



СПОСОБ НОРМАЛИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ

Н.Ф. ЧУЕНКО^{*,**}, И.И. НОВИКОВА^{*}

^{*} ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора,
ул. Пархоменко, д. 7, г. Новосибирск, Россия, 630108

^{**} ФБУН «Новосибирский государственный аграрный университет»,
ул. Добролюбова, д.160, г. Новосибирск (этаж 2, комната 235), 630008, Россия

Аннотация. Введение. Химический состав воздушной среды, влажность, температурный режим, микробиологическая загрязненность воздуха – оказывают существенное влияние на здоровье человека. Эти факторы особенно важны в условиях Сибири, где большую часть времени человек проводит в помещениях. **Цель исследования.** Изучение влияния газопоглощающих и транспирирующих свойств комнатных растений с целью нормализации химического состава и относительной влажности воздуха в закрытых помещениях. **Материалы и методы.** Замеры параметров микроклимата (относительная влажность, температура) проводили во всех изучаемых групповых помещениях установленным контрольно-измерительным оборудованием. Изучение газопоглощающих свойств растений проводилось в лабораторных условиях с использованием методики замкнутых боксов. Во все камеры ингаляционным аспиратором производилась подача водного раствора формальдегида с концентрацией 10% в количестве от 0,011 до 0,03 мг/м³ (1,1-3,0 ПДК). Концентрация формальдегида в камере измерялась с помощью универсального газоанализатора ГАНК-4. Статистическая обработка осуществлялась с помощью параметрических методов с использованием пакетов STATISTICA-10.0 и Microsoft Excel, применялся дисперсионный анализ ANOVA. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (p) принимали равным 0,001. **Результаты исследования.** Определена группа растений, в отношении которых получены новые данные о транспирирующих и газопоглощающих свойствах. В условиях натурального и лабораторного эксперимента установлено количество растений, необходимое для оптимизации микроклимата и концентрации формальдегида в воздухе закрытых помещений до нормативного предела. **Заключение.** Проведенное исследование показало, что газопоглощающие и транспирирующие свойства растений в части потенциального улучшения качества воздушной среды могут рассматриваться исключительно, как дополнительная форма к мероприятиям санитарно-гигиенического характера.

Этика. Материалы исследования рассмотрены и одобрены локальным этическим комитетом ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора (протокол № 2 от 29.04.2022).

Ключевые слова: относительная влажность воздуха, формальдегид, качество воздуха, транспирирующие и газопоглощающие свойства, комнатные растения.

METHOD OF NORMALISING THE CHEMICAL COMPOSITION AND RELATIVE HUMIDITY OF INDOOR AIR USING INDOOR PLANTS

N.F. CHUENKO^{*,**}, I.I. NOVIKOVA^{*}

^{*} Federal Budgetary Institution of Science "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" of Rosпотребнадзор,
7 Parkhomenko Street, Novosibirsk, 630108, Russia

^{**} Federal Budgetary Educational Institution of Science "Novosibirsk State Agrarian University,"
160 Dobrolyubova Street, Room 235, Floor 2, Novosibirsk, 630008, Russia

Abstract. Introduction. The chemical composition of the air, humidity, temperature, and microbiological contamination have a significant impact on human health, especially in Siberia, where people spend most of their time indoors. **Purpose of the study** is to investigate the gas-absorbing and transpiring properties of indoor plants to help normalise the chemical composition and relative humidity of air in enclosed spaces. **Materials and methods.** Microclimate parameters (such as relative humidity and temperature) were measured in all study group rooms using established control and measuring equipment. The gas-absorbing properties of plants were tested under laboratory conditions using the closed box method. A 10% aqueous solution of formaldehyde at concentrations of 0.011 to 0.03 mg/m³ (1.1-3.0 MAC) was introduced into all chambers via an inhalation aspirator. Formaldehyde concentration was measured using a GANK-4 universal gas analyzer. Statistical analysis was conducted using parametric methods in STATISTICA-10.0 and Microsoft Excel, employing ANOVA for variance analysis. A critical significance level (p) of 0.001 was used for the null statistical hypothesis. **Results of the**

study. The study identified a group of plants with newly discovered transpiration and gas absorption properties. The number of plants required to optimise the microclimate and reduce formaldehyde concentration to normative limits in enclosed spaces was determined through field and laboratory experiments. **Conclusion.** The research demonstrated that the gas-absorbing and transpiring properties of plants can only be considered as a supplementary measure for improving air quality, complementing standard sanitary and hygienic interventions. **Ethics.** The study materials were reviewed and approved by the local ethics committee of the Federal Budgetary Institution of Science "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" of Rospotrebnadzor (Protocol No. 2 from 29.04.2022).

Keywords: relative air humidity, formaldehyde, air quality, transpiration and gas absorption properties, indoor plants.

Введение. Проблема загрязненности воздуха закрытых помещений стала привлекать внимание исследователей еще во второй половине 70-х годов прошлого столетия. Поскольку в средних широтах человек находится в помещениях около 80 % своего времени, то эту проблему можно считать не менее актуальной, чем проблему загрязнения воздуха городов [4].

Детская популяция, в силу незавершенности морфофункциональных механизмов, высокой лабильности и активности энергетического обмена, является той возрастной группой, которая наиболее остро реагирует на воздействие многочисленных факторов различной природы, способных вызвать дестабилизацию в детском организме [3].

Факторы окружающей среды, такие как загрязнение воздуха, температура и влажность, могут существенно влиять на качество воздуха в детских образовательных организациях. К микроклиматическим параметрам, которые играют существенную роль во влиянии на воздух детских организаций, относятся температура и влажность воздуха, которые нормируются в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»¹. Особенно актуально влияние этих параметров становится в отопительный сезон.

В отопительный сезон температура в игровых в детских садах может достигать +25⁰С и выше, а влажность может быть ниже 25%. Кроме того, резко ограничивается время проветривания (ограничено или полностью отсутствует «сквозное» проветривание, которое можно реализовать только при отсутствии детей в помещении), что приводит к неблагоприятным последствиям для состояния здоровья детей. Создаются благоприятные условия для распространения бактериальных и вирусных инфекций: при высокой температуре, «скученности» людей, отсутствии сменяемости воздушных масс легко распространяются инфекции, передающиеся воздушно-капельным путем: грипп, аденовирусы, ветряная оспа, корь, коклюш и др. [3,4,8].

Низкая влажность и высокая температура могут привести к обострению таких заболеваний как атопический дерматит (связан с нарушением водного баланса кожи). Кроме того, низкая влажность способствует высыханию слизистых оболочек у человека, что нарушает функционирование мерцательного эпителия, увеличивает вероятность адгезии на данной слизистой инфекционных агентов. Некоторые авторы указывают на корреляцию между повышением устойчивости вирусов в зимний сезон и низкой относительной влажностью (20-50%) [4].

Найденные американскими и польскими учеными большое количество химических соединений в высоких концентрациях в воздухе помещений, описаны как «синдром больных зданий». Источниками таких соединений могут быть предметы мебели, ковровые покрытия, выбросы из которых могут иметь негативное воздействие на нервную и иммунную системы [12].

Проблема загрязнения воздуха закрытых помещений карбонильными соединениями, к которым относится формальдегид, признана одной из важнейших для среды обитания человека [1,3].

Постоянное присутствие токсичных выделений в закрытых помещениях, в первую очередь опасно для детей, пожилых людей и больных хроническими формами патологии органов дыхания. Практически здоровый контингент взрослого населения также подвержен негативному влиянию указанных веществ, которые способны вызывать аллергические реакции, головокружение, головные боли и нарушать функционирование многих органов и систем организма. Установлено, что комнатные растения очищают воздух помещений от углекислого газа, кратность превышения концентраций которой по отношению к уровню в атмосферном воздухе достигает 20 %, одновременно способствуют увлажнению воздуха, поглощают пыль и болезнетворные бактерии [5-7].

Совместными работами ботаников, гигиенистов и химиков разработан научно-обоснованный метод оздоровления воздушной среды помещений с использованием растений с выраженной антимикробной и газопоглощительной активностью [9].

¹ СанПиНом 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», (таблица 5.3.4)

Вопрос об улучшении воздушной среды в закрытых помещениях общеобразовательных учреждений обусловлен ростом случаев астмы и респираторных заболеваний среди детей, которые проводят значительную часть своей жизни в школьных помещениях, а также результатами исследований, подтверждающих взаимосвязи параметров качества воздуха в помещениях общеобразовательных и дошкольных учреждений и наличие заболеваний, о чем свидетельствует ряд опубликованных работ зарубежных авторов [11,15].

Не смотря на многочисленные исследования, посвященные данной проблеме, актуальность продолжения исследований, а также регламентации использования растений как значимого фактора здоровьесбережения детей, фактора воспитания и обучения, фактора основных трудовых навыков детей, несомненно, актуальна.

Цель исследования – изучение влияния газопоглотительных и транспирирующих свойств комнатных растений с целью нормализации химического состава и относительной влажности воздуха в закрытых помещениях.

Материалы и методы исследования. В работе использовались химические, биологические, гигиенические и статистические методы исследования. На подготовительном этапе исследования осуществлен подбор растений, а также подготовлены натурные и лабораторные модельные условия.

Изучение параметров микроклимата (температура, относительная влажность воздуха и скорость движения воздуха) оценивали в обычном режиме функционирования дошкольных организаций, в 10 групповых помещениях. Измерение показателей осуществлялось с помощью установленных откалиброванных электронных приборов «Измеритель параметров микроклимата и углекислого газа *EClerk-Eco*», регистрирующих усредненные показатели параметров в заданные временные промежутки.

Изучение газопоглотительных свойств растений проводилось в лабораторных условиях с использованием методики замкнутых боксов. Для проведения исследования использовались 2 герметичные затравочные камеры объемом 200 литров. В затравочные камеры устанавливались растения и подавался формальдегид с концентрацией от 0,011 до 0,03 мг/м³ (1,1-3,0 ПДК), всего 10 вариаций с шагом в 0,001 мг/м³ от 1 ПДК до 2 ПДК и в 0,05 от 2 ПДК до 3 ПДК. Распыление 10% водного раствора формальдегида осуществлялось с помощью ингалятора «*B.Well*». После достижения требуемой концентрации формальдегида распыление прекращалось. Концентрация формальдегида в камере измерялась с помощью универсального газоанализатора ГАНК-4. Точка отбора проб воздуха находилась в нижней части камеры, вблизи перспективной локации исследуемых растений. В результате обеспечивалась стабильность модельных условий, обеспечивающая поддержание 10 вариаций с шагом в 0,001 мг/м³ от 1 ПДК до 2 ПДК и в 0,05 от 2 ПДК до 3 ПДК, обеспечивая поддержание стабильных значений концентрации на протяжении не менее 4 часов с фиксацией результатов. Наблюдения проводились круглосуточно в течение времени снижения концентрации формальдегида до среднесуточного уровня ПДК (0,01 мг/м³) для атмосферного воздуха населенных мест и ниже с интервалом проведения измерений в 1 час.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакетов *STATISTICA-10.0* и *Microsoft Excel*. Количественные данные оценивали на нормальность распределения по критерию Колмагорова-Смирнова (*K-S test*). Сравнение средних величин нескольких независимых выборок применялся дисперсионный анализ *ANOVA*. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (*p*) принимали равным 0,001.

Результаты и их обсуждение. Проведенные для изучения транспирирующих свойств комнатных растений замеры показателей микроклимата групповых помещений дошкольных организаций показали, что на протяжении всего периода наблюдений температура воздуха и скорость движения воздуха носили статичный характер и не выходили за пределы гигиенических нормативов. Различия в показателях не имели статистической значимости (*p*>0,05). В то время как показатель относительной влажности воздуха носил динамичный характер и во всех оцениваемых групповых помещениях средние значения относительной влажности по изучаемым временным периодам в течение типового рабочего дня находились в диапазоне от 17,7% до 51,0%.

Оценку транспирирующих свойств комнатных растений проводили в групповых помещениях в период отсутствия детей при искусственном поддержании заданных параметров относительной влажности воздуха. В групповых помещениях моделировались условия с заданными параметрами относительной влажности воздуха: – 37,5% ± 2,5% (условие №1); 32,5% ± 2,5% (условие №2); 27,5% ± 2,5% (условие №3); 22,5% ± 2,5% (условие №4). В групповые помещения устанавливались комнатные растения и оценивались значения динамики относительной влажности воздуха. Первоначально оценка проводилась в отношении свойств *Chlorophytum comosum*. Измерения проводились при разном количестве устанавливаемых растений с экспозицией, предшествующей снятию результатов не менее суток. В результате было установлено, что для доведения относительной влажности воздуха в помещении площадью 56 м² до нормативного предела 40,0% и выше по условию №1 – потребовалось 9 растений; по условию 2 – 17, по условию 3 – 23 и по условию 4 – 30 растений.

Это позволило прийти к выводу, что использование транспирирующей способности растений требует установки значительного их количества для приведения данного показателя к уровню гигиенического норматива, что значительно сократит площадь помещения на 1 ребенка.

Газопоглотительная способность комнатных растений была проведена с растениями, которые не ядовитые, не вызывают аллергических реакций и неприхотливые в уходе: *Chlorophytum comosum*, *Aspidistra elatior*, *Begonia ricinifolia*, *Hibiscus rosa - sinensis*, *Kalanchoe blossfeldiana*, *Coleus blumei*, *Murraya exotica*, *Nephrolepis exaltata*, *Sansevieria trifasciata*, *Cyperus alternifolius* [10]. Установлено, что наилучшей поглотительной способностью обладают 3 вида растений: *Chlorophytum comosum*, *Sansevieria trifasciata* и *Cyperus alternifolius*, с которыми проведено исследование в модельных лабораторных условиях.

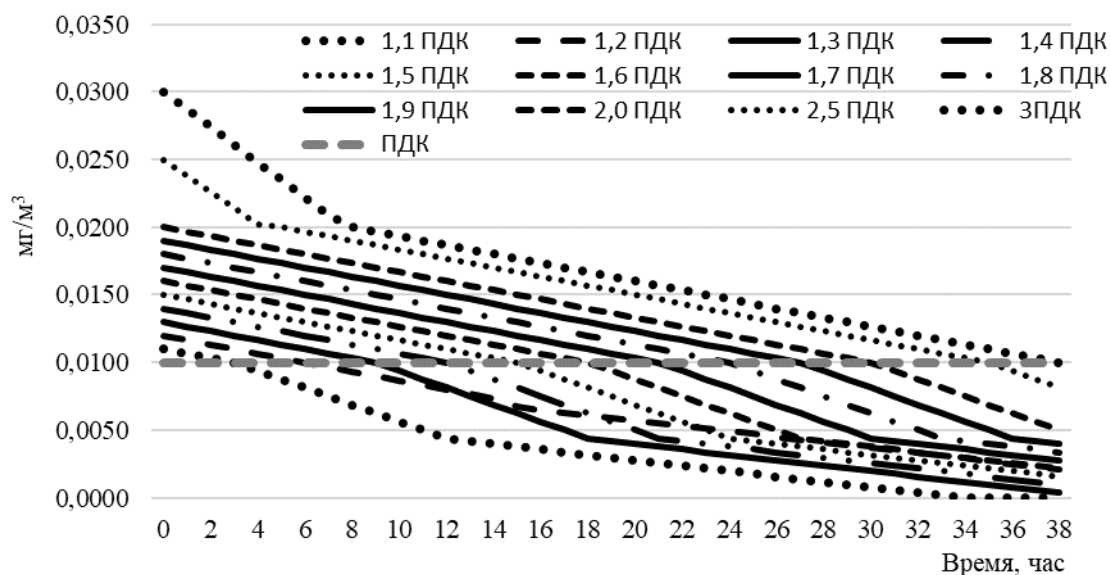


Рис. 1 – Результаты измерений концентрации формальдегида (в mg/m^3) с *Chlorophytum comosum*
 Fig. 1 – Measurement results of formaldehyde concentration (in mg/m^3) with *Chlorophytum comosum*

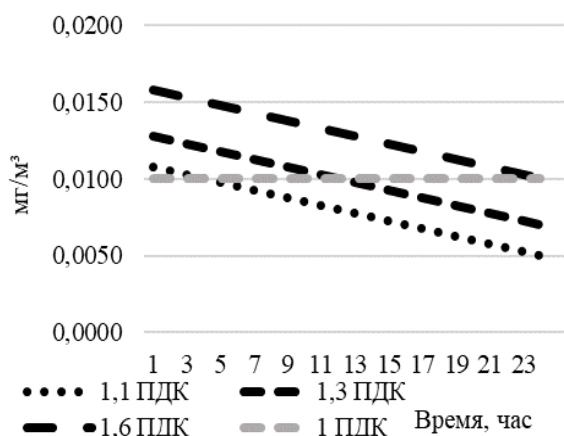


Рис. 2 – Результаты измерений концентрации формальдегида (в mg/m^3) с *Sansevieria trifasciata*
 Fig. 2 – Measurement results of formaldehyde concentration (in mg/m^3) with *Sansevieria trifasciata*

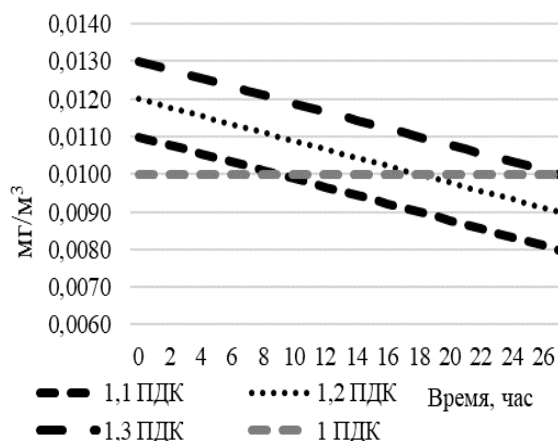


Рис. 3 – Результаты измерений концентрации формальдегида (в mg/m^3) с *Cyperus alternifolius*
 Fig. 3 – Results of measurements of formaldehyde concentration (in mg/m^3) with *Cyperus alternifolius*

Для данных растений предварительно были отработаны модельные условия для каждой из изучаемых концентраций формальдегида, обеспечивающие поддержание стабильных значений концентрации на протяжении не менее 4 часов с фиксацией результатов и последующим размещением в камерах изучаемых растений. После проверки на герметичность камер, в них устанавливали растения.

Для *Chlorophytum comosum* были установлены концентрации от 0,011 до 0,03 мг/м³ (1,1-3,0 ПДК), *Sansevieria trifasciata* – от 1,1 ПДК до 1,6 ПДК и *Cyperus alternifolius* – от 1,1 ПДК до 1,3 ПДК.

Результаты эксперимента представлены на рис. 1-3.

Дисперсионный анализ показал, что средняя концентрация формальдегида в камере с растениями была достоверно ниже, чем в контроле ($P < 0,001$). Результаты исследования показали, что при концентрации формальдегида равной 0,03 мг/м³ одному растению *Chlorophytum comosum* потребуется 38 часов чтобы снизить ее до регламентируемого значения 0,01 мг/м³ (рис.1), *Sansevieria trifasciata* потребуется 24 часа чтобы при концентрации формальдегида 0,016 мг/м³ снизить ее до регламентируемого значения 0,01 мг/м³ (рис. 2), *Cyperus alternifolius* потребуется 27 часов чтобы снизить концентрацию формальдегида при концентрации 0,013 мг/м³ до регламентируемого значения 0,01 мг/м³ (рис. 3).

Анализ состава воздуха в ингаляционных затравочных камерах после распыления 10% раствора формальдегида в концентрации в 3,0,1,6 и 1,3 раза превышающей ПДК, показал, что в камере с растениями его концентрация приходила в норму через 1,5 и 1 сутки, а через сутки падала ниже порога обнаружения.

Проведенное исследование позволило в модельных натуральных и лабораторных условиях дать оценку транспирирующим и газопоглотительным способностям комнатных растений, которые могут обеспечить улучшение качества воздушной среды за счет своих свойств, что отмечается исследованиями других авторов [2, 13,16]. Изучением транспирирующих свойств доказана способность изучаемых растений оптимизировать относительную влажность помещений закрытых помещений. Однако необходимость использования для этих целей большого количества растений, которое приводит к ограничению используемой площади помещения, ограничивает их применений в детских образовательных организациях в качестве основного метода оптимизации качества воздушной среды.

Полученные результаты свидетельствуют о способности исследуемых растений за определенный промежуток времени снижать концентрацию формальдегида с заданного в эксперименте параметра до предела ПДК, что согласуется с имеющимися исследованиями, свидетельствующими о способности растений удалять химические вещества (формальдегид, фенолбензол, толуол) из воздушной среды закрытых помещений [14,17].

Заключение. В результате проведенного исследования получены новые данные о транспирирующих и газопоглотительных свойствах комнатных растений. Установлен ассортимент растений, обладающих транспирирующей и газопоглотительной активностью, способных оптимизировать микроклиматические показатели и концентрацию формальдегида в закрытых помещениях. Однако необходимость использования с этой целью достаточно большого количества растений на единицу объема и площади помещения приведет к снижению их нормируемых показателей, что не позволяет рекомендовать использование комнатных растений как отдельного метода оптимизации гигиенических условий помещений детских образовательных организаций.

Литература

1. Дорогова В.Б. Формальдегид в окружающей среде и его влияние на организм // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2010. № 1(71). С. 32—35.
2. Кобилжонова Ш.Р. Распространенность и факторы риска бронхиальной астмы у детей // Журнал теоретической и клинической медицины. 2022. № 2. С. 51-56.
3. Куприянова М.Ю. Изучение физиологических закономерностей развития детей дошкольного возраста с учетом влияния социальных и биологических факторов, автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева. Чебоксары. 2007
4. Лебедев Г.С. Модифицируемые факторы среды помещения: влияние на здоровье человека и цифровой мониторинг // Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2023. № 1. С. 21-48.
5. Наумова Н.С. Влияние комнатных растений на микроклимат помещений и здоровье человека // Молодежь и наука. 2017. № 3. С. 37-37.
6. Орлов М.М. Некоторые видовые и химические особенности строения растений // Студенческий научный журнал «Грани науки». 2017. № 5(2). С. 4-6.
7. Селихова А.Г. Анализ ассортимента комнатных цветочных растений, используемых в оформлении пространства групповых помещений ДОО // Экология города: материалы 2-й региональной научно-практической конференции городских учреждений и предприятия Амурской области. - Благовещенск, 2018. С. 80-84.
8. Халиков И.С. Формальдегид в атмосферном воздухе: источники поступления пути удаления // Экологическая химия. 2019. № 28(6). С. 307–317.

9. Цыбуля Н.В. Роль медико-экологического фитодизайна в санации воздушной среды помещений детских учреждений // Дезинфекционное дело. 2018. № 1. С. 31-37.
10. Чуенко Н.Ф. Экологически безопасный способ очистки воздушной среды в закрытых помещениях // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 3. С. 32-36.
11. Chatzidiakou L. What do we know about indoor air quality in school classrooms? A critical review of the literature // Intelligent Buildings International. 2012. Vol. 4(4). pp. 228-259.
12. Gynzelberg F. Dust and the sick building syndrome // Indoor air. 1994. Vol. 4. pp. 223-238.
13. Li J. 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(7). pp. 8453-8465.
14. Liang H. Self-enhancement effect and mechanism of potted Chlorophytum comosum on formaldehyde removal from air // International Journal of Environmental Research. 2018. Vol. 12(3). pp. 337-346.
15. Salarnia S. Prevalence and Risk Factors of Allergic Rhinitis in Primary School Student soft Isfahan, Iran // Advanced biomedical research. 2018. Vol. 7(1). pp. 157.
16. Sklodowska M. New Insight into Short Time Exogenous Formaldehyde Application Mediated Changes in Chlorophytum comosum L. (Spider Plant) // Cellular Metabolism. Cells. 2023. Vol. 12(2). pp. 232.
17. Torpy F. Testing the single-pass VOC removal efficiency of an active green wall using methyl ethyl ketone (MEK // Air Quality, Atmosphere & Health. 2018. Vol. 11(2). pp. 163-170.

References

1. Dorogova VB, Taranenko NA, Rychagova OA. Formal'degid v okruzhayushchey srede i yego vliyaniye na organism Ispol'zovaniye komnatnykh rasteniy v shkole [Formaldehyde in the environment and its effect on the body]. Byulleten' VSNTS SO RAMN. 2010; 1 (71):32-35. Russian
2. Kobilzhonova SR, Mirrakhimova MH, Sadullayeva HA. Rasprostranennost' i faktory riska bronkhial'noy astmy u detey [Prevalence and risk factors of bronchial asthma in children]. Zhurnal teoreticheskoy i klinicheskoy meditsiny. 2022; 2: 51-56. Russian
3. Kupriyanova MY. Izucheniye fiziologicheskikh zakonomernostey razvitiya detey doshkol'nogo vozrasta s uchetom vliyaniya sotsial'nykh i biologicheskikh faktorov [The study of physiological patterns of development of preschool children taking into account the influence of social and biological factors, abstract of the dissertation. for the degree of Candidate of Sciences], Chuvashskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet im. I.YA. Yakovleva. Cheboksary. 2007. Russian.
4. Lebedev GS, Shaderkin IA, Lebedeva NA. Modifitsiruyemye faktory sredy pomeshcheniya: vliyaniye na zdorov'ye cheloveka i tsifrovoy monitoring [Modifiable environmental factors of the room: impact on human health and digital monitoring]. Rossiyskiy zhurnal teleditsiny i elektronnoy zdavookhraneniya. 2023; 1: 21-48. Russian.
5. Naumova NS, Yerofeev VA. Vliyaniye komnatnykh rasteniy na mikroklimat pomeshcheniy i zdorov'ye cheloveka [The influence of indoor plants on indoor microclimate and human health]. Molodezh' i nauka. 2017; 3: 37-37. Russian
6. Orlov MM. Nekotoryye vidovyye i khimicheskiye osobennosti stroyeniya rasteniy [Some species and chemical features of plant structure. Studencheskiy nauchnyy zhurnal «Grani nauki»]. 2017; 5(2): 4-6. Russian.
7. Selikhova AG, Zaritsky AV. Analiz assortimenta komnatnykh tsvetochnykh rasteniy, ispol'zuyemykh v oformlenii prostranstva gruppovykh pomeshcheniy DOO [Analysis of the assortment of indoor flower plants used in the design of the space of group rooms of the DOO]. Ekologiya goroda. 2018; 80-84 Russian.
8. Khalikov IS. Formal'degid v atmosfernom vozduke: istochniki postupleniya i puti udaleniya [Formaldehyde in atmospheric air: sources of supply and ways of removal]. Ekologicheskaya khimiya. 2019; 28(6): 307-317. Russian
9. Tsybulya NV, Fershalova TD, Yakimova YL. Pol' mediko-ekologicheskogo fitodizayna v sanatsii vozduшной srede pomeshcheniy detskikh uchrezhdeniy [The role of medical and ecological phytodesign in the sanitation of the air environment of children's institutions]. Dezinfektsionnoye delo. 2018; 1: 31-37 Russian.
10. Chuenko NF, Savchenko OA, Novikov EA, Govorukha AS. Ekologicheskii bezopasnyy sposob ochistki vozduшной srede v zakrytykh pomeshcheniyakh [An environmentally safe method of cleaning the air environment in enclosed spaces]. Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki. 2023; 3: 32-36. DOI: <https://doi.org/10.37882/2223-2966.2023.03.41>. Russian.
11. Chatsidyaku L, Mumovich D, Summerfield AJ. [What do we know about the air quality in school classrooms? A critical review of the literature]. International Organization of Intelligent Buildings. 2012; 4(4):228-259.

12. Gyntelberg F, Suadicani P, Nielsen JW, Skov P, Valbjørn O, Nielsen PA, et al. Dust and the sick building syndrome. *Indoor air*. 1994; 4: 223-238.

13. 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; 28(7): 8453-8465.

14. Liang H, Zhao S, Su Yu. The effect of self-reinforcement and the mechanism of removing formaldehyde from the air with chlorophytum komosum in pots. *International Journal of Environmental Research*. 2018;12(3): 337-346.

15. Salarnia S, Momen T, Jari M. [Prevalence and Risk Factors of Allergic Rhinitis in Primary School Student soft Isfahan, Iran]. *Advanced biomedical research*. 2018; 7(1): 157.

16. Skłodowska M, Świercz-Pietrasiak U, Krasoń M, Chuderska A, Nawrockaet J. New Insight into Short Time Exogenous Formaldehyde Application Mediated Changes in Chlorophytum comosum L. (Spider Plant) Cellular Metabolism. *Cells*. 2023; 12(2): 232.

17. 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; 11(2): 163-170.

Библиографическая ссылка:

Чуенко Н.Ф., Новикова И.И. Способ нормализации химического состава и относительной влажности воздуха в помещениях с использованием комнатных растений // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2024. №5. Публикация 2-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-5/2-3.pdf> (дата обращения: 10.10.2024). DOI: 10.24412/2075-4094-2024-5-2-3. EDN AYEHWA*

Bibliographic reference:

Chuenko NF, Novikova II. Sposob normalizacii himicheskogo sostava i odnositel'noj vlazhnosti vozduha v pomeshhenijah s ispol'zovaniem komnatnyh rastenij [Method of normalising the chemical composition and relative humidity of indoor air using indoor plants]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2024 [cited 2024 Oct 10];5 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-5/2-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-5-2-3. EDN AYEHWA

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-5/e2024-5.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY