

УДК 574.3(477.75)

ОЦЕНКА СИНЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ *IN VITRO*

Коба В. П., Сахно Т. М.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр», Ялта, Республика Крым, Россия
E-mail: kobavp@mail.ru*

Проведено изучение особенностей формирования придаточных корней черенков некоторых видов декоративных древесно-кустарниковых растений в условиях синэкологического взаимодействия. Установлено, что растения с повышенной интенсивностью образования и роста придаточных корней в большей степени влияют на концентрацию ионов водорода в среде проращивания. Показано, что при формировании парковых сообществ древесно-кустарниковые растения в группах необходимо подбирать с учетом специфики их корневых выделений по показателю рН-фактора. Биоэкологическая оптимизация структуры и состава растительных сообществ, обеспечивающая их функциональную комплементарность, повышает эффективность культивирования декоративных древесно-кустарниковых растений. Совершенствование системы и технологий формирования парковых сообществ необходимо проводить на основе использования принципа «эффекта группы», когда в составе сообщества улучшаются возможности успешного роста и развития отдельных растений, что в целом повышает устойчивость и адаптивный потенциал всей группы.

Ключевые слова: древесно-кустарниковые растения, корни, формирование, рост, синэкологическое взаимодействие, адаптация.

ВВЕДЕНИЕ

Синэкологическое взаимодействие растений относится к важнейшим явлениям, определяющим специфику формирования структуры фитоценоза, характер конкурентных отношений на видовом и внутривидовом уровне [1–3]. Особое значение эта проблема имеет для парковых сообществ, приоритетом создания которых являются формирование единого комплекса высоко декоративных групп растений, оптимизация технологий их содержания [4]. При этом не всегда в полной мере учитывается характер взаимодействия отдельных видов декоративных растений в связи с биоэкологическими особенностями их филогенного поля. В настоящее время большинство исследований по данному направлению проведено в условиях *in situ*, где не всегда имеется возможность ограничить объем многовекторного пространства филогенного взаимодействия, выделить и провести оценку синэкологических факторов, оказывающих воздействие на рост и развитие, формирование отдельных структур растений. Эта проблема в той или иной степени решается при проведении наблюдений *ex situ* в лабораторных условиях.

Одним из важных направлений изучения фитогенного взаимовлияния является исследование особенностей роста и развития корневых систем различных видов растений при совместном произрастании в составе парковых сообществ. Проращивание черенков индивидуально и в различном сочетании отдельных видов *in vitro* позволяет оценить специфику формирования корней в объеме контролируемого пространства, выявить особенности изменения химических показателей среды проращивания в связи с ее насыщением веществами, выделяемыми в процессе роста корней изучаемых растений [5–7].

Целью исследований являлось изучение особенностей формирования придаточных корней некоторых видов декоративных древесно-кустарниковых растений при совместном проращивании *in vitro*, оценка влияния корневых выделений на динамику рН среды проращивания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В весенний период в парках арборетума Никитского ботанического сада были заготовлены черенки, взятые с побегов первого порядка видов растений: тис ягодный (*Taxus baccata* L.), олеандр обыкновенный (*Nerium oleander* L.), гибискус сирийский (*Hibiscus syriacus* L.), лагерстремия индийская (*Lagerstroemia indica* L.), саркококка низкая (*Sarcococca humilis* Stapf.), падуб остролистный (*Ilex aquifolium* L.), жасмин Месне (*Jasminum mesney* Hance), бирючина блестящая (*Ligustrum lucidum* Ait.), смолосемянник Тобира (*Pittosporum tobira* Ait.), текома укореняющаяся (*Campsis radicans* (L.) Seem.), аукуба японская (*Aucuba japonica* Thunb.), жимолость душистейшая (*Lonicera fragrantissima* Lindl. et Paxt), секвойя вечнозеленая (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.).

После заготовки черенки проращивали в лабораторных условиях в стеклянных емкостях объемом 0,5 л, заполненных дистиллированной водой. Оценку особенностей роста придаточных корней проводили в трехкратной повторности отдельно для каждого вида (контроль) и в сочетании следующих пар изучаемых растений: *T. baccata* – *N. oleander*, *H. syriacus* – *L. indica*, *S. humilis* – *I. aquifolium*, *J. mesney* – *L. lucidum*, *P. tobira* – *C. radicans*, *A. japonica* – *I. aquifolium*, *L. fragrantissima* – *S. sempervirens*.

В процессе проведения исследований по каждому черенку оценивали количество корней и динамику их роста [8]. В завершении наблюдений проводили анализ рН водной среды проращивания по каждому объекту исследований согласно стандартной методике определения рН растворов, с использованием лабораторного иономеров И-160М [9]. Обработку результатов наблюдений осуществляли, используя методы вариационной статистики [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Корни растений выделяют в почву различные виды водорастворимых органических соединений, включающих в том числе биологически активные вещества – стимуляторы и ингибиторы роста, которые могут оказывать влияние на развитие корневой системы рядом расположенных растений. В целом вещества,

выделяемые растениями, являются одним из компонентов фитогенного поля, обеспечивающего формирование биоэкологического пространства и определяющего специфику синэкологического взаимодействия на уровне индивида.

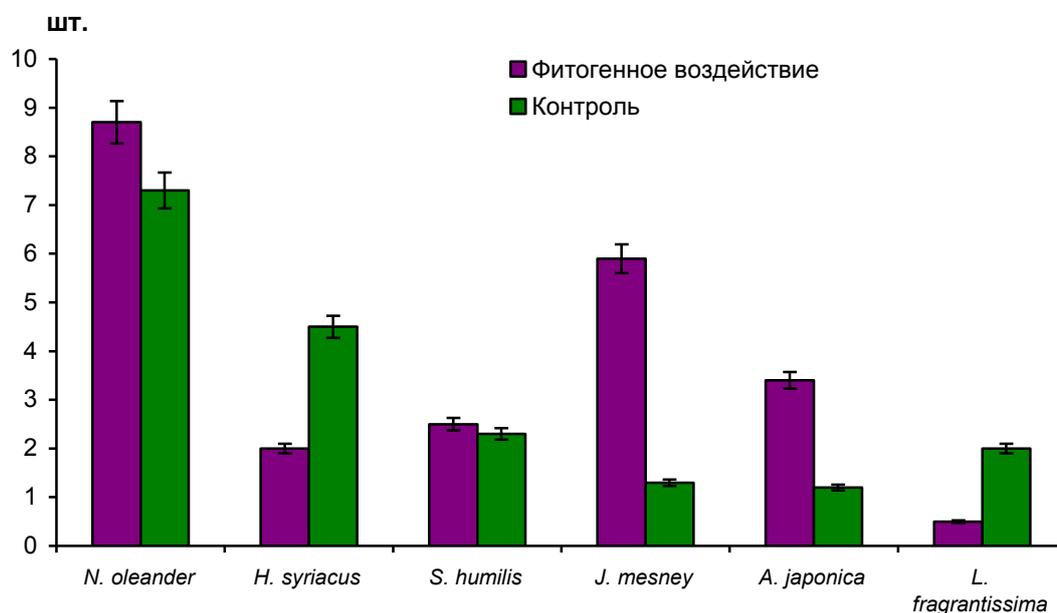


Рис. 1. Формирование придаточных корней у изучаемых растений *in vitro*

Из изучаемых пар растений, в условиях эксперимента, формирование корней было отмечено у следующих видов: *N. oleander*, *H. syriacus*, *S. humilis*, *J. mesney*, *A. japonica*, *L. fragrantissima* (рис. 1). Наибольшее число придаточных корней образовалось у *N. oleander*, средний показатель в контроле составил $7,3 \pm 0,6$, при совместном проращивании с *T. baccata* он увеличился до $8,7 \pm 0,7$. Таким образом, изменение среды проращивания, связанное с насыщением ее веществами, выделяемыми черенками *T. baccata*, оказало стимулирующее действие на формирование придаточных корней у *N. oleander*, их количество в среднем возросло на 19,2 %.

Из выделенной группы растений черенки *A. japonica* в условиях чистого водного субстрата характеризовались наиболее низким показателем числа придаточных корней, в то время как при совместном проращивании с черенками *I. aquifolium* формирование придаточных корней у *A. japonica* происходило достаточно интенсивно, средний показатель составил $3,9 \pm 0,4$, что почти в три раза больше, чем в контроле. Самое большое различие числа придаточных корней в связи с фитогенным взаимодействием наблюдалось у черенков *J. mesney*, при совместном проращивании с *L. lucidum*, их количество возросло по сравнению с контролем более чем в четыре раза.

Наиболее низкий стимулирующий эффект образования придаточных корней наблюдался у *S. humilis* при совместном проращивании с *I. aquifolium*, относительное увеличения их числа по сравнению с контролем составило 8,7 %. В целом у видов, на черенках которых образовывались придаточные корни, в большинстве случаев проявлялся стимулирующий эффект их формирования в условиях влияния веществ, выделяемых в процессе проращивания. Только в двух случаях при совместном проращивании черенков *H. syriacus* – *L. indica* и *L. fragrantissima* – *S. sempervirens* отмечалось уменьшение числа образования придаточных корней по сравнению с контролем. При этом уровень ингибирования процессов формирования придаточных корней был достаточно высоким. В первом случае число образовавшихся корней при фитогенном воздействии уменьшилось в 2,3 раза по сравнению с контролем, во втором – этот показатель составил 4. Очевидно, снижение интенсивности образования придаточных корней у *L. fragrantissima* при совместном проращивании с *S. sempervirens* связано с ингибирующими свойствами веществ тканей коры и древесины этого вида растения, что отмечено в ряде научных исследований [11, 12].

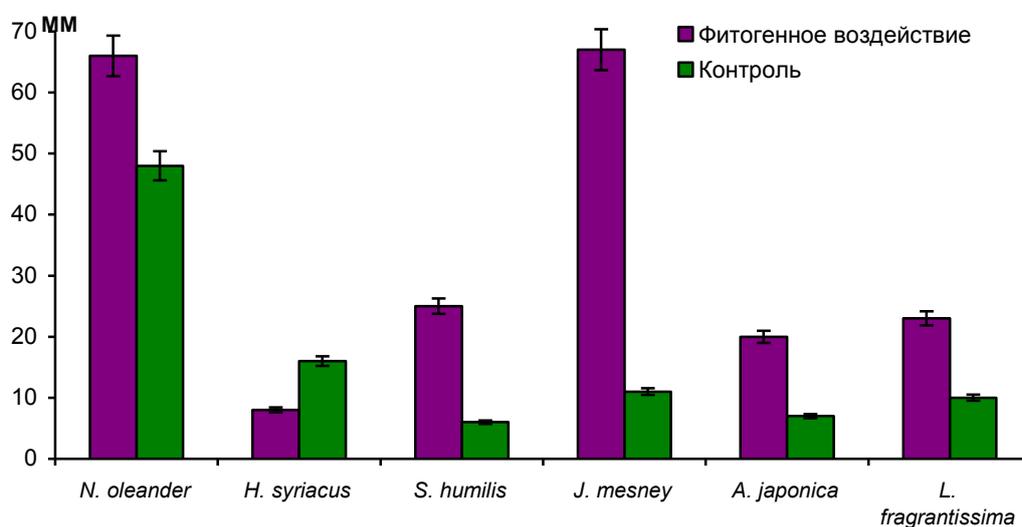


Рис. 2. Интенсивность роста придаточных корней изучаемых растений *in vitro*

Рост придаточных корней по длине у черенков изучаемых растений имел видоспецифические характеристики, близкие к показателям количества их образования. Виды растений, проявившие повышенную интенсивность формирования придаточных корней при совместном проращивании, также характеризовались более активным их ростом (рис. 2). Только у *L. fragrantissima* скорость роста придаточных корней в условиях влияния веществ, выделяемых тканями черенков *S. sempervirens* имела противоположную динамику в сравнении с показателями количества формирования придаточных корней.

Уровень различия длины придаточных корней при фитогенном взаимодействии и в контроле был выше аналогичной характеристики количества их образования. Рост придаточных корней по длине *J. mesney* при проращивании с *L. lucidum* был в 6,1 раза выше по сравнению с контролем. Очевидно, стимулирующее действие веществ насыщающих среду проращивания в различных вариантах эксперимента в большей степени оказывает влияние на деление клеток апикальной меристемы. У двудольных придаточные корни на стебле закладываются эндогенно – из камбия паренхимного происхождения в зоне сердцевидных лучей, что снижает возможность диффузии компонентов веществ внешнего воздействия в сравнении с тканями апикальной меристемы.

Сравнительная оценка количества формирования придаточных корней и интенсивности их роста выявила, что эти показатели характеризуются достаточно высоким уровнем связи, коэффициент корреляции числа придаточных корней и скорости их роста в условиях фитогенного взаимодействия составил 0,883, в контроле – 0,930. Очевидно, количество и скорость роста придаточных корней черенков изучаемых растений, отражают биоэкологический потенциал их вегетативного размножения.

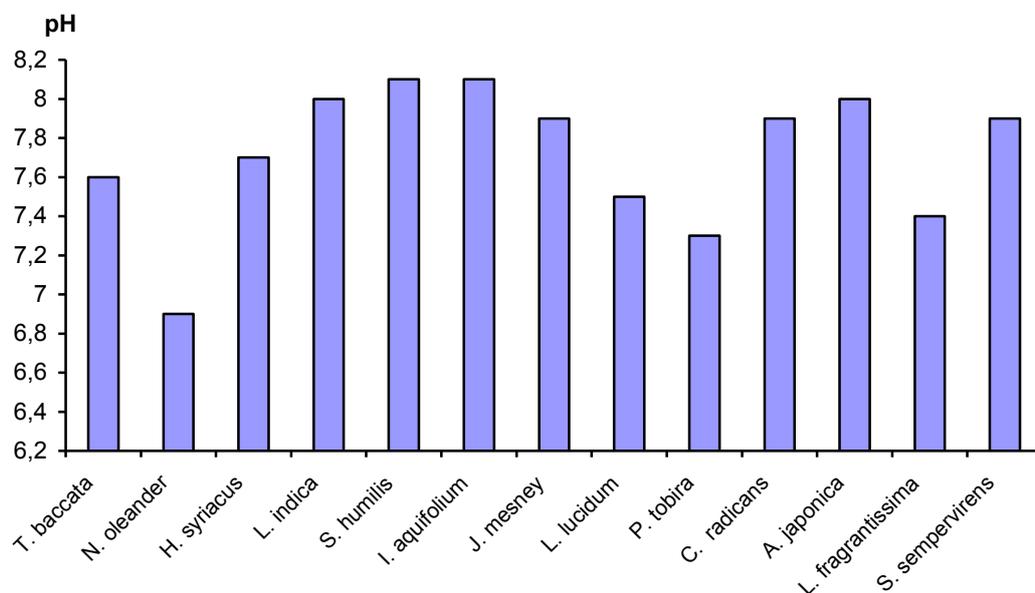


Рис. 3. Показатели pH контрольной среды проращивания изучаемых видов растений

Водородный показатель pH характеризует кислотно-основные свойства различных видов водосодержащих сред. Кислотность среды проращивания является важным фактором, определяющим особенности роста и развития корней и в целом

всего растения. Изначальный показатель рН водной среды составлял 8,2, в процессе проведения исследований он претерпел изменения в результате насыщения среды проращивания веществами, выделяемыми черенками (рис. 3). В наибольшей степени концентрация ионов водорода изменилась при проращивании черенков *N. oleander* – в конце периода наблюдений рН контрольной среды составил 6,9. Незначительное влияние на изменение рН среды проращивания оказали черенки *S. humilis* и *I. aquifolium*. Изменение концентрации ионов водорода в среде проращивания корней в определенной степени отражает уровень биоэкологической активности различных видов растений. Развитие и рост придаточных корней изучаемых растений характеризовались сравнительно высоким уровнем связи с динамикой кислотности контрольной среды проращивания.

Растения с повышенной интенсивностью формирования и роста придаточных корней в большей степени изменяли концентрацию ионов водорода в среде проращивания. Корреляция градиента кислотности контрольной среды с количеством образовавшихся придаточных корней на черенках изучаемых растений составила 0,799, для показателя длины эта связь была выше – 0,878. Таким образом, растения активного роста в наибольшей степени изменяют условия среды проращивания, насыщая ее веществами, выделяемыми при образовании и развитии их корней. Этот процесс имеет важное абиотическое и синэкологическое значение, являясь одним из элементов формирования экологической ниши. Изменяя химические свойства почвенной среды *in situ*, растения, очевидно, обеспечивают формирование благоприятных условий для развития их ризосферы. При совместном произрастании различных видов растений интенсивное насыщение почвенной среды корневыми выделениями может определить повышение их конкурентных преимуществ. В целом показатель рН в той или иной степени отражает уровень насыщения среды проращивания биологически активными веществами, выделяемыми корнями в процессе их роста и развития, что позволяет его использовать в качестве теста активности формирования корневой системы растений различных видов.

При создании парковых сообществ древесно-кустарниковые растения в отдельных группах необходимо подбирать с учетом специфики их корневых выделений, в первую очередь, уровня рН-фактора как интегрального показателя динамики химических компонентов почвенной среды. Можно предположить, что в условиях щелочной реакции почвы сочетание растений, которые в процессе формирования корневой системы снижают уровень рН почвенного субстрата, будет способствовать улучшению их роста и развития. В условиях кислых почв подобное сочетание, наоборот, будет оказывать негативное воздействие на состояние растений. В целом буферные биоэкологические свойства корневых выделений определяют процесс адаптации растений к эдафическим условиям произрастания через механизм фитогенной трансформации химических свойств почвенной среды. Эволюционно специфика данного механизма формировалась в связи с особенностями естественного ареала произрастания того или иного вида растений. В парковых сообществах, в условиях, часто существенно отличающихся от природных, в сочетании с видами иных географических ареалов древесно-

кустарниковые растения в процессе их культивирования подвергаются значительному негативному воздействию. Реализация адаптивных функций, рост и развитие интродуцированных растений сопряжены с повышенными биоэнергетическими затратами на каждом этапе онтогенеза. Успешность использования декоративных древесно-кустарниковых растений при формировании парковых ландшафтов определяется не только оптимизацией абиотических условий произрастания, но и эффективным сочетанием различных видов растений, обеспечивающих их функциональную комплементарность, возможность реализации природных механизмов фитогенной трансформации условий почвенной среды. Совершенствование системы и технологий формирования парковых сообществ необходимо проводить на основе использования принципа «эффекта группы», когда в составе сообщества улучшаются возможности успешного роста и развития отдельных растений, что в целом повышает устойчивость и адаптивный потенциал всей группы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Виды растений, проявившие повышенную интенсивность формирования придаточных корней при совместном проращивании *in vitro*, характеризовались также более активным их ростом. Растения с повышенной интенсивностью образования и роста придаточных корней в большей степени влияли на концентрацию ионов водорода в среде проращивания.
2. При формировании парковых сообществ древесно-кустарниковые растения в группах необходимо подбирать с учетом специфики их корневых выделений по уровню рН-фактора как интегрального показателя фитогенной динамики химических компонентов в зоне развития корневых систем.
3. Биоэкологическая оптимизация структуры и состава растительных сообществ, обеспечивающая их функциональную комплементарность, повышает эффективность культивирования декоративных древесно-кустарниковых растений.
4. Совершенствование системы и технологий формирования парковых сообществ необходимо проводить на основе использования принципа «эффекта группы», когда в составе сообщества улучшаются возможности успешного роста и развития отдельных растений, что в целом повышает устойчивость и адаптивный потенциал всей группы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-29-02596

Список литературы

1. Онопченко В. Г. Функциональная фитоценология. Синэкология растений Учебное пособие. Изд. 2-е, стер. / В. Г. Онопченко – М.: КРАСАНД, 2014. – 576 с.
2. Культиасов И. М. Экология растений: Учебник / И. М. Культиасов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. – 384 с.
3. Ипатов В. С. Фитоценология / В. С. Ипатов, Л. А. Кирикова. – СПб: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. – 316 с.

4. Колесников А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – М.: Высшая школа, 1995. – 680 с.
5. Захарова Е. И. Укоренение черенков некоторых древесных представителей семейства бобовые (*Leguminosae* Juss.), интродуцированных в Нижегородскую область / Е. И. Захарова // Экологические проблемы современности: Матер. XV Недели науки МГТУ: X Междунар. науч.-практич. конференция. – Майкоп: Изд-во МГТУ, 2007. – С. 221–223.
6. Кондратьев М. Н. Взаимосвязи и взаимоотношения в растительных сообществах: учебное пособие / М. Н. Кондратьев, Г. А. Карпова, Ю. С. Ларикова. – М.: Изд. РГАУ-МСХА, 2014. – 300 с.
7. Thorpe A. Root exudates is allelopathic in invaded community but not in native community: field evidence for the novel weapons hypothesis / A. Thorpe, A. Thelen, G. Diaconu [et al.] // J. Ecol. – 2009. – Vol. 97. – P. 641–645.
8. Молчанов А. А. Методика изучения прироста древесных растений / А. А. Молчанов, В. В. Смирнов. – М.: Наука, 1967. – 100 с.
9. Государственная система обеспечения единства измерений. Шкала рН водных растворов: ГОСТ 8.134-98. – Издание официальное / Государственная система обеспечения единства измерений. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 11 с.
10. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
11. Carr M. Shoe trees leather men search the West for nature's stores of tannin / M. Carr // Pacific Discovery. – 1956. – Vol. 9 (6). – P. 6–12.
12. Douglass F. Silvical characteristics of redwood (*Sequoia sempervirens* [D. Don] Endl.) / F. Douglass. – Berkeley, Calif.: Pacific SW. Forest & Range Exp., 1966. – 201 p.

ASSESSMENT OF SYNECOLOGICAL INTERACTION OF SOME SPECIES OF ORNAMENTAL TREES AND SHRUBS IN VITRO

Koba V. P., Sakhno T. M.

*Federal State-Funded Institution of Science « Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific center» Nikita, Yalta, Crimea, Russia
E-mail: kobavp@mail.ru*

The study of the features of the formation of cuttings additional roots of some species of ornamental trees and shrubs under the conditions of synecological interaction was conducted. In the spring period in the parks of the Arboretum of the Nikitsky Botanical Gardens cuttings taken from the shoots of the first order of plant species were harvested: *Taxus baccata* L., *Nerium oleander* L., *Hibiscus syriacus* L., *Lagerstroemia indica* L., *Sarcococca humilis* Stapf., *Ilex aquifolium* L., *Jasminum mesney* Hance, *Ligustrum lucidum* Ait., *Pittosporum tobira* Ait., *Campsis radicans* (L.) Seem., *Aucuba japonica* Thunb., *Lonicera fragrantissima* Lindl. et Paxt, *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. After harvesting, the cuttings were germinated under laboratory conditions in glass containers of 0.5 l filled with distilled water. There were three replications of the assessment of growth features of additional roots separately for each species and in combinations of the following pairs of the studied plants: *T. baccata* – *N. oleander*, *H. syriacus* – *L. indica*, *S. humilis* – *I. aquifolium*, *J. mesney* – *L. lucidum*, *P. tobira* – *C. radicans*, *A. japonica* – *I. aquifolium*, *L. fragrantissima* – *S. sempervirens*. In the process of the research on each cutting the number of roots and the dynamics of its growth were estimated. At the end of the observations, the pH of the aqueous medium of germination was analyzed for each object of research according to the standard method of determining the pH of solutions, using a laboratory ionometer I-160M. Among the studied

pairs of plants in the experiment, the highest number of adventitious roots formed on cuttings of *N. oleander* in a joint germination with *T. baccata*. Low stimulating effect of the development of additional roots were observed in cuttings of *S. humilis* in a joint germination with cuttings of *I. aquifolium*, the relative increase in their numbers compared to the control was 8.7 %. In general, the species, on the cuttings of which formed adventitious roots, in most cases showed a stimulating effect of their development under the influence of substances released during germination. Only in two cases during joint germinations of cuttings of *H. syriacus* – *L. indica* and *L. fragrantissima* – *S. sempervirens* the decrease in the number of adventitious roots comparing to the control was observed. Whereby, the level of inhibition of the processes of development of additional roots was quite high. In the first case, the number of roots formed during phytogenic exposure decreased by 2.3 times compared with the control, in the second case this figure was 4. A comparative assessment of the number of developed additional roots and the intensity of their growth had revealed that these indicators were characterized by a sufficiently high level of interrelation, the correlation coefficient of the number of additional roots and the rate of their growth in the phytogenic interaction was 0.883, in the control was 0.930. Obviously, the number and rate of growth of additional roots of cuttings of the studied plants reflect the bioecological potential of their vegetative reproduction. The initial pH value of the aqueous medium was 8.2, during the research it changed as a result of saturation of the germination medium with substances released by the cuttings. The concentration of hydrogen ions changed the most during the germination of *N. oleander* cuttings – at the end of the observation period, the pH of the control medium was 6.9. *S. humilis* and *I. aquifolium* cuttings made a slight impact on the pH change of the germination medium. The change in the concentration of hydrogen ions in the root germination medium to a certain extent reflects the level of bioecological activity of different plant species. It was found that plants with increased intensity of formation and growth of additional roots had a greater impact on the concentration of hydrogen ions in the germination medium. It was shown that in the formation of park communities, tree and shrub plants in groups and compositions must be selected taking into account the specifics of their root secretions in terms of pH-factor. Bioecological optimization of the structure and composition of plant communities, providing their functional complementarity, increases the cultivation efficiency of ornamental trees and shrubs. The improvement of technology and system of formation of park communities should be carried out on the basis of the principle of “group effect”, when the community improves the possibility of successful growth and development of individual plants, which generally increases the stability and adaptive capacity of the whole group.

Keywords: tree and shrub plants, roots, formation, growth, synecological interaction, adaptation.

References

1. Onipchenko V. G. *Functional phytocenology. Synecology of plants*, 576 p. (Moscow: KRASAND, 2014).
2. Kultiassov I. M. *Ecology of Plants*, 384 p. (Moscow: Publisher Mosk. University, 1982).
3. Ipatov V. S., Kirikova L. A. *Phytocenology*, 316 p. (St. Petersburg: Publishing house St. Petersburg University, 1999).
4. Kolesnikov A. I. *Decorative dendrology*, 680 p. (Moscow: Higher School, 1995).

5. Zakharova E. I. *Rooting of cuttings of some wood representatives of the leguminous family (Leguminosae Juss.), introduced into the Nizhny Novgorod region* (Ecological problems of the present, Maikop: MSTU Publishing House, 2007), p. 221.
6. Kondratiev M. N., Karpova G. A., Larikova Yu. S. *Interrelations and relationships in plant communities: a textbook*, 300 p. (Moscow: Izd. RGAU-MAHA, 2014).
7. Thope A., Thelen A., Diaconu G., Callaway R. Root exudates is allelopathic in invaded community but not in native community: field evidence for the novel weapons hypothesis (J. Ecol., 2009), p. 641.
8. Molchanov A. A., Smirnov V. V. *The method of studying the growth of woody plants*, 100 p. (Moscow: Nauka, 1967).
9. *State system for ensuring the uniformity of measurements. PH scale of aqueous solutions: GOST 8.134-98.*, 11 p. (Moscow: IPK Publishing House of Standards, 1999).
10. Lakin G. F. *Biometrics*, 352 p. (Moscow: Higher School, 1990).
11. Carr M. *Shoe trees leather men search the West for nature's stores of tannin* (Pacific Discovery, 1956), p. 6.
12. Douglass F. *Silvical characteristics of redwood*, 201 p. (*Sequoia sempervirens* [D. Don] Endl.) (Berkeley, Calif.: Pacific SW. Forest & Range Exp., 1966).