

УДК 58.084.1
DOI: 10.26456/vtbio321

АНАЛИЗ РОСТА И РАЗВИТИЯ СПАТИФИЛЛУМ УОЛЛИСА (*SPATHIPHYLLUM WALLISII* REGEL) ПРИ ГИДРОПОННОМ МЕТОДЕ ВЫРАЩИВАНИЯ*

У Хайфэн^{1,2}, Н.Г. Розломий¹, Тянь Цзяхуэй², А.Н. Белов¹

¹Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск

²Шэньянский технологический институт, Фушунь (Китай)

В процессе исследования проведен сравнительный анализ выживаемости, роста и развития Спатифиллум Уоллиса (*Spathiphyllum wallisii* Regel) в шести вариантах питательных растворов. Определены особенности роста и развития растений в зависимости от состава гидропонических растворов. В качестве показателей использовались: площадь и количество листьев в зависимости от возраста побега, фазы появления новых листьев и количество отмирающих. В процессе формирования растений учитывалась устойчивость к вредителям и болезням, развитие цветоноса, жизненность. Выявлены наиболее оптимальные составы питательных растворов, обеспечивающих высокую выживаемость при переводе саженцев из почвогрунта на гидропонику. Определена выживаемость растений под влиянием различных растворов. Произведены замеры и количество листьев, фазы появления новых листьев и количество отмирающих. В процессе роста наблюдались изменения подверженности заболеваниям, длина цветочной стрелки, состоянии роста и т.д. Определено, что раствор С (нитрат калия, сульфат аммония, сульфат кальция, сульфат железа и сульфат магния) наиболее благоприятно влияет на рост и развитие Спатифиллум Уоллиса, выживаемость саженцев составила 93,3 %.

Ключевые слова: *Spathiphyllum wallisii* Regel, гидропоника, питательные смеси, морфологические показатели.

Введение. В последние годы гидро поника для выращивания цветов, как экологически чистых объектов, становится все более популярной. Спатифиллум Уоллиса (*Spathiphyllum wallisii* Regel), многолетнее растение, родина которого – тропическая Колумбия,

* Работа поддержана Шэньянским технологическим институтом, 2022 г. Проект исследовательского фонда молодых ученых по интеграции науки и образования. Название проекта: Исследование патогенетического механизма *Beauveria bassiana* для *Monochamus saltuarius* Gebler. Номер проекта: QN202202. Достижения Исследовательского фонда для молодых преподавателей Шэньянского технологического института.

имеет оригинальный по форме белый цветок, который является более распространенным цветом во флористике и пользуется высоким потребительским спросом (Han L. et al., 2016; Shufang F. et al., 2019).

Разведение Спатифиллум Уоллиса с использованием методов беспочвенной культивации сводится к двум этапам: 1) выращивание рассады в почвогрунте; 2) доращивание до зрелого состояния в питательном растворе (Liu X.F. et al., 2019; Liu K. et al., 2023). Метод гидропоники позволяет создать качественные, здоровые, с длительным периодом цветения растения, и, что особенно важно, позволяет экономить питательные вещества почвы и влагу, рабочую силу (Ванин В.А., 2020; Аль-Рукаби М.Н.М. и др., 2021), а также обуславливают отсутствие необходимости борьбы с сорняками, малое количество вредителей и болезней (Карпюк Т.В., 2022).

Гидропоника позволила значительно расширить сельскохозяйственное производство без ущерба для окружающей среды и экономить пространство, что весьма эффективно способствовало масштабному производству Спатифиллум Уоллиса на севере Китая. По мере того, как специалисты агролесомелиорации непрерывно наращивают свои усилия и осваивают новые и более совершенные технологии гидропоники (Берсенева С.А. и др., 2020; Farawn K.K. et al., 2021) был достигнут значительный прогресс в технологии декоративного возделывания красиво цветущих растений в закрытом грунте в последние годы, например таких, как Спатифиллум Уоллиса.

В 1874 году Спатифиллум Уоллиса был интродуцирован из тропической зоны Южной Америки в Европу, где он первоначально выращивался на территории знаменитых европейских ботанических плантаций. В начале XX века Спатифиллум Уоллиса, был удостоен высокой оценки, и в 80-х годах XX века получил широкое признание в Европе, где он рассматривался как символ невинности, чистоты и мира (Shufang F. et al., 2019). В силу того, что Спатифиллум Уоллиса пользуется популярностью во всех странах, его промышленное производство реализуется на рынке различными международными компаниями, лабораториями по производству растений и некоторыми компаниями цветочной промышленности.

Цель исследования – проанализировать влияние различных питательных веществ на рост и развитие Спатифиллум Уоллиса, с целью дальнейшего применения данной среды в промышленном производстве Китая и России.

Методика. В качестве объекта были взяты саженцы в количестве 15 шт. для каждой питательной среды. Все растения выбраны с условием подходящего состояния на момент эксперимента,

без вредителей и болезней, с хорошей энергией роста для гидропонных испытаний.

Спатифиллум Уоллиса извлекли из почвы, промыли от оставшегося грунта или субстрата, удалили поврежденные и испорченные корни, после чего саженцы поместили в 0,1% раствора $KMnO_4$ и оставили на 15–20 мин для дезинфекции. Затем промыли корни растений чистой водой, чтобы подготовить растения к гидропоническим испытаниям.

После очистки растения Спатифиллум Уоллиса высушили, провели измерение длины листьев, длины корней, а также подсчет количества листьев каждого растения. Далее растения поместили в вермикулит. В емкость для культивирования поместили питательный раствор, контейнер для культивирования – стеклянная тара диаметром 10 см и высотой 10 см. Для каждой питательной среды были взяты 15 растений. Для правильного протекания эксперимента питательная смесь в каждом контейнере не должна покрывать 1/3 корневой системы, которую необходимо подвергать воздействию воздуха.

В эксперименте использовались 5 различных комбинаций питательных смесей (А, В, С, D, Е). В качестве контроля использовалась чистая вода (СК) таблица 1.

Таблица 1

Гидропонный раствор для выращивания Спатифиллум Уоллиса (мг/л)

| Опыт | А | В | С | D | Е | СК |
|---------------------|-----|-----|-----|------|------|----|
| Нитрат калия | 800 | 800 | 700 | 700 | - | - |
| Сульфат аммония | 160 | - | 160 | - | - | - |
| Нитрат аммония | 160 | - | - | - | 160 | - |
| Сульфат железа (II) | - | - | 1 | - | 1 | - |
| Дигидрофосфат калия | - | - | - | 1500 | 1500 | - |
| Сульфат кальция | - | 100 | 100 | - | - | - |
| Сульфат магния | - | 5 | 28 | 5 | - | - |

Результаты и обсуждение. Согласно экспериментальным данным, полученным в результате наблюдения за ходом роста и развития растений Спатифиллум Уоллиса в различных гидропонных смесях, были выявлены определенные закономерности роста и развития данного вида.

В результате гидропонного метода развитие корневой системы идет двумя способами: одни образцы растут, получая питательные вещества из старых корней, а другие – начинают ускоренное развитие новой корневой системы. Так как старые корни в процессе отмирают, необходимо своевременно удалять мертвые участки корневой

системы. Во время гидропоники образуются новые листья, а некоторые растения могут расцвести (рисунки 1-3).

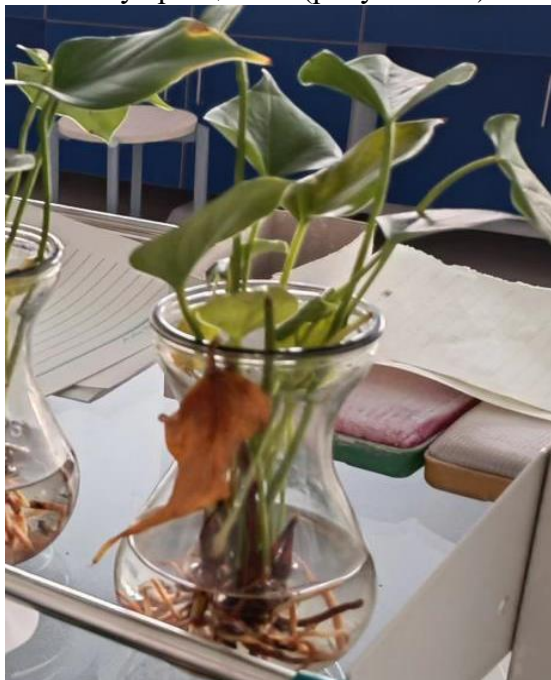


Рис. 1. Формирование новых корней



Рис. 2. Сформировавшиеся корневые системы



Рис. 3. Формирование новых листьев и цветов

Влияние различных гидропонных питательных растворов на выживаемость Спатифиллум Уоллиса подробно показано в таблице 2.

Таблица 2

Влияние различных гидропонных растворов на выживаемость Спатифиллум Уоллиса

| Питательная жидкость | Экспериментальные саженцы, шт | Живые саженцы, шт | Показатель выживаемости, % |
|----------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------|
| A | 15 | 11 | 73.3 |
| B | 15 | 9 | 60 |
| C | 15 | 14 | 93.3 |
| D | 15 | 12 | 80 |
| E | 15 | 8 | 53.3 |
| СК | 15 | 7 | 46.7 |

В процессе культивирования было обнаружено, что у некоторых растений начинается процесс гниения от корней, у других – листья становятся желтыми и выпадают, некоторые растения не могут адаптироваться к питательной среде и погибают, а другие растут очень хорошо и даже увеличивают темпы роста и развития.

Данный гидропонический эксперимент был проведен в течение четырех недель, и после испытания был сделан вывод, что выживаемость питательной жидкости формулы С составляет 93,3% – самая высокая выживаемость, формула D занимает второе место, достигая 80%. самая низкая выживаемость культивирования чистой водой (СК) составляет 46,7%.

В таблице 3 приведена подробная статистика появления новых листьев.

Таблица 3

Статистика роста листьев

| Питательная среда | Первая неделя | Вторая неделя | Третья неделя | Четвертая неделя |
|-------------------|---------------|---|--|--|
| А | Листья: 49 | Листья: 49 Новый лист: 0 Желтые листья: 0 | Листья: 50 Новый лист: 1 Желтые листья: 3 | Листья: 50 Новый лист: 0 Желтые листья: 4 Мертвые листья: 2 |
| В | Листья: 62 | Листья: 62 Новый лист: 0 Желтые листья: 2 | Листья: 64 Новый лист: 2 Желтые листья: 4 Мертвые листья: 1 | Листья: 64 Новый лист: 0 Желтые листья: 1 |
| С | Листья: 50 | Листья: 54 Новый лист: 4 Желтые листья: 1 | Листья: 56 Новый лист: 2 Желтые листья: 2 | Листья: 57 Новый лист: 1 Желтые листья: 0 |
| Д | Листья: 54 | Листья: 54 Новый лист: 0 Желтые листья: 0 | Листья: 56 Новый лист: 2 Желтые листья: 1 | Листья: 57 Новый лист: 1 Желтые листья: 2 |
| Е | Листья: 51 | Листья: 51 Новый лист: 0 Желтые листья: 0 | Листья: 51 Новый лист: 0 Желтые листья: 2 | Листья: 53 Новый лист: 2 Желтые листья: 1 |
| СК | Листья: 56 | Листья: 56 Новый лист: 0 Желтые листья: 0 | Листья: 57 Новый лист: 1 Желтые листья: 2 | Листья: 51 Новый лист: 0 Желтые листья: 5 Мертвые листья: 3 |

Из приведенной таблицы видно, что в питательной жидкости группы А появился 1 новый лист в течение четырех недель, желтых листьев – 7, мертвых – 2. В течение первой и второй недели изменений в опытных образцах не наблюдалось, темпы роста были очень незначительны. На третьей неделе появился первый новый лист, желтых листьев становится больше; на 4-ой неделе идет медленный рост и 2 листа отмирают.

Растения, выращенные в питательной смеси группы В, имеют по 2 новых листа расположенных напротив по отношению друг к другу. В общей сложности на всех растениях – 7 желтых листьев, 2 мертвых листа. Третья неделя показала хорошие темпы роста, а остальные несколько недель – медленный рост и развитие.

Образцы, выращенные в питательной смеси группы С, за весь период наблюдения дали 7 новых листьев, мертвых листьев не было, а общий темп роста оказался активным.

В питательной жидкости группы Д количество новых листьев составило всего 3 шт., желтых листьев – 3. На 3-ей неделе темпы роста стали улучшаться, на первой и второй неделе рост шел медленно, не было новых листьев, хотя и желтых тоже. Мертвые листья также отсутствовали.

Количество новых листьев в питательной жидкости группы Е – 2. В течение первых трех недель рост и развитие практически не отмечались, мертвых листьев не было, общий рост хороший.

В контрольной группе СК количество новых листьев составило 1 шт., количество желтых листьев – 7, количество мертвых листьев – 3. Общее состояние растений оказалось неудовлетворительным – растение желтеет и не имеет питательных веществ.

Влияние различных питательных смесей на цветение растений Спатифиллум Уоллиса подробно показано в таблице 4.

Таблица 4

Влияние различных питательных веществ на цветение растений

| Питательная среда | Живые саженцы, шт. | Цветковые растения, шт. | Коэффициент цветения, % | Длина цветка, см | Среднее количество цветов/ погрешность |
|-------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--|
| А | 11 | 1 | 9.1 | 12.8±6.3 | 4.9±2.5 |
| В | 9 | 2 | 22.2 | 14.4±4.9 | 4.4±2.8 |
| С | 14 | 5 | 35.7 | 15.2±6.6 | 7.7±2.0 |
| Д | 12 | 7 | 58.3 | 15.6±6.1 | 10.4±2.2 |
| Е | 8 | 1 | 12.5 | 14.7±7.6 | 4.7±2.3 |
| СК | 7 | 1 | 14.3 | 14.2±8.6 | 3.0±1.4 |

Самый высокий коэффициент цветения в группе Д – 58,3%, длина цветка по сравнению с другими группами питательных смесей также является максимальной, так же, как и количество цветков в данной группе.

Заключение. В ходе этого эксперимента было проанализировано влияние различных гидропонных питательных смесей на морфофизиологические показатели роста развития Спатифиллум Уоллиса. В итоге выяснилось, что Спатифиллум Уоллиса может вполне успешно выращиваться на гидропонике, а питательные смеси разных составов оказывают различное влияние на рост данного вида.

В ходе эксперимента был сделан вывод о том, что наиболее высокая выживаемость наблюдается у растений, выращенных на питательной смеси С (достигает 93,3%). Высокие показатели отмечаются также для вариантов А и Д. В этих смесях содержится относительно высокая концентрация нитрата калия. Наибольшее количество вновь образующихся листьев также наблюдается в среде С, где содержится наибольшее количество сульфата магния. Наиболее высокий коэффициент цветения, длина цветка и среднее значение количества цветков отмечается в варианте Д, в состав которого входят дигидрофосфаты калия, а, как известно, именно соединения фосфора необходимы для цветения и плодоношения.

Из материалов исследования следует, что наиболее оптимальной для гидропонной культуры *Спатифиллума* является питательная смесь варианта С. Тем не менее, исследования нуждаются в дальнейшем продолжении и развитии с целью оптимизации состава питательных смесей для гармоничного развития генеративных и вегетативных частей растения.

Список литературы

- Аль-Рукаби М.Н.М., Халил Н.Х., Леунов В.И., Терешонкова Т.А.* 2021. Гидропоника – перспективное решение для ряда сельскохозяйственных проблем Ирака // *Международный сельскохозяйственный журнал*. № 6 (384). С. 105-109.
- Берсенева С.А. Демиденко Е.Н., Темурзода А.Ф., Маслова А.О.* 2020. Гидропоника: практические исследования и перспективы развития // *Евразийское Научное Объединение*. № 12-8 (70). С. 599-601.
- Ванин В.А.* 2020. Гидропоника как современный метод выращивания растений // *Территория инноваций*. № 1 (41). С. 4-7.
- Картюк Т.В.* 2022. Гидропоника как ресурсосберегающая технология в растениеводстве // *Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы III Международной научной конференции*. Красноярск. С. 224-226.
- Farawn K.K., Leunov V.I., Tereshonkova T.A., Al-Rukabi M.N.M.* 2021. Aeroponics and fitipiramida and modern resource – saving modern technologies for the cultivation of vegetable crops // *Агробиотехнология – 2021: Сборник статей международной научной конференции*. Москва. С. 399-402.
- Han L., Wang B., Wang Z.Z.* 2016. The complete chloroplast genome sequence of *Spathiphyllum kochii* // *Mitochondrial DNA A DNA Mapp. Seq. Anal.* № 27(4). P. 2973-2974.
- Liu K., Dai C., Li C., Hu J., Wang Z., Li Y., Yu F., Li G.* 2023. Plant growth and heavy meal accumulation characteristics of *Spathiphyllum kochii* cultured in three soil extractions with and without silicate supplementation // *Phytoremediation*. № 25(4). P. 524-537.
- Liu X.F., Zhu G.F., Li D.M., Wang X.J.* 2019. Complete chloroplast genome sequence and phylogenetic analysis of *Spathiphyllum «Parrish»* // *PLoS One*. № 14(10). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31644545/>.
- Shufang F., Furong M., Bin L., Dawei J., Xiaoqin L., Xuezhi Z.* 2019. Tissue Culture and Rapid Propagation of *Spathiphyllum kochii* Engl. et Krause // *Agricultural Biotechnology*. № 8(02). P. 86-89.

ANALYSIS OF THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF WALLIS SPATHIPHYLLUM (*SPATHIPHYLLUM WALLISII* REGEL) UNDER THE HYDROPONIC GROWTH METHOD

Haifeng Wu^{1,2}, N. G. Rozlomyi^{1*}, Jiahui Tian², A.N. Belov¹

¹Primorsky State Agricultural Academy, Ussuriysk

²School of Life Engineering, Shenyang Institute of Technology, Fushun, (China)

A comparative analysis of the survival, growth and development of *Spathiphyllum wallisii* Regel in six variants of nutrient solutions was carried out. The peculiarities of growth and development of plants depending on the composition of hydroponic solutions are determined. The following indicators were used: the area and number of leaves depending on the age of the shoot, the phase of the appearance of new leaves and the number of dying ones. In the process of plant formation, resistance to pests and diseases, the development of the peduncle, and vitality were taken into account. The most optimal compositions of nutrient solutions that ensure high survival rate when transferring seedlings from soil to hydroponics have been identified. The survival of plants under the influence of various solutions was determined. The measurements and the number of leaves, the phases of the appearance of new leaves and the number of dying ones were made. During growth, changes in disease susceptibility, flower head length, growth status, etc. were observed. It was determined that solution C (potassium nitrate, ammonium sulfate, calcium sulfate, iron sulfate and magnesium sulfate) most favorably affects the growth and development of *S. wallisii* with the survival rate of seedlings 93.3%.

Keywords: *Spathiphyllum wallisii* Regel, hydroponic culture, nutrient solution, Morphological index.

Об авторах:

У Хайфэн – аспирант Института лесного и лесопаркового хозяйства, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, г. Уссурийск, ул. Блюхера, 44, Россия, e-mail: boss.shino@mail.ru.

РОЗЛОМИЙ Наталья Геннадьевна – кандидат биологических наук, доцент Института лесного и лесопаркового хозяйства, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, Уссурийск, ул. Блюхера, 44.

ТЯНЬ Цзяхуэй – студент Шэньянского технологического университета, «Шэньянский технологический университет», 113122, Шэньян, Китай.

БЕЛОВ Александр Никитович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Институт землеустройства и агротехнологий ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, Уссурийск, ул. Блюхера, 44.

Хайфэн У. Анализ роста и развития спатириллум уоллиса (*Spathiphyllum wallisii* Regel) при гидропонном методе выращивания / У Хайфэн, Н.Г. Розломий, Тянь Цзяхуэй, А.Н. Белов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 96-105.

Дата поступления рукописи в редакцию: 13.06.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23