоузлия, 7-8 боковых побегов и большинство из них к 119 дню имело цветки (приложение, фото 12).

Растения из блока с лампой дневного света отличались избыточным ростом (за счет сильно увеличенных междоузлий), увеличенной листовой пластинкой (приложение, фото 13) (при сохранении пропорций листа) более светлого цвета чем у растущих под фитолампой. Также они характеризовались меньшим количеством боковых побегов, и бутонами только у 2 самых больших растений.

Цветы растущие при естественном освещении не могут быть оценены по параметрам роста и количества побегов, т.к. находятся на раннем этапе развития, но пропорции листа сильно отличаются от растений с искусственным освещением, кроме того характерным признаком для растений этой группы является искривление нижней части стебля (приложение, фото 14).

7. Выводы

1. Исследованные абиотические факторы оказывают неодинаковое влияние на растения на разных этапах развития.
 - a. На ранних этапах развития наибольшую роль играет освещенность (спектральная характеристика света и длина светового дня) и механические свойства почвы.
 - b. Выращивание под фитолампой обеспечивает зацветание независимо от характеристик почвы.
2. Различные сочетания абиотических факторов обуславливают особенности строения и роста растения.
 - a. Скорость роста максимальна в условиях естественного освещения и умеренной влажности.
 - b. Максимальной высоты достигли растения растущие под лампой дневного света и умеренном поливе.
 - c. Размер листовой пластинки на всех этапах наблюдения наибольший у растений растущих под естественным светом (при посадке в рекомендованные сроки).
3. Оптимальными условиями для выращивания растений соответствующих стандарту сорта по морфологическим признакам являются освещение фитолампой и почва без искусственных удобрений.

8. Список литературы

1. Интернет-ресурс: энциклопедия «Кирилл и Мефодий». [http://megabook.ru/article/Каллистефус%20китайский%20-%20Callistephus%20chinensis%20\(L.\)%20Nees](http://megabook.ru/article/Каллистефус%20китайский%20-%20Callistephus%20chinensis%20(L.)%20Nees)
2. Экология растений. Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. М.: Академия, 2009. - 400 с
3. Маракаев, О.А. Экологическая физиология растений: фотосинтез и свет: Текст лекций / О.А. Маракаев; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2005.
4. В. Любименко. Влияние света на усвоение органических веществ зелёными растениями // Известия Императорской Академии наук. VI серия. - 1907. - №12. - С. 395-426, с 6 табл.
5. Ягдарова О. А. Эколого-физиологические особенности онтогенеза однолетних декоративных растений в условиях городской среды // Автореферат канд. Дисс. Казань, 2013

Приложение



Фото 1. Первые всходы, 7 день.



Фото 2. Всходы под фитолампой, 2 неделя.



Фото 3. Всходы в подмосковной почве.



Фото 4. Различия в росте растений под фитолампой на разных почвах



Фото 5. Различия в росте под лампой дневного света.



Фото 6, 7. Общий план тепличных блоков с искусственным освещением на 119 день.



Фото 8, 9, 10. Общий план тепличных блоков на 61 день.



Фото 11. Нижние листья от растений, выращенных в различных условиях освещения. Слева – фитолампа, по центру – лампа дневного света, справа – естественное освещение.



Фото 12. Один из первых цветков под фитолампой.



Фото 13. Пример избыточного роста, наблюдавшийся в блоке под лампой дневного света.



Фото 14. Искривление нижней части стебля у растений, растущих при естественном освещении.