

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

AN ENVIRONMENTALLY SAFE WAY TO CLEAN THE AIR ENVIRONMENT IN CLOSED ROOMS

**N. Chuenko
O. Savchenko
E. Novikov
A. Govorukha**

Summary. The problem of air pollution in organizations for children and adolescents is especially relevant for many regions of the Russian Federation in winter, when adequate ventilation of enclosed spaces is difficult. At the same time, the air regime refers to the key environmental factors that affect the performance and health of children and adolescents. According to the literature, with prolonged stay in closed rooms of children, the bacteriological contamination of the air and the concentration of positively charged ions that depress the central nervous system increases. For a comfortable stay in the room, the recommended humidity level is from 30 to 60%, and to prevent the transmission of viruses — 40–60%. The relative humidity of the air is considered as the most important component of the environment of children, in conditions of low humidity indicators, the risk of upper respiratory tract diseases increases. Numerous data from domestic and foreign literature indicate that indoor plants with positive properties can have a positive effect on the ecological state of the air environment and indoor microclimate indicators. This gives reason to believe that the rational placement of such plants in organizations for children and adolescents can provide a significant reduction in the risk to children's health.

Keywords: Phytomodule, air microflora, total microbial number, facultative microflora, morbidity of children, gas-absorbing and transpiring activity of plants.

Чуенко Наталья Федоровна

Аспирант, Новосибирский государственный аграрный университет; научный сотрудник, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора
natali26.01.1983@yandex.ru;

Савченко Олег Андреевич

К.б.н., ведущий научный сотрудник, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора
Savchenko1969@mail.ru

Новиков Евгений Анатольевич

Д.б.н., профессор, Новосибирский государственный аграрный университет
eug_nv@ng.ru

Говоруха Анна Сергеевна

Аспирант, Новосибирский государственный аграрный университет
anyta879@mail.ru

Аннотация. Проблема загрязнения воздушной среды в организациях для детей и подростков особенно актуальна для многих регионов Российской Федерации в зимний период, когда затруднено адекватное проветривание закрытых помещений. Вместе с тем, воздушный режим относится к ключевым факторам среды, оказывающим влияние на работоспособность и состояние здоровья детей и подростков. По данным литературы, при длительном пребывании в закрытых помещениях у детей возрастает бактериологическая обсемененность воздуха и концентрация положительно заряженных ионов, угнетающих ЦНС. Для комфортного нахождения в помещении рекомендуемый уровень влажности от 30 до 60%, а для предотвращения передачи вирусов — 40–60%. В качестве важнейшего компонента среды обитания детей рассматривается относительная влажность воздуха, в условиях низких показателей влажности возрастает риск заболеваний верхних дыхательных путей. Многочисленные данные отечественной и зарубежной литературы свидетельствуют о том, что на экологическое состояние воздушной среды и показатели микроклимата помещений позитивное влияние способны оказывать комнатные растения, обладающие положительными свойствами. Это даёт основания полагать, что рациональное размещение таких растений в организациях для детей и подростков способно обеспечить существенное снижение риска здоровью детей.

Ключевые слова: Фитомодуль, микрофлора воздуха, общее микробное число, факультативная микрофлора, заболеваемость детей, газопоглотительная и транспирирующая активность растений.

Введение

В связи с высокой распространённостью заболеваний верхних дыхательных путей у детей, посещающих дошкольные образовательные организации (ДОО), остро стоит вопрос их профилактики. Одним из важных экологических факторов риска возникновения заболевания является микробная обсемененность воздуха закрытых помещений [5, 6, 7]. В условиях недостаточного проветривания помещения и неэффективности использования систем вентиляции, бактериальный аэрозоль сохраняет жизнеспособность в воздушной среде помещений продолжительное время, что создает благоприятные условия для накопления условно-патогенных микроорганизмов. В литературе много работ посвящено изучению антимикробного действия летучих экзометаболитов растений, которые они выделяют в процессе своей жизнедеятельности, что делает их безопасным, доступным, экономически выгодным альтернативным способом санации воздуха в закрытых помещениях [8, 9, 10]. Вдыхание фитонцидов растений благотворно действует на психику, нормализует сердечный ритм, улучшает обменные процессы [11, 12]. У детей, находящихся в атмосфере летучих выделений растений, увеличиваются защитные силы организма, нормализуются процессы возбуждения и торможения, повышаются работоспособность, выносливость при физических нагрузках.

Растения в процессе фотосинтеза, поглощая CO₂ и выделяя O₂, одновременно увеличивают влажность воздуха за счет водяного пара, выделяемого из листьев через микроскопические устьица [13]. В зимний период низкая влажность воздуха в отапливаемых помещениях может вызвать проблемы со здоровьем. При вдыхании сухого воздуха слизистая оболочка носа и горла пересыхает и перестает задерживать вирусы и бактерии. Вследствие этого, повышается подверженность заболеваниям, а у некоторых проявляются симптомы аллергии и астмы [14, 15]. Многие растения обладают высокой газопоглотительной и транспирирующей активностью и с их помощью можно регулировать влажность воздуха в помещении на уровне выше 30% [16–20].

Цель

Целью исследования является научное обоснование эффективности использования комнатных растений для оздоровления воздушной среды в дошкольных организациях.

Проведено три взаимно дополняющих этапа:

[1] Микробиологическое исследование воздушной среды в групповых ячейках дошкольной образователь-

ной организации с учетом наличия или отсутствия растений;

[2] Исследование газопоглотительной способности комнатных растений в модельной среде;

[3] Оценка транспирирующих свойств комнатных растений.

Материалы и методы исследования

Первый этап исследования был проведен на базе дошкольной образовательной организации (ДОО) г. Новосибирска. Материалами исследования являлись данные мониторингового ежедневного наблюдения, параметров микроклимата и уровней накопления углекислого газа в воздухе закрытых помещений. Для определения эффективного радиуса фитонцидного действия растений проведена оценка показателей микробной обсемененности в зоне активных занятий с детьми на уровне дыхания. Отбор проб воздуха проводился на расстояниях от фактического места размещения фитомодуля 0,5, 1,5 и 3 метра в ячейках групп «наблюдения» и «контроля». Для создания модельной среды — загрязнение воздушной среды групповой ячейки выделениями из строительных материалов — использовали 2-е затравочные камеры. В качестве исходного параметра выбрана концентрация формальдегида в воздухе затравочной камеры, составляющая 2,5 предельно допустимых среднесуточных концентраций для атмосферного воздуха и воздуха закрытых помещений. В работе использовались санитарно-описательный, эпидемиологический, санитарно-бактериологический и статистический методы ($p < 0,05$).

Полученные результаты и их обсуждение

Проведена оценка фитонцидного эффекта растений с разной площадью листовой поверхности на качественный и количественный состав микрофлоры воздуха. Определены достоверные отличия средних показателей общего микробного числа (ОМЧ), факультативной микрофлоры (ФМ) колониеобразующих единиц (КОЕ/м³) в воздухе групповых ячеек наблюдения с наличием растений с данными показателями в групповых ячейках контроля ($p < 0,05$). Материалом исследования были комнатные растения, которые просты в уходе, не вызывающие аллергические реакции.

Ассортимент растений, рекомендуемых для использования в детских организациях, определялся с учетом:

- ♦ антимикробной активности;

- ◆ газопоглотительной активности в отношении формальдегида и других органических соединений (ацетальдегид, бензальдегид, акролеин);
- ◆ устойчивости к характерным для закрытых помещений низкой влажности и высокой температуре воздуха в холодный и переходные периоды года;
- ◆ отсутствие сенсibiliзирующих свойств.

В групповых помещениях, оснащенных фитомодулями, доля факультативной микрофлоры по отношению к общему микробному числу составляла около 30%, при отсутствии — 60%. Эффект снижения числа колониеобразующих единиц в 1 м³воздуха при листовой поверхности растений 0,7, 2,0, 2,4 м² на 100 м³составил для ОМЧ соответственно 37, 66 и 75%, для ФМ — 26, 48 и 92%. Степень антимикробной активности зависела от ассортимента растений и общей площади листьев на единицу объема помещения. Фитонцидное действие растений распространялось до самой дальней точки исследования — 3 метра.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют, что радиус фитонцидной активности растений, размещенных в групповых ячейках, достигает 3-х метров, что соответствует площади зоны активных занятий с детьми. Показатель микробной обсемененности в радиусе их действия статистически значимо ниже по сравнению с контрольными измерениями.

В исследовании изучена газопоглотительная способность комнатных растений. Для создания модельной среды использовали герметичные ингаляционные затравочные камеры, в качестве маркера загрязнения воздушной среды выбран формальдегид. Известно, что источниками миграции формальдегида в воздух помещений могут являться строительные материалы, лаки, краски, декоративные покрытия, материалы для мебели. В исследовании использовано неядовитое, теневыносливое, неприхотливое в уходе растения Хлорофитум хохлатый. Установлено, что в присутствии модельного растения происходит снижение концентрации формальдегида до регламентируемого уровня в течение 30 минут. В то же время, в контрольной камере (без растения) концентрация формальдегида оставалась на неизменном уровне на протяжении всего эксперимента.

Третьим этапом исследования была оценка транспирирующих свойств комнатных растений. По результатам выполнения этого этапа, увеличение относительной влажности воздуха при наличии фитомодуля в помещении является благоприятным фактором для здоровья детей в зимний период года. Одновременно комнатные растения способствуют снижению концентрации углекислого газа в групповой ячейке.

В качестве математической модели, описывающей возможность достижения регламентируемых показателей относительной влажности воздуха (40%) в закрытом помещении, можно применить уравнение множественной линейной регрессии: $y = a + b_1 * x_1 - b_2 * x_2 + b_3 * x_3$

Расчет относительной влажности по регистрируемой температуре в помещении и показания прибора используют для расчета эффекта испарения, образования влажности в помещении.

Не мало важным фактором влияния на здоровье детей является содержание углекислого газа в помещении. Проанализировав этот показатель в группах «наблюдения» и «контроля», можно сделать вывод, что концентрация углекислого газа в присутствии растений с площадью листовой поверхности 2,5 м² уменьшается, а там, где отсутствовали растения содержание концентрации углекислого газа сохраняется на протяжении всего эксперимента достоверно, по отношению к значению контрольной группы ($p < 0,05$) 918,77 и 1081,95.

Изучая мировую литературу, отмечено, что многие зарубежные исследователи давно уделяют особое внимание изучению и оценке качества воздуха закрытых помещений (IAQ¹) в детских организациях, как одного из важных факторов, который может повлиять на здоровье детей. Ученые указывают, что проблема качества воздуха в помещениях (IAQ) оказывает влияние на обучаемость, психоэмоциональное состояние детей и их непосредственное здоровье. Источниками загрязнения атмосферного воздуха и воздуха помещений являются выхлопные газы автомобильного транспорта, атмосферные выбросы химических предприятий, теплоэнергетики, мусоросжигательных заводов, деревообрабатывающих фабрик и др.

При изучении эффективности фитонцидной активности растений необходимо понимать, что степень выраженности эффекта будет зависеть от видовой принадлежности растения, а также от времени года, погоды и времени суток. На сегодняшний день доказано, что микроорганизмы менее устойчивы к фитонцидам высших растений. Следовательно, использование фитонцидных растений и препаратов на этом основании является перспективным направлением для профилактики и лечения заболеваний. Зарубежные эксперты в области медицины, биологии, ботаники, положительно отзываются о результативности профилактического

¹ Качество воздуха в помещении (IAQ) — это качество воздуха внутри и вокруг зданий и сооружений. Известно, что IAQ влияет на здоровье, комфорт и благополучие жильцов здания. Низкое качество воздуха в помещениях было связано с синдромом больничного здания, снижением производительности и ухудшением обучения в школах.

воздействия данных свойств растений, выделяя помимо фитонцидной активности растений, активные газопоглощительные способности растения, позволяющие применять растения как биологические фильтры для обеспечения полного санирования воздуха закрытых помещений.

Выводы

1. Определено, что интенсивность фитонцидного эффекта растений зависит от площади листовой поверхности и их рационального распределения с учетом эффективного радиуса воздействия.
2. Наличие фитонцидных растений способствует увеличению влажности воздуха, изменению химического состава воздуха и снижению уровня

общей бактериальной обсемененности воздуха за счет уменьшения числа представителей факультативной микрофлоры.

3. Результаты позволяют осуществить подбор необходимого количества единиц комнатных растений для решения локальных задач по улучшению химического состава воздуха закрытых помещений, параметров микроклимата и бактериальной обсемененности воздуха.
4. Полученные результаты исследования являются основанием для методических рекомендаций использования определённого ассортимента растений с выраженной фитонцидной активностью для широкого внедрения в целях оптимизации условий внутренней среды в помещениях ДОО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. N 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». — URL: <https://docs.cntd.ru/document/566085656> (дата обращения 27.05.2021).
2. Дорожкина Е.А. Влияние растений на микроклимат помещений и организм человека // Символ науки. 2015, № 4. С. 228–231. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23464778>
3. Чуенко Н.Ф. Микробное загрязнение воздушной среды в дошкольных учреждениях. В сборнике: Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии. сборник трудов научно-практической конференции научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета. Новосибирск, 2021. С. 201–203.
4. Широкова Н.П. Использование фитонцидных свойств растений для улучшения микроклимата помещений // Роль метаболизма в совершенствовании биотехнологических средств производства» по направлению «Метаболизм и качество жизни»: материалы II междунар. науч. конф. — Москва, 2019. С. 598–602. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38499588>
5. Лобкис М.А., Чуенко Н.Ф., 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.
6. Jung C., Awad J. Improving the IAQ for Learning Efficiency with Indoor Plants in University Classrooms in Ajman, United Arab Emirates // *Buildings*. 2021. Т. 11, № 7. С. 289. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings11070289>
7. Novikova I., Chuenko N., Tsybulya N., Fershalova F., Lobkis M. Quantification of the health-improving action of phyto modules in the rooms of child care preschool facilities BIO Web Conf. 38, (2021). Northern Asia Plant Diversity: Current Trends in Research and Conservation. DOI <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213800091>
8. Якимова Ю.Л., Рычкова Н.А., Цыбуля Н.В. Экологический и медицинский фитодизайн как метод коллективного оздоровления в детских учреждениях // *Сибирский экологический журнал*. 2002, № 2. С. 251–255.
9. Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д. Экологические основы фитодизайна // Учебно-методическое пособие, Новосибирск: СГГА. 2013. С. 94.
10. Валина С.Л., Устинова О.Ю., Кобякова О.А., Алексеева А.В. Влияние санитарно-гигиенических условий на здоровье детей дошкольных образовательных организаций с различной укомплектованностью групп // *Здоровье населения и среда обитания* — ЗНиСО. 2015, № 10 (271). С. 16–19. EDN UMUETJ.
11. Чуенко Н.Ф., Черникова В.А. Оценка оздоровительного действия растений // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник VI Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2021 года. — Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета «Золотой колос», 2021. С. 1419–1420. — EDN XVTJTJ.
12. Минович В.М., Привалова Е.Г. Биологически активные вещества растений (полисахариды, эфирные масла, фенологликозиды, кумарины, флавоноиды): Учебное пособие / Иркутск: ИГМУ, 2018. С. 70.
13. Федулов Ю.П. Фотосинтез и дыхание растений // учеб. Пособие. Краснодар: КубГАУ. 2019. С. 101.
14. Шешко Н.Б., Логачева Н.И. Энциклопедия комнатных растений. Москва: Litres, 2022. С. 550.
15. Привалова Е.Г., Минович В.И. Основы фитотоксикологии. Обзор растительных объектов. Элементы фитохимического анализа: учебное пособие // Иркутск: ИГМУ, 2018. С.102
16. 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 (5). С. 55–69. EDN YHFJCH.

17. Коллекции растений ЦСБС СО РАН. — URL: <http://www.csbg.nsc.ru/catalog/>
18. Бердникова О.В. Комнатные растения от А до Я. Москва: ОЛМА-ПРЕСС Гранд, 2006. С 317.
19. Чуб В.В., Лезина К.Д. Полная энциклопедия комнатных растений. М.: Эксмо, 2003. С. 416. ISBN 9785040060771.
20. Хессайон Д.Г. Все о комнатных растениях. Москва: Кладезь-Букс, 2003. С. 128. ISBN 5–93395–035–1. EDN QKVMCD.

© Чуенко Наталья Федоровна (natali26.01.1983@yandex.ru), Савченко Олег Андреевич (Savchenko1969@mail.ru),
Новиков Евгений Анатольевич (eug_nv@ng.ru), Говоруха Анна Сергеевна (anyta879@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Новосибирск