

Статья поступила в редакцию 6.07.2025 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2025-3-35-42 EDN: WOCVTB

Информация для цитирования:

Чуенко Н.Ф., Новикова И.И., Савченко О.А. ВЛИЯНИЕ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ В ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ // Медицина в Кузбассе. 2025. №3. С. 35-42.

Чуенко Н.Ф., Новикова И.И., Савченко О.А.Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены,
г. Новосибирск, Россия

ВЛИЯНИЕ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ В ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Загрязнение воздуха в помещениях дошкольных образовательных организаций (ДОО) – это серьезная, и часто недооцененная проблема, представляющая значительную угрозу для здоровья и благополучия миллионов воспитанников ДОО во всем мире. Современные научные исследования указывают на то, что качество воздуха внутри помещений существенно влияет на здоровье детей.

Цель исследования – изучение влияния композиций комнатных растений на качество воздуха и здоровье детей в ДОО.

Материал и методы. В рамках исследования осуществлен подбор композиций комнатных растений для установки в ДОО, и оценка динамики содержания микроорганизмов в воздухе групповых помещений. Отбор проб воздуха осуществлялся аспирационным методом. Мониторинг микроклиматических показателей воздушной среды в помещениях ДОО проводился до и после установки композиций комнатных растений с помощью измерительного прибора «Логер ECLerk-M-RHT». Анализ данных о заболеваемости и посещаемости детей в ДОО осуществлялся в период, который характеризовался ростом эпидемической заболеваемости.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием программных пакетов STATISTICA-10.0 и Microsoft Excel. Для анализа применялся дисперсионный анализ ANOVA. Достоверными считались различия при $p = 0,05$.

Результаты. Результаты проведенного эксперимента демонстрируют положительное влияние растений на содержание активных летучих органических веществ, выделяемых растениями, и на микробиологический состав воздуха. Зафиксировано увеличение посещаемости и снижение острых респираторных заболеваний (ОРЗ) в группе наблюдения с установленными растениями, по сравнению с контрольной группой. Кроме того, установлено влияние площади листовой поверхности растений на относительную влажность воздуха в групповой ячейке ДОО. Данные результаты обосновывают целесообразность применения растений в ДОО в профилактических целях.

Заключение. Использование композиции растений, обладающих выраженной антимикробной активностью, приводило к увеличению относительной влажности воздуха в закрытых помещениях ДОО, которая зависела от ассортимента и общей площади листьев на единицу объема помещения, что улучшало качество воздуха и здоровье детей.

Ключевые слова: закрытые помещения ДОО; дети; заболеваемость; качество воздуха; комнатные растения; здоровье

Chuenko N.F., Novikova I.I., Savchenko O.A.

Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia

THE IMPACT OF INDOOR PLANTS ON AIR QUALITY AND CHILDREN'S HEALTH IN PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Indoor air pollution in preschool educational institutions is a serious and often underestimated problem that poses a significant threat to the health and well-being of millions of preschool children worldwide. Modern scientific research indicates that indoor air quality significantly affects children's health.

The aim of the study – to study the effect of indoor plant compositions on air quality and children's health in preschool institutions.

Materials and methods. As part of the study, indoor plant compositions were selected for installation in pre-school institutions, and the dynamics of the content of microorganisms in the air of group rooms was assessed. Air sampling was carried out by the aspiration method. Monitoring of the microclimatic parameters of the air environment in the pre-school premises was carried out before and after the installation of indoor plant compositions using the ECLerk-M-RHT Loger measuring device. The analysis of data on the incidence and attendance of children in preschool institutions was carried out during a period characterized by an increase in epidemic morbidity. Statistical processing of the obtained data was carried out using the software packages STATISTICA-10.0 and Microsoft Excel. ANOVA analysis of variance was used for the analysis. The differences were considered significant at $p = 0.05$.

The results. The results of the experiment demonstrate the positive effect of plants on the content of active volatile organic compounds released by plants and on the microbiological composition of the air. There was an increase in attendance and a decrease in acute respiratory diseases (ARDS) in the observation group with established plants, compared with the control group. In addition, the effect of the

leaf surface area of plants on the relative humidity in the group cell of the DOE was established. These results substantiate the expediency of using plants for preventive purposes in preschool institutions.

Conclusion. The use of a composition of plants with pronounced antimicrobial activity led to an increase in the relative humidity of the air in the closed rooms of the preschool, which depended on the assortment and total leaf area per unit volume of the room, which improved air quality and children's health.

Key words: closed pre-school facilities; children; morbidity; air quality; indoor plants; health

В контексте недавней пандемической ситуации, выявившей уязвимость образовательных учреждений в отношении воздушно-капельных инфекций, данная опасность приобретает особую значимость.

Проблемы с качеством воздуха в детских учреждениях могут привести к серьезным и долговременным последствиям. Респираторные заболевания, аллергические реакции, снижение концентрации внимания и головные боли — лишь некоторые из возможных негативных последствий. Все эти факторы негативно сказываются на восприятии и усвояемости материала у детей, часто приводя к снижению посещаемости ДОО и ухудшению здоровья. Кроме того, снижение качества воздуха в закрытых помещениях ДОО, особенно в отопительный период в условиях Сибири и Крайнего Севера, может оказывать негативное влияние на психическое состояние детей, и способствует формированию патологической тревоги, которая может приводить к подавлению (истощению), а не усилению адаптационных возможностей организма [1].

Педагоги (воспитатели) также большую часть рабочего времени проводят в закрытых помещениях ДОО со сниженным качества воздуха, что сказывается на снижении их работоспособности и качества воспитательного процесса. Необходимо понимать, что инвестирование в формирование здоровьесберегающей воздушной среды — это не просто экономические затраты в настоящее время, а долгосрочное вложение в здоровье подрастающего поколения и будущее эффективное развитие государства.

ДОО для детей — это не просто место обязательного пребывания, а настоящий «второй дом». В условиях детского сада ребенок проводит значительное количество времени, которое составляет около 20% от календарного года [2, 3]. ДОО имеют огромное значение в воспитании будущего поколения россиян, закладывая основы для их будущего роста и развития. Именно в дошкольном возрасте дети приобретают необходимые им навыки социализации в обществе, учатся понимать и сопереживать другим людям, эффективно взаимодействовать в коллективе и достигать общих целей. Однако, недостаточное количество мест в ДОО, а вследствие этого перегруженность детьми в группах, порой даже больше, чем это положено по санитарным нормам и правилам, может приводить к повышенному риску заболеваемости, снижению качества воспитательного процесса и посещаемости детей [4, 5].

Исследователями (Choo С.Р. et al., 2015; Wargocki P. et al., 2020) установлено, что нередко воздух в ДОО не соответствует гигиеническим нормативам, из-за чего возрастает вероятность заболеваний верхних дыхательных путей [6, 7]. Кроме

того, на качество воздуха влияют климат, уровень загрязнения окружающей среды, количество людей в помещении, их активность, тип вентиляции и ее эффективность, используемые при строительстве и ремонте строительные материалы [8].

В настоящее время у ряда исследователей (Kim J.L. et al., 2007; Johnson D.L. et al., 2018; Lu K.H. et al., 2021) возрастает повышенное внимание к изучению влияния летучих органических соединений (ЛОС), выделяемых в том числе и микроорганизмами [9-11], на успеваемость и здоровье учащихся. Kim J.L. et al. [10] выявил связь между микробными ЛОС и симптомами астмы у детей. Исследование доказало, чем выше концентрация ЛОС, выделяемых микробами, тем сильнее выражены симптомы астмы у детей. Johnson D.L. et al. [11] в своем исследовании показывает, что недостаточная вентиляция способствует увеличению концентрации загрязняющих веществ, включая ЛОС, в помещении с длительным пребыванием детей.

В образовательных учреждениях для детей фиксируются риски здоровью в связи с обнаружением в воздухе различных ЛОС (формальдегид, бензол, толуол, нафталин и ксилол). Кроме того, формальдегид, широко используется в строительстве и на производстве, и признан распространенным загрязнителем воздуха. В помещениях уровень CO_2 превышает допустимые концентрации из-за длительного пребывания детей, неэффективной работы системы вентиляции и недостаточного проветривания [12]. Кроме того, высокие концентрации CO_2 служат индикатором риска распространения воздушно-капельных инфекций в организациях для детей, и этот риск особенно высок в зимний период [13, 14]. Vouriot C.V.M. et al. [13] установили основную причину низкого качества воздуха в организациях с длительным пребыванием детей вследствие некачественной работы вентиляционной системы. Turunen M. et al. [15] обнаружили связь между температурой и субъективным восприятием качества воздуха детьми: чем хуже вентиляция и выше температура, тем чаще дети жаловались на плохое самочувствие.

В закрытых помещениях, где дети проводят большое количество времени, регулярно обнаруживаются грибы и бактерии, представляющие серьезную угрозу здоровью. Виды *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* и *Alternaria* встречаются наиболее часто, их количество зависит от климатических условий и местоположения организации с длительным пребыванием детей.

Поскольку влажность помещения влияет на сохранность в воздухе спор грибов и других микроорганизмов и поскольку они в сухом воздухе сохраня-

ются гораздо хуже, мы изучили работы, которые дают основание предположить, что необходимо эту влажность держать в определенных пределах за счет использования фитомодулей с фитонцидными растениями, которые одновременно влияют и на влажность воздуха. Исследования Viegas C. et al. [16] показали, что концентрация грибов в воздухе классов варьируется от 92 до 505 КОЕ/м³, что крайне недопустимо. Связь между повышенной концентрацией грибковых спор (260-1297 КОЕ/м³) и проблемами со здоровьем у учеников, особенно дыхательной системы, неопровержима. В школах с высоким уровнем грибковой зараженности часто наблюдаются такие симптомы, как свистящее дыхание, астматические приступы, головные боли, боли в горле, усталость и кашель. Kim J.L. et al. [10] установили, что концентрация бактерий в школах может быть разной, от 250 до 17000 КОЕ/м³. Самые частые бактерии — это *Staphylococcus*, *Corynebacterium* и *Bacillus*, которые вполне могут спровоцировать астму или приступы ночной одышки у детей.

В связи с этим, проведение комплексных исследований, направленных на оценку качества воздушной среды в ДОО, выявление основных источников загрязнения и разработка эффективных стратегий по улучшению качества воздуха, является крайне важным и перспективным направлением деятельности. Кроме этого, необходим многосторонний подход, включающий в себя модернизацию систем вентиляции и отопления, применение инновационных строительных материалов и использование экологически безопасных методов очистки воздуха.

В настоящее время, одним из наиболее безопасных и перспективных экологических методов очистки воздуха является использование комнатных растений для повышения качества воздуха в организациях с длительным пребыванием детей [17, 18]. Влияние растений на микробную обстановку в детских учреждениях вызывает повышенный интерес в контексте растущей обеспокоенности качеством воздуха в помещениях, где находятся дети.

Исследования показывают, что определенные виды комнатных растений обладают способностью поглощать летучие органические соединения (ЛОС) и другие загрязняющие вещества из воздуха, что может способствовать снижению общей микробной нагрузки [18]. Важно отметить, что эффективность комнатных растений для снижения микробной нагрузки в воздухе закрытых помещений зависит от множества факторов, включая использование разрешенных для ДОО видов растений, их количества, условий окружающей среды (влажность, температура, освещенность), и эффективности работы вентиляционной системы. Комнатные растения, благодаря своим физиологическим особенностям, способны улучшать качество воздуха в помещении посредством нескольких механизмов [18].

Во-первых, растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород в процессе фотосинтеза, что способствует снижению уровня CO₂ в помещении [18, 19].

Во-вторых, комнатные растения повышают влажность воздуха на 5-10% посредством транспирации (процесс испарения воды через листья) [18].

В-третьих, комнатные растения способствуют снижению концентрации ЛОС (формальдегид, бензол и трихлорэтилен) в воздухе. Механизм очистки воздуха основан на абсорбции загрязнителей воздуха через устьица листьев и последующей их утилизации микроорганизмами, обитающими в почве [18, 19].

В-четвертых, комнатные растения способны снижать заболеваемость детей ОРЗ в ДОО [18], а исследования Wolverson V.C., et al. [19] еще указывают на потенциальную пользу растений в снижении концентрации загрязняющих веществ от сигаретного дыма, органических растворителей и, возможно, радона в воздухе закрытых помещений.

Целью исследования — изучение влияния растений, размещенных в помещениях ДОО, на изменение качества воздуха и здоровье детей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены на базе детского сада № 331 комбинированного вида «Радуга» г. Новосибирска. Экспериментальный этап включал проведение оценки фитонцидных свойств комнатных растений; оценки транспирирующих свойств комнатных растений. Объектом исследования были тропические и субтропические комнатные растения. Сведения о фитонцидной активности и положительном влиянии на параметры микроклимата и здоровье детей предварительно изучены на практике и по доступным литературным данным [18, 19].

До начала эксперимента были отобраны контрольные пробы воздуха в помещениях в течение трех дней. Безопасные для здоровья детей композиции комнатных растений с антибактериальными свойствами были установлены в помещениях с высоким содержанием общего микробного числа после фоновых контрольных замеров проб воздуха на микробную загрязненность помещений.

Исследование микробиологической чистоты воздуха проводилось в игровых комнатах ДОО при наличии и отсутствии растений. Пробы воздуха отбирались в трех точках игровых помещений (в местах игровых зон и проведения занятий с детьми) на уровне дыхания детей (0,8 метра от пола). Автоматизированный забор проб биологических аэрозолей из воздуха реализовывался с использованием пробоотборника ПУ-1Б, основанного на принципе импакционного осаждения на агаризованную плотную питательную среду. Подсчет общего микробного числа (ОМЧ) колоний (КОЕ/м³), выросших на питательном агаре для культивирования микроорганизмов (среда ГМР-агар), и числа колоний бактерий, выросших на желточно-солевом агаре (среда ЖСА), после предварительной инкубации в термостате при t = 37°C, проводился по стандартной процедуре в аккредитованной лаборатории в ФБУЗ

«Центр гигиены и эпидемиологии в Новосибирской области».

Анализ данных о детской заболеваемости и посещаемости в дошкольных образовательных организациях осуществлялся с 49-й недели 2021 года по 7-ю неделю 2022 года, что соответствовало периоду подъема эпидемической заболеваемости. Объектом исследования стали дети дошкольного возраста (5-6 лет). Участники были разделены на две группы: 1) группа «наблюдения», включавшая детей, посещавших группы с установленными растениями ($n = 82$); 2) «контрольная» группа, состоявшая из детей, посещавших группы, где растения не устанавливались ($n = 78$).

Мониторинг микроклиматических показателей воздушной среды осуществлялся в игровых помещениях ДОО до и после установки комнатных растений. В игровые помещения установлен измерительный прибор «Логер EClerk-M-RHT», который позволяет фиксировать значения в режиме реального времени в заданные промежутки времени и формировать электронную базу данных для проведения расчетов.

Статистическая обработка результатов. Для статистического анализа данных исследования применялись как параметрические, так и непараметрические методы. Первичный сбор, редактирование, упорядочивание информации, а также представление результатов в графической форме выполнялись в Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ был реализован посредством программы STATISTICA 10 (StatSoft.Inc). Тип распределения определялся с использованием критерия Шапиро-Уилка (для групп менее 50) или критерия Колмогорова-Смирнова (для групп более 50), а также учитывались показатели асимметрии, эксцесса и дисперсии. Рассчитывались средние значения (M) с учетом ошибки средней ($\pm m$), диапазона сигмальных отклонений ($\pm \sigma$), минимальных и максимальных значений (\min и \max). Сравнение данных проводилось с использованием t -критерия Стьюдента, непараметрического критерия Колмогорова-Смирнова, относительных величин — с помощью

критерия χ^2 с поправкой Йейтса и точного теста Фишера (двустороннего). Для связанных выборок при сравнении средних использовался парный t -критерий Стьюдента. Полученные значения парного t -критерия Стьюдента сопоставлялись с критическими значениями и, при превышении расчетного t над критическим, изменения признавались статистически значимыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Общее микробное число в контрольных замерах воздуха до установки растений в групповых помещениях в среднем составил $1200 \text{ КОЕ}/\text{м}^3$. Этот показатель в течение дня меняется в зависимости от эксплуатации помещения. В основном большое количество микроорганизмов приходилось на время, когда проводились занятия с детьми, и показатель бактериальной обсемененности составлял от 900 до $1200 \text{ КОЕ}/\text{м}^3$.

После размещения растений и определения исходного уровня микробной загрязненности воздуха проводилась оценка фитонцидного эффекта (рис. 1). Анализ полученных данных показал статистически значимое снижение средней концентрации микроорганизмов в воздухе (выраженной в $\text{КОЕ}/\text{м}^3$) в помещениях с комнатными растениями, по сравнению с контрольными помещениями ($F_{9,458} = 31,2$; $p = 0,021$).

Для оценки транспирирующих свойств проводилось измерение относительной влажности воздуха в помещениях группы «наблюдения» и группы «контроля». В групповую ячейку дошкольного учреждения (группа «наблюдения») был установлен *Chlorophytum comosum* с площадью листового аппарата $0,1 \text{ м}^2$ в количестве 5-ти растений, т.е. $0,5 \text{ м}^2$ на площадь помещения 48 м^2 , в группе «контроля» растение отсутствовало (рис. 2).

Результаты оценки измерения величины показателей относительной влажности воздуха при установке растения с площадью листовой поверхности $0,5 \text{ м}^2$ не выявили статистически достоверных отличий средних показателей по группам «наблюдения»

Рисунок 1
Средние показатели общего количества микроорганизмов в воздухе групповых помещений до и после установки комнатных растений

Figure 1
Average total microorganism counts in the air of group rooms before and after the installation of indoor plants

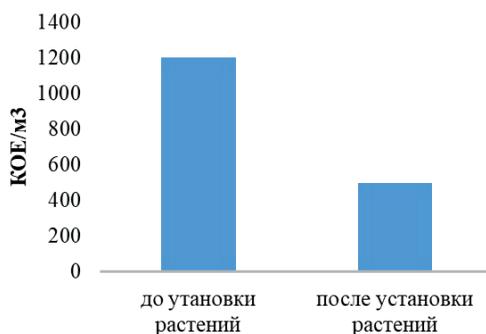
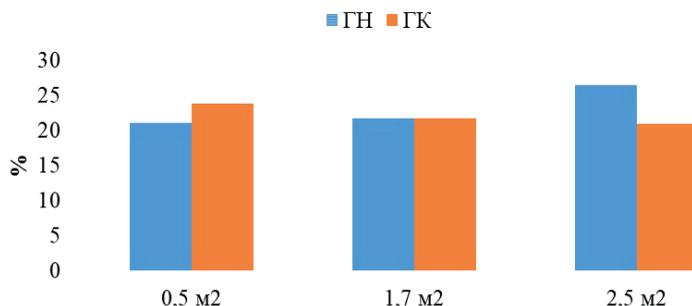


Рисунок 2
Результаты исследования влияния площади листовой поверхности на относительную влажность воздуха в групповой ячейке

The results of the study of the effect of the leaf surface area on the relative humidity in a group cell



Примечание (Note): ГН – группа «наблюдения» ("observation" group); ГК – группа «контроля» ("control" group).

и «контроля» ($F_{9,434} = 0,2$; $p = 0,027$). Далее, было принято решение установить растение в этой же группе с площадью листьев $1,7 \text{ м}^2$ на площадь помещения. Исследования не выявили статистически достоверных различий по параметрам относительной влажности воздуха ($F_{9,28} = 0,4$; $p = 0,029$). При размещении еще 8 растений, общая площадь листового аппарата которых составляла $2,5 \text{ м}^2$, получены статистически достоверные различия параметров относительной влажности между группами «наблюдения» и «контроля» ($F_{9,3215} = 28,6$; $p = 0,019$) (рис. 2).

С учетом полученных результатов по исследованию качества воздуха в групповых ячейках, было проведено ежедневное наблюдение за показателями заболеваемости, посещаемости и пропускам по не-

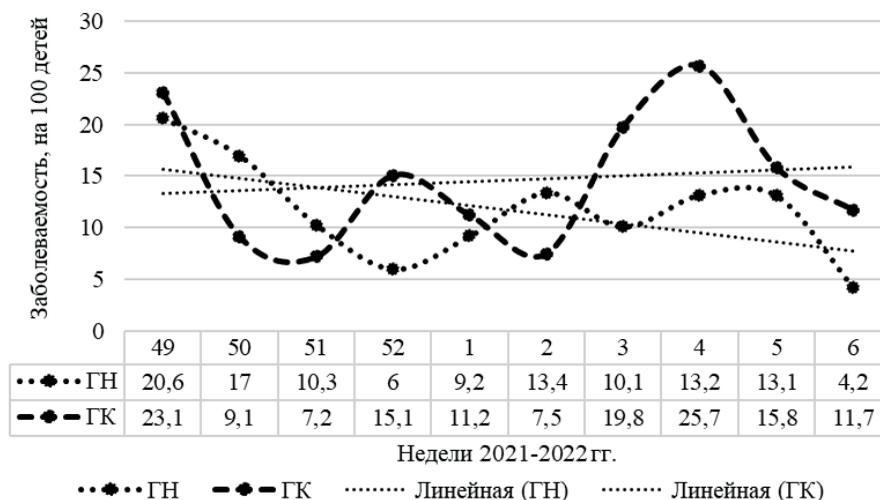
известной причине детей дошкольной организации в период с 49-й недели 2021 г. по 7-ю неделю 2022 г. В ходе выкопировки из журнала учета заболеваемости детей, полученные данные подтвердили, что пропуски в ДОО связаны преимущественно с наличием респираторных заболеваний.

При сравнительном анализе заболеваемости детей за период с 49-й по 52-ю недели 2021 г. и с 1-й по 6-ю недели 2022 года выявлены достоверно значимые различия показателей в группах «контроля» и «наблюдения» ($p = 0,034$) (рис. 3).

При этом в группе «контроля», начиная с 50-й недели, отмечалась тенденция к росту за весь период мониторинга, в то время как в группе «наблюдения» показатели заболеваемости существенно снизились от начала к концу эксперимента.

Рисунок 3
Относительные показатели заболеваемости детей в группе «наблюдения» и группе «контроля» по неделям (на 100 детей)

Relative morbidity rates of children in the "observation" group and the "control" group by week (per 100 children)



Примечание (Note): ГН – группа «наблюдения» ("observation" group); ГК – группа «контроля» ("control" group).

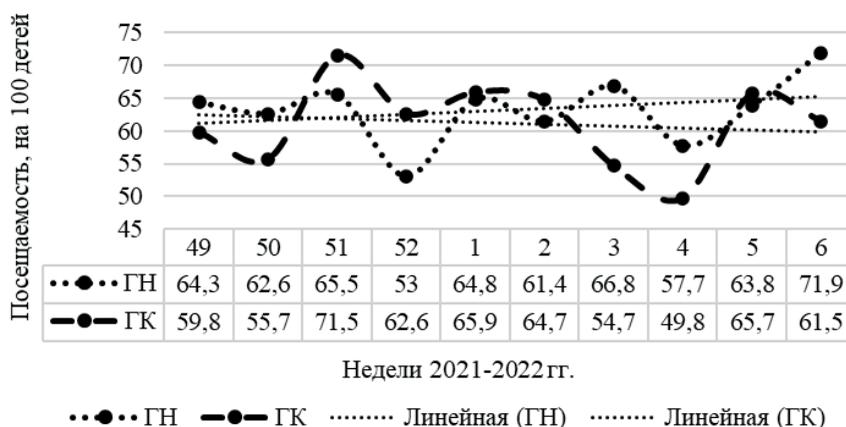
При анализе посещаемости детей ДОО в группе «наблюдения» отмечается положительный тренд динамики показателей и, начиная со 2-й недели относительный показатель посещаемости становится выше показателя в «контрольной» группе (рис. 4).

Динамика и величина показателя пропусков по неизвестным причинам в обеих группах исследования не имеют существенных различий ($p = 0,08$) (рис. 5).

Анализ заболеваемости и посещаемости ДОО детей группы «наблюдения» (с установленными в групповых ячейках растениями) в группе «контроля» (где растений не было) выявил более низкие относительные величины заболеваемости и более высокую посещаемость ДОО, а также положительную динамику показателей в течение периода исследования у детей группы «наблюдения», в отличие от показателей у детей группы «контроля».

Рисунок 4
Относительные показатели посещаемости детей в группе «наблюдения» и группе «контроля» по неделям (на 100 детей)

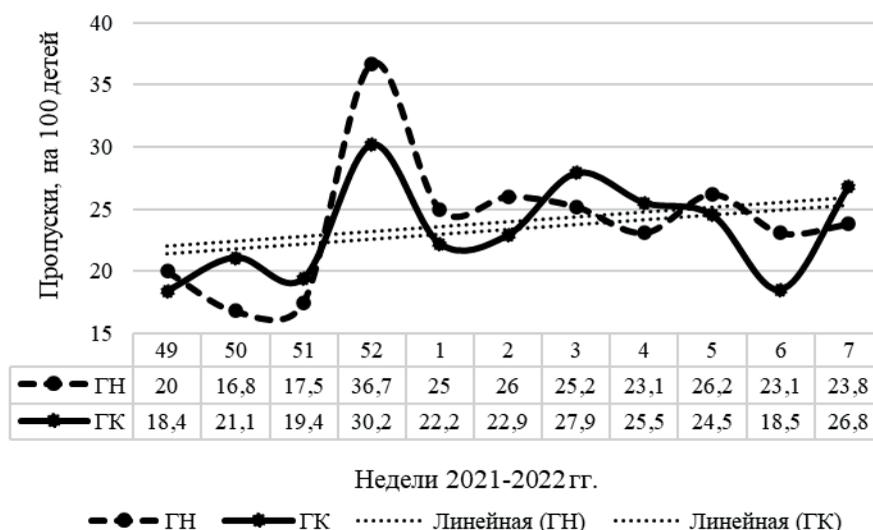
Figure 4
Relative attendance rates of children in the "observation" group and the "control" group by week (per 100 children)



Примечание (Note): GN – группа «наблюдения» ("observation" group); GK – группа «контроля» ("control" group).

Рисунок 5
Относительные показатели пропусков детей по неизвестным причинам в группе «наблюдения» и группе «контроля» по неделям (на 100 детей)

Figure 5
Relative rates of absences of children for unknown reasons in the "observation" group and the "control" group by week (per 100 children)



Примечание (Note): GN – группа «наблюдения» ("observation" group); GK – группа «контроля» ("control" group).

Таким образом, оценка транспирирующих свойств растений показала эффективность их использования в регулировании микроклиматических условий в помещениях групповых ячеек ДОО, зависящую от площади листовой поверхности растений. Наиболее оптимальная площадь листовой поверхности для достижения нормируемых параметров относительной влажности составляет не менее 2,5 м² при площади помещения 48 м².

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ литературных источников [1-22] и результатов проведенного собственного исследования по оценке фитонцидных и транспирирующих свойств растений показал, что размещение комнатных растений с бактерицидными свойствами способствует снижению микробной нагрузки в течение дня (до и после установки растений он составил 1200 и 496 КОЕ/м³ в воздухе), повышению относительной влажности воздуха на 5-10% при использовании площади листового аппарата 2,5 м², что способствовало обеспечению оптимальных параметров микроклимата.

Мониторинговое ежедневное наблюдение по показателям заболеваемости и посещаемости детей ДОО показало, что рациональная расстановка растений, обладающих фитонцидным эффектом, обеспечивала защиту детей от респираторных инфекций и снижала риск, особенно в период эпидемического подъема. При сравнительном анализе заболеваемости ОРЗ, выявлено статистически значимое увеличение показателей в группе контроля по сравнению с группой наблюдения (помещения ДОО с растениями). При этом, в группе контроля отмечалась тенденция к их росту в процессе исследования, в то время как в группе наблюдения показатели заболе-

ваемости существенно снизились от начала к концу эксперимента (в 2,3 раза, $p = 0,025$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное в осенне-зимнее время исследование по оценке влияния комнатных растений на качество воздуха в групповых помещениях ДОО г. Новосибирска позволило установить снижение микробной загрязненности воздушной среды в помещениях с наличием растений, обладающих фитонцидными, транспирирующими и газопоглотительными свойствами, по сравнению с помещениями, в которых растения отсутствовали. Причем, степень антимикробной активности растений и увеличение относительной влажности воздуха в помещениях зависела от ассортимента и общей площади листьев на единицу объема помещения.

Установка растений в помещениях группы наблюдения способствовало снижению ОМЧ в воздухе и заболеваемости детей, что обеспечивало более высокую посещаемость детей групповых помещений, по сравнению с детьми группы контроля (помещения без растений). Способ санации воздуха с использованием комнатных растений с выраженным антимикробным действием можно рекомендовать для широкого внедрения в закрытых помещениях ДОО, как дополнительное средство улучшения качества воздуха, оказывающее благоприятное влияние на здоровье детей.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Chuenko NF. Air pollution in preschool institutions. Education, upbringing and pedagogy: traditions, experience, innovations: collection of articles of the V All-Russian Scientific and Practical Conference, Penza, April 05, 2021. Penza, 2021. P. 29-31. Russian (Чуенко Н.Ф. Загрязнение воздушной среды в дошкольных учреждениях //Образование, воспитание и педагогика: традиции, опыт, инновации: сб. статей V Всерос. науч.-практ. конф., Пенза, 05 апреля 2021 года. Пенза, 2021. С. 29-31.)
2. Grimsrud D, Bridges B, Schulte R. Continuous measurements of air quality parameters in schools. *Building research and information*. 2006; 34(5): 447-458. doi: 10.1080/09613210600808880
3. Parinduri RA. Do children spend too much time in schools? Evidence from a longer school year in Indonesia. *Economics of Education Review*. 2014; 41: 89-104. doi: 10.1016/j.econedurev.2014.05.001
4. Baloch RM, Maesano CN, Christoffersen J, Banerjee S, Gabriel M, Csobod É. Indoor air pollution, physical and comfort parameters related to schoolchildren's health: Data from the European SINPHONIE study. *Science of the Total Environment*. 2020; 739: 139870. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139870
5. Salthammer T, Uhde E, Schripp T, Schieweck A, Morawska L, Mazaheri M, et al. Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution. *Environment international*. 2016; 94: 196-210. doi: 10.1016/j.envint.2016.05.009
6. Wargocki P, Salazar P, Espinoza S, Bahnfleth WP. The relationships between classroom air quality and children's performance in school. *Building and Environment*. 2020; 173: 106749. doi: 10.1016/j.buildenv.2020.106749
7. Choo CP, Jalaludin J. An overview of indoor air quality and its impact on respiratory health among Malaysian school-aged children. *Reviews on Environmental Health*. 2015; 30(1): 9-18. doi: 10.1515/reveh-2014-0065
8. Chithra VS., Nagendra SMS. A review of scientific evidence on indoor air of school building: Pollutants, sources, health effects and management. *Asian Journal of Atmospheric Environment*. 2018; 12(2): 87-108. doi: 10.5572/ajae.2018.12.2.87
9. Lu KH, Vu DC, Nguyen QT, Vo XT. Volatile organic compounds in primary schools in Ho Chi Minh City, Vietnam: characterization and health risk assessment. *Atmosphere*. 2021; 12(11): 1421. doi: 10.3390/atmos12111421

10. Kim JL, Elfman L, Mi Y, Wieslander G, Smedje G, Norbäck D. Indoor molds, bacteria, microbial volatile organic compounds and plasticizers in schools: associations with asthma and respiratory symptoms in pupils. *Indoor air*. 2007; 17(2): 153-163. doi: 10.1111/j.1600-0668.2006.00466.x
11. Johnson DL, Lynch A, Floyd EL, Wang J, Bartels JN. Indoor air quality in classrooms: Environmental measures and effective ventilation rate modeling in urban elementary schools. *Building and Environment*. 2018; 136: 185-197. doi: 10.1016/j.buildenv.2018.03.040
12. Kapalo P, Mečiarová L, Vilčeková S, Burdová E, Domnita F, Bacotiu C, Péterfi K-E. Investigation of CO2 production depending on physical activity of students. *Int J Environ Health Res*. 2019; 29(1): 31-44. doi: 10.1080/09603123.2018.1506570
13. Vouriot CVM, Burrige HC, Noakes CJ, Linden PF. Seasonal variation in airborne infection risk in schools due to changes in ventilation inferred from monitored carbon dioxide. *Indoor air*. 2021; 31(4): 1154-1163, doi: 10.1111/ina.12818
14. Kalimeri KK, Saraga DE, Lazaridis VD, Legkas NA, Missia DA, Tolis EI, et al. Indoor air quality investigation of the school environment and estimated health risks: Two-season measurements in primary schools in Kozani, Greece // *Atmospheric Pollution Research*. 2016; 7(6): 1128-1142. doi: 10.1016/j.apr.2016.07.002
15. Turunen M, Toyinbo O, Putus T, Nevalainen A, Shaughnessy R, Haverinen-Shaughnessy U. Indoor environmental quality in school buildings, and the health and wellbeing of students. *International journal of hygiene and environmental health*. 2014; 217(7): 733-739. doi: 10.1016/j.ijheh.2014.03.002
16. Viegas C, Veríssimo C, Rosado L, Santos CS. Air fungal contamination in two elementary schools in Lisbon, Portugal. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 2010; 136: 305-312.
17. Novikova II, Chuenko NF. The role of indoor plants in disease prevention (on the example of preschool educational organizations). Current issues of hygiene and prevention: Collection of articles of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Omsk: Omsk Humanitarian Academy, 2024. P. 125-131. Russian (Новикова И.И., Чуенко Н.Ф. Роль комнатных растений в профилактике заболеваний (на примере дошкольных образовательных организаций) // Актуальные вопросы гигиены и профилактики: Сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. Омск: Омская гуманитарная академия, 2024. С. 125-131.)
18. Chuenko NF, Novikova II, Lobkis MA. Transpiratory, phytoncidal and gas-absorbing properties of indoor plants and their role in improving the quality of the air environment in preschool organizations. *Human ecology*. 2023; 10-1: 759-769. Russian (Чуенко Н.Ф., Новикова И.И., Лобкис М.А. Транспирирующие, фитонцидные и газопоглощительные свойства комнатных растений и их роль в улучшении качества воздушной среды в дошкольных организациях // Экология человека. 2023. № 10-1. С. 759-769. doi: 10.17816/humeco609574
19. Wolverton BC, Johnson A, Bounds K. (1989). Interior landscape plants for indoor air pollution abatement. Final Report, NASA.
20. Ren C, Cao SJ, Haghighat F. A practical approach for preventing dispersion of infection disease in naturally ventilated room. *Journal of Building Engineering*. 2022; 48: 103921. doi: 10.1016/j.jobee.2021.103921
21. Ding E, Zhang D, Bluysen PM. Ventilation regimes of school classrooms against airborne transmission of infectious respiratory droplets: a review. *Building and Environment*. 2022; 207: 108484. doi: 10.1016/j.buildenv.2021.108484
22. Sadrizadeh S, Yao R, Yuan F, Awbi H, Bahnfleth W, Bi Y, et al. Indoor air quality and health in schools: A critical review for developing the roadmap for the future school environment. *Journal of Building Engineering*. 2022; 57: 104908. doi: 10.1016/j.jobee.2022.104908

Сведения об авторах:

ЧУЕНКО Наталья Федоровна, науч. сотрудник отдела токсикологии с санитарно-химической лабораторией, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора; аспирант, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Россия. E-mail: chuenko_nf@niig.su

НОВИКОВА Ирина Игоревна, доктор мед. наук, профессор, директор, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия. E-mail: novikova_ii@niig.su

САВЧЕНКО Олег Андреевич, канд. биол. наук, ведущ. науч. сотрудник отдела токсикологии с санитарно-химической лабораторией, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия. E-mail: savchenkooa1969@mail.ru

Information about authors:

CHUENKO Natalia Fedorovna, researcher of the department of toxicology with sanitary and chemical laboratory, Novosibirsk Research Institute of Hygiene; postgraduate student, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia. E-mail: chuenko_nf@niig.su

NOVIKOVA Irina Igorevna, doctor of medical sciences, professor, director, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia. E-mail: novikova_ii@niig.su

SAVCHENKO Oleg Andreevich, candidate of biological sciences, leading researcher of the department of toxicology with sanitary chemical laboratory, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia. E-mail: savchenkooa1969@mail.ru

Корреспонденцию адресовать: ЧУЕНКО Наталья Федоровна, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, д. 7, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.
E-mail: chuenko_nf@niig.su