

КОМНАТНЫЕ РАСТЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В УЛУЧШЕНИИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ПОМЕЩЕНИИ

INDOOR PLANTS AND THEIR ROLE IN IMPROVING THE INDOOR AIR ENVIRONMENT

N. Chuenko

Summary. Due to the high prevalence of respiratory diseases in children attending preschool educational organizations, the issue of their prevention is acute. Taking into account the fact that children spend an average of up to 10 hours a day in educational institutions, one of the risk factors for respiratory diseases is the quality of the air environment (microbial contamination and low relative humidity) of enclosed spaces. The analysis of the works of domestic and foreign scientists testifies to the positive influence of phytoncidal, transpiring and gas-absorbing properties of plants on the state of the indoor air environment and on the psycho-emotional state of a person, however, due to the lack of experimental evidence base, the experience of using the health-improving properties of plants in children's organized collectives has not been widely introduced. The results of this study confirm that the rational placement of a certain assortment of plants in organized children's groups can become a promising and economical direction in the structure of a health-saving approach in the modern system of preschool education.

Keywords: educational organizations, microclimate, indoor plants, transpiration, microbial contamination of air.

Чуенко Наталья Федоровна

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

Аннотация. В связи с высокой распространенностью респираторных заболеваний у детей, посещающих дошкольные образовательные организации, остро стоит вопрос их профилактики. С учетом того, что дети проводят в стенах образовательных организаций в среднем до 10 часов в сутки, одним из факторов риска возникновения респираторных заболеваний является качество воздушной среды (микробная обсемененность и низкая относительная влажность воздуха) закрытых помещений. Анализ работ отечественных и зарубежных ученых свидетельствует о позитивном влиянии фитонцидных, транспирирующих и газопоглощающих свойств растений на состояние воздушной среды помещений и на психоэмоциональное состояние человека, однако в связи с недостаточностью экспериментальной доказательной базы опыт использования оздоровительных свойств растений в детских организованных коллективах широкого внедрения не получил. Результаты настоящего исследования подтверждают, что рациональное размещение определенного ассортимента растений в организованных детских коллективах может стать перспективным и экономичным направлением в структуре здоровьесберегающего подхода в современной системе дошкольного образования.

Ключевые слова: образовательные организации, микроклимат, комнатные растения, транспирация, микробная обсемененность воздуха.

Актуальность

Качество воздуха внутри закрытых помещений более важно для здоровья человека и его благополучия, чем качество воздуха вне помещений. Внутри жилых и производственных помещений человек проводит до 90% времени суток. Поэтому качество внутренней воздушной среды затрагивает интересы всего населения. Ухудшение здоровья людей может произойти из-за некачественных строительных материалов, конструкций и изделий, низкой влажности воздуха. Токсичными являются материалы, в состав которых входят: фенол, формальдегид (широко используется при производстве пластика и пластиковых окон), бензол, толуол (применяются в лакокрасочной промышленности). Интенсивное выделение летучих соединений из материалов обычно наблюдается в течение нескольких месяцев с момента их изготовления [1].

Отечественные и зарубежные исследования в области медицины и экологии подтверждают, что накопление

загрязняющих агентов в закрытых помещениях приводит к необратимым последствиям для здоровья человека. Твердые частицы, проникающие в здание, летучие органические соединения, выделяющиеся из ковровых, синтетических материалов, и углекислый газ, образующийся при дыхании человека, являются основными факторами, вызывающими проблемы с качеством воздушной среды в закрытых помещениях. Недостаточное проветривание помещения и неэффективность использования систем вентиляции создают благоприятные условия для накопления в воздушной среде микроорганизмов, в том числе условно-патогенных и патогенных, что приводит к снижению иммунитета и увеличивает вероятность возникновения инфекций. В частности, в дошкольных учреждениях низкая относительная влажность воздуха создает дополнительные риски здоровью, в том числе — обострения хронических заболеваний органов дыхания у детей, имеющих данную патологию (бронхиальная астма, хронический бронхит и иные заболевания) [2].

В ряде исследований, проведенных в развитых странах, доказывается взаимосвязь качества воздушной среды в помещениях детских организаций и частоты заболеваемости детей острыми респираторными инфекциями и другими распространенными болезнями органов дыхания [3]. Для удаления загрязняющих веществ из воздушной среды в закрытых помещениях был разработан метод физико-химических очисток, имеющий ряд недостатков, связанных с дорогостоящим производством и обслуживанием соответствующего оборудования. Значительно более безопасным, доступным и экономически выгодным является альтернативный метод очистки воздуха в закрытых помещениях, основанный на антимикробном действии летучих веществ (фитонцидов), которые выделяются комнатными растениями в процессе их жизнедеятельности. Помимо антимикробного действия, фитонциды оказывают нормализующее воздействие на сердечный ритм, обмен веществ, процесс кровообращения, а также на иммунную и нервную системы [5, 6, 7]. Несмотря на многолетние исследования комнатных растений, до сих пор не доведены до внедрения методы улучшения качества воздушной среды в закрытых помещениях, основанные на применении комнатных растений.

Эффективное использование растений для оздоровления воздушной среды требует оптимизации площади фотосинтетически активных органов и тщательного подбора видового состава. Некоторые растения выделяют млечный сок, который может вызывать аллергические реакции, содержат шипы и иголки на концах листьев, которые могут нанести ребенку травму. Качество воздуха в помещении в значительной мере зависит от площади листовой поверхности растений. Через эту поверхность растения осуществляют газообмен с окружающей средой, что помогает поддерживать оптимальный уровень кислорода в помещении и улучшает качество воздуха. Через устьице растения могут улавливать и удалять из воздуха некоторые вредные вещества, накапливающиеся в помещениях, такие как формальдегид и бензол. Поэтому очень важно выбирать безопасные растения для закрытых помещений, особенно для помещений, где находятся дети. Однако в мировой литературе достаточно мало информации о влиянии на воздушную среду площади листовой поверхности и ассортимента растений, которые способны очищать воздух закрытых помещений без вреда для здоровья. Поэтому целью настоящей работы стало обоснование видового и количественного подбора комнатных растений для улучшения воздушной среды в организованных детских коллективах и разработка рекомендаций по их использованию [5].

Материалы и методы

Среди более чем 800 рассмотренных комнатных растений были выделены наиболее подходящие для дет-

ских дошкольных учреждений. Первым критерием для исключения вида из списка растений, предполагаемых к использованию в детских дошкольных учреждениях, стала их токсичность. Вторым критерием — присутствие на стеблях и листьях растения шипов или колючек, способных травмировать или вызвать раздражение кожных покровов. Помимо названных фактов, была рассмотрена аллергенность растений. Кроме того, комнатное растение, выращиваемое в детском дошкольном учреждении, должно быть неприхотливым и способным долгое время переносить тяжелые для него условия. В результате анализа литературных данных были выбраны несколько видов, отвечающих установленным нами требованиям: Хлорофитум хохлатый (*Chlorophytum comosum*), Аспидистра высокая (*Aspidistra elatior*), Бегония ричинолистная (*Begonia ricinifolia*), Гибискус китайский (*Hibiscus rosa — sinensis*), Каланхое блоссфельда (*Kalanchoe blossfeldiana*), Колеус блюме (*Coleus blumei*), Мурайя экзотическая (*Murraya exotica*), Нефролепис возвышенный (*Nephrolepis exaltata*), Сансевиерия трехлопастая (*Sansevieria trifasciata*), Циперус зонтичный (*Cyperus alternifolius*). Для выбора видов, наиболее подходящих для организации фитомодулей, были проведены исследования антимикробных, газопоглощающих и транспирирующих свойств данных растений.

У выбранных растений метрическим методом были определены размеры растений (высота, ширина), а также определена площадь листового аппарата растений с помощью портативного лазерного измерителя площади листа CI-202.

Изучение качества воздушной среды дошкольной образовательной организации проводили в натуральных модельных и лабораторных условиях. Для оценки фитонцидных свойств комнатных растений были проведены замеры содержания общего количества микроорганизмов (в КОЕ/м³) в 10 групповых ячейках. Точки отбора проб воздуха устанавливали по типу конверта. Отбор проб воздуха проводили в течение рабочей недели один раз в час, аспирационным методом с помощью откалиброванного, поверенного пробоотборного устройства ПУ-1Б. Общее количество микроорганизмов определяли по стандартной методике — путем визуального подсчета колоний на поверхности стандартной дифференциально-диагностической питательной среды [4]. За норму брали СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность», т.к. для помещений организованных детских коллективов нет регламентирующих норм (МУС 4.2. 2942-11, 2011). Во время проведения исследования количество детей в групповых ячейках не превышало гигиенических нормативов, площадной показатель был более 2,0 м² на одного ребенка. Вентиляционные системы работали в штатном режиме.

После завершения предварительного этапа исследования в групповых ячейках устанавливали растения, и дальнейшие отборы проб воздуха проводили во время, соответствующее пиковым значениям содержания микроорганизмов.

Оценку транспирирующих свойств комнатных растений проводили в натурном эксперименте в помещениях групповых ячеек дошкольных образовательных организаций. В групповые ячейки было установлено оборудование «Измеритель параметров микроклимата и углекислого газа EClerk-Есо», фиксирующее показатели в заданное время и показывая их средние значения за один час. Замеры параметров относительной влажности и температуры проводили одновременно во всех изучаемых групповых ячейках. Для оценки транспирирующих свойств комнатных растений их содержали в условиях заданных параметров относительной влажности воздуха. Фиксация относительной влажности проводилась в период отсутствия детей в групповой ячейке. С помощью увлажнителя воздуха поддерживали относительную влажность воздуха на заданных уровнях $37,5\% \pm 2,5\%$; $32,5\% \pm 2,5\%$. В качестве эталонного растения в модельных условиях использовали *Chlorophytum comosum*.

Газопоглотительную способность комнатных растений изучали в лабораторных экспериментах. В затравочные камеры объемом — 200 л ($0,2\text{ м}^3$) были установлены комнатные растения изучаемых видов: *Chlorophytum comosum*, *Sansevieria trifasciata* и *Cyperus alternifolius*. В «контрольной камере» замеры проводили без установки растений. Во все затравочные камеры с помощью ингалятора подавали 10 % раствор формальдегида. Концентрации формальдегида в камере меняли от 3 до 1,1 ПДК. Наблюдения проводили круглосуточно, измеряя концентрации формальдегида в воздухе каждый час до тех пор, пока его исходная концентрация не снижалась до уровня ПДК и ниже. Подачу 10 % водного раствора формальдегида в обе камеры осуществляли с помощью распыления ингаляционным аспиратором. После установки растений и распыления 10 % раствора формальдегида с помощью универсального газоанализатора ГАНК-4, осуществляли измерения его концентрации путём введения пробоотборной трубки в специальное отверстие ингаляционной затравочной камеры, которое потом герметично закрывалось. Замер концентрации формальдегида осуществляли непрерывно с записью среднего результата за 1 час. Измерения проводили ежедневно в течение 3-х дней в трехкратной повторности.

Результаты и обсуждение

В группах, где отсутствовали растения, показатели общего количества микроорганизмов варьировали от 380,2 до 1200,7 КОЕ/м³. Пиковые значения отмечали

с 10:00 до 11:00 часов, когда воспитатели проводили активные занятия с детьми и помещения не проветривались. Статистически значимых различий в динамике показателей в разных групповых ячейках в рабочие дни, когда проводили замеры, не выявлено (Kruskal-Wallis test, $p > 0,05$).

Из изученного ассортимента растений *Chlorophytum comosum* наиболее неприхотлив в уходе, что крайне актуально для использования комнатных растений в организованных детских коллективах. Поэтому его фитонцидная активность, установленная экспериментальным путем, была принята за эталон (Chuenko, 2022). Отбор проб воздуха в помещениях, где были установлены иные исследуемые растения при соблюдении заданных модельных условий, ранее определенных в эксперименте с *Chlorophytum comosum*, показал, что фитонцидная активность на расстоянии 0 м, 3 и 5 м от растений с площадью листового аппарата в $0,01\text{ м}^2$ на 1 м^2 площади помещения была ниже значений, полученных для *Chlorophytum comosum*.

Средние значения показателей относительной влажности воздуха (в %) во всех групповых ячейках во все периоды наблюдений за исключением 8:00, 9:00, 10:00 и 18:00 (15–35 %), были ниже предела гигиенического норматива, регламентированного СанПиН 1.2.3685-21 для детей, (40 %). что свидетельствует об избыточной сухости воздуха в помещениях. Однако различия в средних значениях относительной влажности воздуха, измеренной в разное время суток, были статистически не значимы (Kruskal-Wallis test, $p > 0,05$).

Расчеты показывают, что в групповой ячейке с площадью 56 м^2 при фиксированной влажности воздуха 32,5 % для ее повышения до регламентированного уровня 40 % и выше, потребуется 16 взрослых растений *Chlorophytum comosum* с площадью листового аппарата $0,029\text{ м}^2$. Для повышения значений относительной влажности воздуха до 40 % и выше за счет транспирирующей активности растений потребуется увеличение количества растений, например *Aspidistra elatior* — 6 ед., *Kalanchoe blossfeldiana* — 12 ед., *Coleus blumei* — 10 ед.

Дисперсионный анализ с временной точкой измерения и наличием растения в камере в качестве независимых переменных с поправкой на температуру и влажность в камере показал достоверное (критерий Фишера, $P < 0,01$) влияние взаимодействия этих факторов на концентрацию формальдегида. Средняя концентрация формальдегида в камере с растениями была достоверно ниже, чем в контроле ($P < 0,001$). Результаты исследования показали, что при концентрации формальдегида равной 3 ПДК одному растению *Chlorophytum comosum* потребуется 38 часов чтобы снизить ее до регламентированного значения 0,01 ПДК. *Sansevieria trifasciata* потре-

буется 24 часа чтобы при концентрации формальдегида 1,6 ПДК снизить ее до регламентируемого значения 0,01 ПДК; *Cyperus alternifolius* потребуется 27 часов чтобы снизить концентрацию формальдегида при концентрации 1,3 ПДК до регламентируемого значения 0,01 ПДК.

Таким образом, помещение в рабочую комнату детского учреждения ассортимента комнатных растений с выраженными фитонцидными и транспирирующими свойствами приводило к устойчивому снижению показателей общего количества микроорганизмов и повышению влажности воздуха.

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.

С учетом результатов мониторинговых наблюдений, экспериментальных исследований и данных из научной литературы подготовлено Информационно-методическое письмо, которое содержит рекомендации по подбору растений для установки в образовательных организациях, организациях по уходу и присмотру за детьми,

организациях отдыха детей и их оздоровления, по размещению и уходу за ними.

Подбор ассортимента комнатных растений с учетом их фитонцидных, транспирационных и газопоглотительных свойств и оценкой оптимальной площади листовой поверхности являются перспективным направлением улучшения качества воздушной среды в закрытых помещениях (Melikhova, 2020).

Заключение

Качество воздушной среды групповых ячеек характеризуется динамичностью показателей общего количества микроорганизмов и относительной влажности воздуха в течение рабочего дня при эксплуатации помещений в соответствии режимом функционирования дошкольных образовательных организаций, достигая в период отопительного сезона пиковых значений при нахождении детей в помещениях более двух часов без проветривания и влажной уборки.

Комнатные растения определенного ассортимента могут служить эффективным средством улучшения качества воздушной среды в детских дошкольных учреждениях

ЛИТЕРАТУРА

1. Гисматуллина А.И. Эмиссия формальдегида из древесно-стружечных плит // Материалы Международной молодежной научной конференции «XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых)». Казань, 07–08 ноября, 2019. С. 418–420.
2. Либина И.И., Васильева М.В., Мелихова Е.П., Скребнева А.В. Влияние внутришкольной среды на состояние здоровья подрастающего поколения // Новой школе — здоровые дети. — 2018. — С. 93–95. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36585151>
3. Мелихова Е.П., Васильева М.В., Скребнева А.В. Исследование воздушной среды закрытых помещений // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства. — 2020. — С. 96–98. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44626430>
4. МУК 4.2. 2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях». — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011.
5. 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.
6. Bezold, C.P. et al. The relationship between surrounding greenness in childhood and adolescence and depressive symptoms in adolescence and early adulthood // Annals of epidemiology. — 2018. — Vol. 28. — No. 4. — pp. 213–219. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.01.009>.
7. Mennis, J., Mason, M., Ambrus, A. Urban greenspace is associated with reduced psychological stress among adolescents: A Geographic Ecological Momentary Assessment (GEMA) analysis of activity space // Landscape and urban planning. — 2018. — Vol. 174. — pp. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.02.008>.

© Чуенко Наталья Федоровна (natali26.01.1983@yandex.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»