

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЛУЧШЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *CHLOROPHYTUM COMOSUM* (НА ПРИМЕРЕ ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ)

© 2023

Чуенко Н.Ф.^{1,2}, Новикова И.И.¹, Цыбуля Н.В.³, Новиков Е.А.^{1,2}, Савченко О.А.¹

¹Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены (г. Новосибирск, Российская Федерация)

²Новосибирский государственный аграрный университет (г. Новосибирск, Российская Федерация)

³Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (г. Новосибирск, Российская Федерация)

Аннотация. В данной статье рассматривается комнатное растение хлорофитум хохлатый (*Chlorophytum comosum*), как одно из основных растений в улучшении качества воздушной среды закрытых помещений, обладающее фитонцидными, газопоглощающими и транспирирующими свойствами. *Chlorophytum comosum* – неприхотливое в уходе и теневыносливое комнатное растение, которое увлажняет воздух, летучие вещества листьев обладают выраженной, продолжительной в течение всего года антимикробной активностью. Также это растение уникально в очищении воздуха от формальдегида, который исходит от мебели, изготовленной из ДСП. В работе представлены результаты экспериментальной оценки антимикробной активности листьев *Chlorophytum comosum*, а также относительной влажности воздуха в групповых ячейках группы «наблюдения» (там, где были установлены растения) и группы «контроля» (там, где не было растений). Проведенные исследования показали, что данное комнатное растение обладает рядом положительных свойств, которые благоприятно влияют на воздушную среду закрытых помещений. При выборе озеленения помещений стоит учитывать множество факторов, влияющих на самочувствие человека. Рекомендуется устанавливать *Chlorophytum comosum* в закрытых помещениях в виде фитомодуля (композиции) как горизонтально, так и вертикально, независимо от солнечного света.

Ключевые слова: хлорофитум хохлатый; *Chlorophytum comosum*; комнатные растения; факультативная микрофлора; общее микробное число; формальдегид; антимикробная активность; фитонцидная активность; бутонизация; дошкольные образовательные организации; групповые ячейки; относительная влажность воздуха.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF IMPROVING THE INDOOR AIR ENVIRONMENT USING *CHLOROPHYTUM COMOSUM* (ON THE EXAMPLE OF PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS)

© 2023

Chuenko N.F.^{1,2}, Novikova I.I.¹, Tsybulya N.V.³, Novikov E.A.^{1,2}, Savchenko O.A.¹

¹Novosibirsk Research Institute of Hygiene (Novosibirsk, Russian Federation)

²Novosibirsk State Agricultural University (Novosibirsk, Russian Federation)

³Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
(Novosibirsk, Russian Federation)

Abstract. In this paper, the houseplant *Chlorophytum comosum* is considered as one of the main plants in improving the quality of the indoor air environment, having phytoncidal, gas-absorbing and transpiring properties. *Chlorophytum comosum* is an unpretentious and shade-tolerant houseplant that moisturizes the air, increases the concentration of oxygen in closed rooms; volatile substances of leaves have long-term antimicrobial activity. This plant is also unique in air purification, from formaldehyde, which comes from furniture made of chipboard. The paper presents the results of an experimental assessment of the antimicrobial activity of the leaves of *Chlorophytum comosum*, as well as the relative humidity in the group cells of the «observation» group (where there were plants) and the «control» group (where there were no plants). The studies have shown that this houseplant has a number of positive properties that favorably affect the indoor air environment. When choosing the landscaping of premises, it is worth considering many factors that affect a person's well-being. It is recommended to place *Chlorophytum comosum* indoors in the form of a phytomodule (composition) both horizontally and vertically, regardless of sunlight.

Keywords: crested chlorophytum; *Chlorophytum comosum*; indoor plants; facultative microflora; total microbial number; formaldehyde; antimicrobial activity; phytoncidal activity; budding; preschool educational organizations; group cells; relative humidity.

Введение

При подборе комнатных растений, особенно для детских учреждений, необходимо учитывать неприхотливость, выраженную и продолжительную фитонцидную активность в течение всего года, высокую транспирирующую активность, повышающую

влажность воздуха. Все эти требования можно отнести к виду хлорофитум хохлатый (*Chlorophytum comosum*) – представителя семейства спаржевые (Asparagaceae).

В настоящее время доказан антибактериальный эффект экстрактов биологически активных веществ

видов хлорофитума в отношении широкого спектра патогенной микрофлоры: микобактерий туберкулеза, возбудителей пневмонии, синегнойной палочки и грибов родов *Candida*, *Aspergillus* [1]. В лабораторных боксах определена фитонцидная активность интактных растений хлорофитума хохлатого в весенний период активного роста в отношении микробных тест-объектов – грамположительных бактерий *Staphylococcus epidermidis*, грамотрицательных бактерий *Escherichia coli* и дрожжеподобных грибов *Candida albicans* [2].

Совместной работой сотрудников Центрального сибирского ботанического сада СО РАН и НИИ гигиены Роспотребнадзора отмечено, что использование хлорофитума хохлатого в озеленении детских дошкольных организаций привело к заметному снижению частоты и длительности заболеваний детей острыми респираторными заболеваниями, в структуре которых вирусные инфекции составляют существенную часть [3; 4, с. 153].

Кроме того, хлорофитум хохлатый является фитофильтром, поглощающим вредные газообразные химические соединения, например, формальдегид и другие карбонильные соединения, источниками которых являются новые строительные и отделочные материалы [5, с. 126]. Исследование механизмов биохимических процессов, протекающих в тканях растений при поглощении газообразного формальдегида, показало, что в листьях *Chlorophytum comosum* при поглощении формальдегида происходит накопление хинонов, а в газовую фазу при этом растение выделяет альдегиды с числом атомов углерода 6–7, которые не являются токсичными, в отличие от исходного формальдегида [6, с. 17; 7, с. 30; 8, р. 166; 9, р. 8455].

Исследование микробной загрязненности воздушной среды, проведенное в осенне-зимнее время в групповых помещениях двух дошкольных образовательных организаций (ДОО) г. Новосибирска, отличающихся наличием и отсутствием фитомодулей, в ассортимент которых был включен *Chlorophytum comosum*, подтверждает позитивное влияние летучих экзометаболитов растений на количественные и качественные характеристики постоянной и факультативной микрофлоры воздуха. В групповых помещениях, оснащенных фитомодулями, доля факультативной микрофлоры по отношению к общему микробному числу составляла около 30%, тогда как при отсутствии фитомодулей – 60%. Дополнительный эффект установки фитомодулей состоял в том, что в ДОО уже через несколько дней после размещения фитомодуля влажность воздуха увеличилась с 26 до 34%, а в условиях длительного размещения фитомодуля влажность составляла в среднем 40%, что является благоприятным фактором для здоровья детей в зимний период года [10; 11].

Таким образом, положительное экспериментальное подтверждение профилактического фитонцидного эффекта различных комбинаций растений, проведенное нами ранее, послужило основанием для продолжения исследований в данном направлении с целью оцифровки эффекта *Chlorophytum comosum* для

использования в озеленении ДОО для снижения рисков заболеваемости детей. Цель настоящей работы – исследование сезонной антимикробной активности летучих экзометаболитов свежесрезанных листьев *Chlorophytum comosum* в лабораторных условиях и транспирирующих свойств интактных растений непосредственно в условиях помещений ДОО. Для достижения цели необходимо проанализировать антимикробную активность летучих выделений листьев к микробным тест-объектам, сопоставить активность по периодам развития растений в течение года.

Объекты и методы исследования

В статье приведены данные экспериментальной оценки антимикробной активности листьев хлорофитума хохлатого. В работе использован метод опарения летучими выделениями интактных листьев посевов микробных тест-культур – грамположительных бактерий *Staphylococcus epidermidis*, грамотрицательных бактерий *Escherichia coli* и дрожжеподобных грибов *Candida albicans*. Оценка фитонцидной активности проведена в зависимости от фенофазы развития в вегетационный и генеративный периоды и от ритмов роста (в период интенсивного и умеренного роста). Сравнительную оценку антимикробной активности летучих веществ проводили по среднему баллу за сезон в отношении к каждому тест-микроорганизму: 0,4–1,4 балла – низкая активность; 1,5–2,0 – умеренная; 2,1–2,5 – высокая, 2,6 балла и выше – очень высокая активность [12, с. 362]. Понятию «выраженная активность» соответствовали значения умеренной и высокой активности.

Исследование транспирирующей активности проводили в дошкольной образовательной организации г. Новосибирска. В групповую ячейку (группа «наблюдения») был установлен *Chlorophytum comosum* с площадью листового аппарата 2,5 м² на площадь помещения 48 м². В другой групповой ячейке, идентичной по размеру и микроэкологическим параметрам растения отсутствовали (группа контроля). Сравнительный анализ параметров влажности в группе «наблюдения» и в группе «контроля» в ДОО регистрировался установленными приборами Логер EClerk-M-RHT.

Статистическую обработку данных и построение графиков производили с применением пакета программ Statistica, критический уровень значимости принимался $p \leq 0,05$. Проводились описательная статистика с расчетом M , m , для оценки значимости различий средних величин использовался критерий Стьюдента для независимых выборок.

Результаты и обсуждение

Chlorophytum comosum проявил выраженную универсальную и продолжительную антимикробную активность в отношении всех исследованных тест-объектов (рис. 1).

Полученные данные анализировались с учетом выделенных периодов в сезонном росте: в вегетативную фазу: интенсивного и умеренного роста, в генеративную фазу: бутонизации и цветения (табл. 1).

Проанализирована сезонная динамика бактерицидной и фунгицидной активности. Средние показатели антибактериальной и антифунгальные активно-

сти в течение года в баллах оказались высокие и выраженные (к тест-бактериям *St. epidermidis* – 6,5 к *E. coli* – 6,6, к грибам *C. albicans* – 6,3). Выраженная фитонцидная активность была продолжительная в течение всего года [13, с. 600]. Максимальная фитонцидность отмечена в фазу бутонизации и цветения (рис. 1, табл. 1).

В период проведения эксперимента по изучению транспирирующей активности *Chlorophytum comosum* в группе «наблюдения» прослеживалась влажность воздуха в помещении – 32,3%, по сравнению с группой «контроля» – 21,05%, при этом температура воздуха в групповых ячейках была выше санитарных норм (рис. 2).

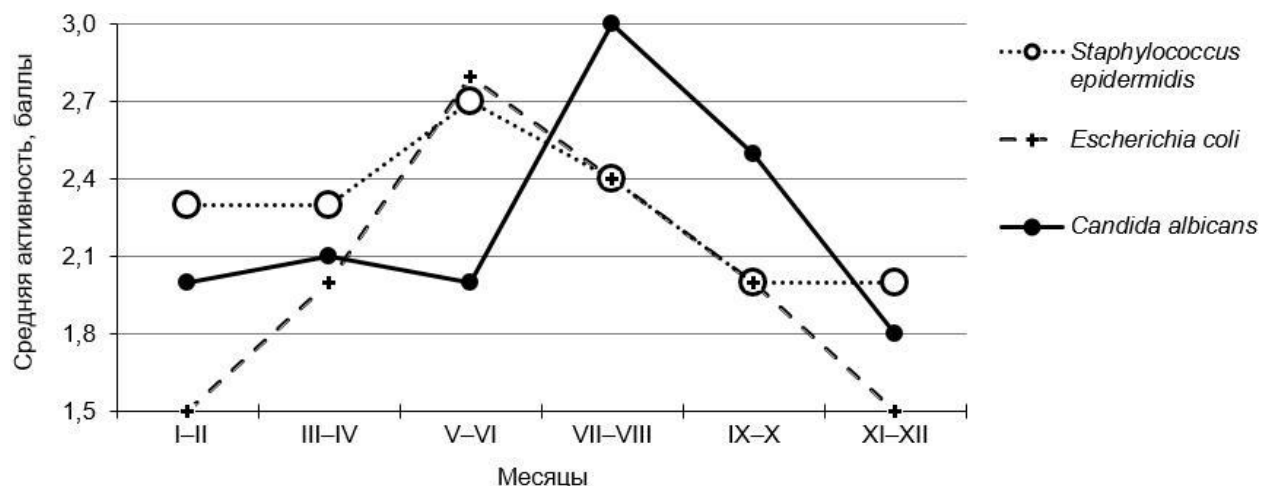


Рисунок 1 – Сезонная антимикробная активность интактных листьев хлорофитума хохлатого

Таблица 1 – Антимикробный эффект хлорофитума в различные фенологические фазы и в зависимости от ритмов роста

Тест-объекты	Средний балл за сезон к тест-объектам			Выраженная активность, баллы
	Интенсивный рост	Умеренный рост	Бутонизация и цветение	
<i>St. epidermidis</i>	2,1	2,2	2,2	6,5
<i>E. coli</i>	2,2	2,0	2,4	6,6
<i>C. albicans</i>	2,1	2,0	2,2	6,3

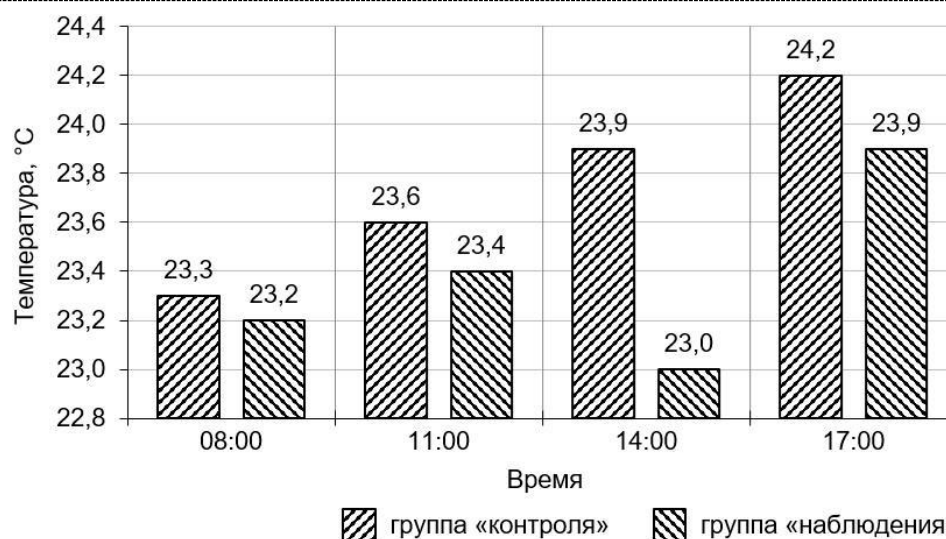


Рисунок 2 – Температурный режим в группах наблюдения

Показатели относительной влажности воздуха в групповых ячейках с комнатными растениями были выше и с меньшими колебаниями во времени. Анализ параметров микроклимата в группе «контроля» показал, что экспериментальные данные, зарегистрированные с помощью Логер EClerk-M-RHT, статистически значимые ($p < 0,05$). Полученные результаты расходятся с мнением о том, что растения обеспечивают охлаждающий эффект за счет эвапотранспирации, что требует дополнительных исследований [14, с. 32; 15, с. 57; 16, с. 15; 17, с. 230].

Заключение

Мониторинг исследования антимикробной активности летучих экзометаболитов *Chlorophytum comosum* выявил выраженную и продолжительную антибактериальную и антифунгальную активность в течение всего года. В вегетативную фазу интенсивного и умеренного роста наивысшая активность по средним показателям за год отмечена к бактериям *St. epidermidis*, тогда как к бактериям *E. coli* и к грибам *C. albicans* наблюдалась выраженная активность. В генеративную фазу бутонизации и цветения наивысшая активность наблюдалась ко всем микробным тест-объектам [13, с. 600].

Показатели относительной влажности воздуха в групповых ячейках с комнатными растениями были выше и с меньшими колебаниями во времени, что является благоприятным фактором для здоровья детей в зимний период года.

Настоящие исследования подтверждают перспективность использования в озеленении детских учреждений *Chlorophytum comosum* для снижения микробной обсемененности воздуха и улучшения микроэкологических условий воздушной среды. Для оздоровления воздушной среды помещений, т.е. для создания экологического фитодизайна, нами установлено, что одно растение, находящееся в оптимальном состоянии (розетка из 40 листьев, площадью листового аппарата около 0,1 м²) может очистить воздушную среду около 3 м² помещения от микробной и химической загрязненности [6, с. 17; 11]. Например, в помещении площадью 60 м² с концентрацией формальдегида в воздухе, составляющей 2,5 ПДК, необходимо установить около 20 растений (соответственно $60/3 = 20$), скомплектовав их в 4 фитомодуля по 4–5 растений в разных сторонах комнаты, чтобы снизить концентрацию формальдегида до значения среднесуточной ПДК воздуха за 8 ч. при радиусе воздействия 5 м [18; 19, с. 68; 20].

Список литературы:

1. Sharma P., Singh V., Maurya S.K., Kamal M.A., Poddar N.K. Antimicrobial and antifungal properties of leaves to root extracts and saponin fractions of *Chlorophytum borivilianum* // Current Bioactive Compounds. 2021. Vol. 17, iss. 6. P. 9–18. DOI: 10.2174/1573407216999201006124428.
2. Цыбуля Н.В., Якимова Ю.Л. и др. Научные и практические аспекты фитодизайна. Новосибирск: Новосибирское книжное изд-во, 2004, 150 с..
3. Novikova I., Chuenko N., Tsybulya N., Fershalova T., Lobkis M. Quantification of the health-improving action of phyto modules in the rooms of child care preschool facilities // Northern Asia Plant Diversity: Current Trends in Research and Conservation. 2021. Vol. 38. DOI: 10.1051/bioconf/20213800091.

4. Чуенко Н.Ф., Лобкис М.А., Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д., Новикова И.И. Оценка эффективности использования фитонцидных свойств растений для снижения микробной обсемененности воздуха с целью минимизации риска заболеваемости детей в условиях детских организованных коллективов // Science for Education Today. 2022. Т. 12, № 2. С. 152–171. DOI: 10.15293/2658-6762.2202.08.

5. Окин В.И., Онищенко С.А. Особенности техносферной безопасности производства огнестойких материалов // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. 2019. № 5 (23). С. 124–132.

6. Дульцева Г.Г., Цыбуля Н.В., Серая А.С. Научные и практические аспекты газопоглотительной активности растений. Фитофилтраты для очистки воздушной среды помещений: монография. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2018. 132 с.

7. Чуенко Н.Ф. Летучие выделения растений как лечебное воздействие на организм человека // Актуальные вопросы современной науки и образования: сб. ст. VIII междунар. науч.-практ. конф. Пенза: МЦНС «Наука и просвещение», 2021. С. 29–31.

8. Torpy F., Clements N., Pollinger M., Dengel A., Mulvihill I., He C., Irga P. Testing the single-pass VOC removal efficiency of an active green wall using methyl ethyl ketone (MEK) // Air Quality, Atmosphere & Health. 2018. Vol. 11, iss. 2. P. 163–170. DOI: 10.1007/s11869-017-0518-4.

9. Li J., Zhong J., Liu Q., Yang H., Wang Z., Li Y., Zhang W., Agranovski I. Indoor formaldehyde removal by three species of *Chlorophytum comosum* under dynamic fumigation system: part 2-plant recovery // Environmental Science and Pollution Research International. 2021. Vol. 28, iss. 7. P. 8453–8465. DOI: 10.1007/s11356-020-11167-3.

10. Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»: постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 [Электронный ресурс] // Гарант.ру. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74993644>.

11. Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Лобкис М.А., Зубцовская Н.А., Романенко С.П., Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д. Способ санации воздуха в помещении: патент на изобретение № 2080866.

12. Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д., Давидович Л.А. Использование тропических растений для санации воздуха в экологически неблагоприятных условиях помещения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19, № 2 (2). С. 360–364.

13. Широкова Н.П. Использование фитонцидных свойств растений для улучшения микроклимата помещений // Роль метаболомики в совершенствовании биотехнологических средств производства: мат-лы II междунар. науч. конф. М., 2019. С. 598–602.

14. Федулов Ю.П., Подушин Ю.В. Фотосинтез и дыхание растений: учеб. пособие. Краснодар: КубГАУ, 2019. 101 с.

15. Тимофеева С.С. Современные фитотехнологии очистки воздуха. Часть 1. Технологии очистки воздуха закрытых помещений: медико-экологический фитодизайн // XXI век. Техносферная безопасность, 2017. Т. 2, № 1. С. 55–69.

16. Привалова Е.Г., Милованов В.И. Основы фитотоксикологии. Обзор растительных объектов. Элементы фитохимического анализа: учеб. пособие. Иркутск: ИГМУ, 2018. 102 с.

17. Дорожкина Е.А. Влияние растений на микроклимат помещений и организм человека // Символ науки: международный научный журнал. 2015. № 4. С. 228–231.

18. Jung C., Awad J. Improving the IAQ for learning efficiency with indoor plants in university classrooms in Ajman, United Arab Emirates // Buildings. 2021. Vol. 11, iss. 7. DOI: 10.3390/buildings11070289.

19. Мирovich В.М., Привалова Е.Г. Биологически активные вещества растений (полисахариды, эфирные масла, фенологликозиды, кумарины, флавоноиды): учеб. пособие. Иркутск: ИГМУ, 2018. 70 с.

20. Шешко Н.Б., Логачева Н.И. Энциклопедия комнатных растений. Минск: Современная школа, 2006. 305 с.

Работа сотрудников ЦСБС СО РАН осуществлялась в рамках государственного задания, по проекту «Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов» (ААА-А21-121011290025-2). Использованы материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекция живых растений в закрытом и открытом грунте USU_440534».

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
Чуенко Наталья Федоровна , научный сотрудник отдела токсикологии с санитарно-химической лабораторией; Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены (г. Новосибирск, Российская Федерация); аспирант кафедры экологии; Новосибирский государственный аграрный университет (г. Новосибирск, Российская Федерация). E-mail: natali26.01.1983@yandex.ru.	Chuenko Natalya Fedorovna , researcher of Toxicological Department with Sanitary-Chemical Laboratory; Novosibirsk Research Institute of Hygiene (Novosibirsk, Russian Federation); postgraduate student of Ecology Department; Novosibirsk State Agricultural University (Novosibirsk, Russian Federation). E-mail: natali26.01.1983@yandex.ru.
Новикова Ирина Игоревна , доктор медицинских наук, профессор, директор; Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены (г. Новосибирск, Российская Федерация). E-mail: novikova_ii@niig.su.	Novikova Irina Igorevna , doctor of medical sciences, professor, director; Novosibirsk Research Institute of Hygiene (Novosibirsk, Russian Federation). E-mail: novikova_ii@niig.su.
Цыбуля Наталья Владимировна , кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитохимии; Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (г. Новосибирск, Российская Федерация). E-mail: ntsybulya@yandex.ru.	Tsybulya Natalia Vladimirovna , candidate of biological sciences, senior researcher of Phytochemistry Laboratory; Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russian Federation). E-mail: ntsybulya@yandex.ru.
Новиков Евгений Анатольевич , доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела токсикологии с санитарно-химической лабораторией; Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены (г. Новосибирск, Российская Федерация); заведующий кафедрой экологии; Новосибирский государственный аграрный университет (г. Новосибирск, Российская Федерация). E-mail: eug_nov@ngs.ru.	Novikov Evgeny Anatolyevich , doctor of biological sciences, professor, chief researcher of the Department of Toxicology with Sanitary and Chemical Laboratory; Novosibirsk Research Institute of Hygiene (Novosibirsk, Russian Federation); head of Ecology Department; Novosibirsk State Agricultural University (Novosibirsk, Russian Federation). E-mail: eug_nov@ngs.ru.
Савченко Олег Андреевич , кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела токсикологии с санитарно-химической лабораторией; Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены (г. Новосибирск, Российская Федерация). E-mail: savchenko_oa@niig.su.	Savchenko Oleg Andreevich , candidate of biological sciences, leading researcher of Toxicological Department with Sanitary-Chemical Laboratory; Novosibirsk Research Institute of Hygiene (Novosibirsk, Russian Federation). E-mail: savchenko_oa@niig.su.

Для цитирования:

Чуенко Н.Ф., Новикова И.И., Цыбуля Н.В., Новиков Е.А., Савченко О.А. Экологические аспекты улучшения воздушной среды помещений с использованием *Chlorophytum comosum* (на примере детских дошкольных образовательных учреждений) // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, № 1. С. 130–134. DOI: 10.55355/snv2023121120.