



УДК 613.954.4+371

DOI: [10.15293/2658-6762.2202.08](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2202.08)Научная статья / **Research Full Article**Язык статьи: русский / **Article language: Russian**

## Оценка эффективности использования фитонцидных свойств растений для снижения микробной обсемененности воздуха с целью минимизации риска заболеваемости детей в условиях детских организованных коллективов

Н. Ф. Чуенко<sup>1</sup>, М. А. Лобкис<sup>1</sup>, Н. В. Цыбуля<sup>2</sup>, Т. Д. Фершалова<sup>2</sup>, И. И. Новикова<sup>1</sup><sup>1</sup> Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены, Новосибирск, Россия<sup>2</sup> Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской Академии наук, Новосибирск, Россия

**Проблема и цель.** 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 от 6 до 8 часов, одним из факторов риска возникновения респираторных заболеваний является микробная обсемененность воздуха закрытых помещений. Анализ работ отечественных и зарубежных ученых свидетельствует о позитивном влиянии фитонцидных 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 бюджетным направлением в структуре здоровьесберегающего подхода в современной системе дошкольного образования. **Цель исследования** – научно-практическое обоснование эффективности фитонцидной активности определенного ассортимента растений и их размещения для снижения микробной обсемененности воздуха в условиях детских организованных коллективов.

**Методология.** Для изучения влияния фитонцидной активности растений проведен мониторинг микробиологической обсемененности воздуха в групповых ячейках на базе двух детских образовательных организаций г. Новосибирска в зависимости от площади листьев установленного ассортимента растений и условий их размещения. Для количественного и качественного анализа состава воздушной микрофлоры использовали стандартные дифференциально-диагностические питательные среды, методики посева и расчета доли общего микробного числа и факультативной микрофлоры.

**Библиографическая ссылка:** 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: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2202.08>

✉ Автор для корреспонденции: М. А. Лобкис, [lobkis\\_ma@niig.su](mailto:lobkis_ma@niig.su)

© Н. Ф. Чуенко, М. А. Лобкис, Н. В. Цыбуля, Т. Д. Фершалова, И. И. Новикова, 2022

Точки отбора проб воздуха располагались на расстояниях 0,5, 1,5 и 3 м от растений на высоте 0,8 м от пола – в зоне дыхания ребенка. Мониторинг эффективности влияния фитонцидных свойств растений на риски заболевания детей проводился в период эпидемиологического подъема заболеваемости по результатам выкопировки данных из журналов учета посещаемости и заболеваемости. Применены методы теоретического исследования: формализация, обобщение, сравнение и системный анализ.

**Результаты.** Установлено, что наличие фитонцидного эффекта способствует снижению микробиологической обсемененности помещений в детских образовательных организациях, где располагался определенный ассортимент фитонцидных растений. Определено, что интенсивность фитонцидного эффекта растений зависит от площади листовой поверхности и их рационального распределения с учетом эффективного радиуса воздействия. Выявлено снижение заболеваемости детей респираторными заболеваниями и более высокая посещаемость в детских образовательных организациях, в групповых ячейках которых были размещены фитонцидные растения.

**Заключение.** Полученные результаты исследования являются основанием для подготовки методических рекомендаций по применению определенного ассортимента растений с выраженной фитонцидной активностью как одного из компонентов организации здоровьесберегающих условий обучения и воспитания в системе современного образования.

**Ключевые слова:** дошкольная образовательная организация; микробная обсемененность; общее микробное число; факультативная микрофлора; фитонцидная активность; комнатные растения.

### Постановка проблемы

Проблема загрязнения воздушной среды в организациях с длительным пребыванием детей остается достаточно актуальной<sup>1</sup> [1; 2], несмотря на давность определения факторов риска, связанных с данной средой<sup>2</sup> [3; 4], и наличие прогрессивных инженерных решений в части разработки и практического внедрения современных систем вентиляции [5; 6; 7]. Результаты мониторинга микробиологических параметров воздушной среды и микроклимата в образовательных и (или) оздоровительных организациях для детей свидетельствуют о

значительной вариабельности данных показателей в течение дня, следовательно, при отсутствии адекватного воздухообмена формируются условия, способствующие накоплению микроорганизмов в воздушной среде помещений [1; 8–13], что является препятствием на пути к обеспечению здоровьесберегающих условий обучения и воспитания детей. Данная проблема актуальна для большинства регионов Российской Федерации, расположенных в умеренном, субполярном и полярном климатических поясах, где, исходя из значимости теплосбережения, особенно в зимний период,

<sup>1</sup> 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>

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>

Цыбуля Н. В., Чиндяева Л. Н. Научные и практические аспекты фитодизайна // Ботаника и экология для создания комфортной среды обитания человека. – 2019. – С. 28. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42698369>

<sup>2</sup> Пивоваров Ю. П. Гигиена и экология человека: курс лекций. – М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999.

Гребняк Н. П. Факторы риска для здоровья детского населения: монография. – Донецк, 2003. – 253 с.

проветривание помещений зачастую оказывается неэффективным<sup>3</sup> [14–16].

В условиях недостаточного проветривания помещения и неэффективности использования некоторых систем вентиляции бактериальный аэрозоль сохраняет жизнеспособность в воздушной среде помещений продолжительное время, что создает благоприятные условия для накопления в воздушной среде условно-патогенных микроорганизмов и напряжения местного иммунитета и увеличивает вероятность заражения детей, имеющих высокую чувствительность к негативному воздействию факторов среды детских дошкольных организаций в период активного формирования иммунной системы [3; 17; 18]. Неблагоприятное воздействие средовых факторов, в том числе факторов внутренней среды дошкольных организаций, где ребенок проводит в среднем от 6 до 8 часов, замедляет и ослабляет адаптацию детей к новым условиям, что выражается в последующем в высокой распространённости заболеваний органов дыхания среди детей [7; 18–21]. Такая ситуация является довольно острой проблемой в современной системе обучения и воспитания детей.

В некоторых исследованиях, 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 [21–26]. Большинство работ посвящены изучению антимикробного действия фитонцидных свойств летучих веществ<sup>4</sup> [27], которые выделяются растениями в процессе их жизнедеятельности, что делает их безопасным, доступным, экономически выгодным и альтернативным способом санации воздуха в закрытых помещениях<sup>5</sup> [30–35].

Использование комнатных растений для оздоровления воздушной среды и изучение их антимикробных свойств получило широкое распространение благодаря фитонцидам. Фитонциды<sup>6</sup> представляют собой образуемые растениями биологически активные вещества, способные подавлять рост и развитие вредных микроорганизмов за счет собственного антимикробного свойства<sup>7</sup> [36; 37; 38]. Помимо этого, фитонциды оказывают нормализующее воздействие на сердечный ритм, обмен веществ, процесс кровообращения, а также на иммунную и нервную системы<sup>8</sup> [39]. Это обусловлено тем, что фитонциды воздействуют

<sup>3</sup> Черкасов А. В. Биологические особенности растений, улучшающих среду обитания и здоровье человека: дис. ... канд. биол. наук. – М., 2009.

<sup>4</sup> Азарова Л. В. О фитонцидной активности некоторых оранжерейных растений // Материалы VIII Совещания «Фитонциды. Роль в биогеоценозах, значение для медицины». – Киев, 1981. – С. 95–97.

<sup>5</sup> Акимов Ю. А. Методические рекомендации по изучению летучих свойств растений. – Ялта, 1983. – 24 с.

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

Широкова Н. П. Использование фитонцидных свойств растений для улучшения микроклимата помещений // II Международная научная конференция. – 2019. –

С. 598–602. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38499588>

<sup>6</sup> Токин Б. П. Бактерициды растительного происхождения (фитонциды). – М.: Медгиз, 1942. – 250 с.

<sup>7</sup> Мишукова И. А., Лебедев П. А., Крюковский А. С. Принципы подбора ассортимента растений при создании лечебных садов на территории медицинских учреждений // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 10–2. – С. 10–14.

Тарасенко А. В. Сравнительный анализ влияния растений на численность микроорганизмов в воздухе замкнутых пространств // Вопросы науки и образования. – 2018. – № 6. – С. 10–12.

<sup>8</sup> Цымбалова И. М. Результаты изучения макро-и микроскопических признаков листьев хлорофитума,

на физико-химический состав воздуха, способствуют повышению концентрации в воздухе отрицательных ионов и снижают уровень положительных<sup>9</sup> [40; 41].

В связи с благоприятным воздействием на воздух и наличием полезных свойств фитонцидных веществ растений, можно говорить о необходимости размещения комнатных растений в детских образовательных организациях в достаточном количестве<sup>10</sup> [13; 24; 35]. Исследованиями фитонцидных свойств растений как природного средства очищения воздуха занимались многие ученые и эксперты в области химии, медицины и биологии. На сегодняшний день изучена эффективность очистки воздуха помещений фитонцидами комнатных растений [11; 18; 35; 42], установлены факторы динамики фитонцидной активности растений, которые способствуют улучшению качества воздуха внутри помещений<sup>11</sup> [31; 35], определена роль фитонцидов растений в оздоровлении окружающей среды и подтверждена значимость использования растений в повышении качественных характеристик воздушной среды закрытых помещений

[7; 39], предложена научно-обоснованная технология ее оздоровления с помощью экологического фитодизайна<sup>12</sup> [7; 21; 42], подобран ассортимент тропических и субтропических растений с высокой фитонцидной активностью для санации воздушной среды помещений [31; 43]. Использование специального ассортимента комнатных растений в организованных детских коллективах может стать перспективным направлением снижения риска здоровью детей в условиях образовательных организаций.

Однако в связи с отсутствием утвержденных на сегодняшний момент методических подходов по подбору определенного ассортимента фитонцидных растений и их рациональному размещению в помещениях детских дошкольных организаций с целью достижения эффективного и высокого saniрующего эффекта широкого внедрения данных оздоровительных технологий в практику до сих пор не произошло.

В связи с этим **целью исследования** является научно-практическое обоснование эффективности методологии подбора ассортимента и размещения фитонцидных растений

---

перспективного фитонцидного растения // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2019. – С. 58–62. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41511209>

<sup>9</sup> Балабина Н. А., Гончарова Е. Е., Грачева Л. О., Климашевская О. А. К вопросу влияния растений на физическое и психоэмоциональное состояние человека // Окружающая среда: комфортность и экологическая безопасность. – 2021. – С. 234–241. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45715649>

<sup>10</sup> Цицилин А. Н. Фитодизайн: как вырастить здоровый воздух в офисе и дома. – М.: Эксмо, 2011. – 272 с.

Дорн С. В., Савельева О. А., Николаева Н. А., Шестакова Т. П. Здоровьесберегающее пространство дошкольной образовательной организации // Детство

как антропологический, культурологический, психолого-педагогический феномен. – 2019. – С. 429–435.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38171582>

Булавина А. Ю. Влияние комнатных растений на развитие и воспитание детей дошкольного возраста // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика. – 2021. – С. 149–151. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45665063>

<sup>11</sup> Цыбуля Н. В., Чиндяева Л. Н. Научные и практические аспекты фитодизайна // Ботаника и экология для создания комфортной среды обитания человека. – 2019. – С. 28–28. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42698369>

<sup>12</sup> Цыбуля Н. В., Якимова Ю. Л., Рычкова Н. А. [и др.]. Научные и практические аспекты фитодизайна. Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 2004. – 150 с.

для снижения микробной обсемененности воздуха для минимизации риска заболеваемости детей в условиях детских организованных коллективов.

### Методология исследования

Экспериментальный этап исследования был организован в период 2019–2021 гг. на базе двух детских дошкольных организаций г. Новосибирска – детский сад № 360 комбинированного вида «Журавушка» и детский сад № 195 «Журавлик».

В соответствии с целью работы в рамках первого этапа экспериментальной части исследовано три ассортимента растений с суммарной площадью листовой поверхности 0,7 м<sup>2</sup>, 2,0 м<sup>2</sup>, 2,4 м<sup>2</sup> для изучения эффективности фитонцидной активности в зависимости от ассортимента и условий размещения растений<sup>13</sup>. Растения размещались в групповых ячейках площадью 50–60 м<sup>2</sup> по результатам фоновых замеров показателей общего микробного числа (ОМЧ) и факультативной микрофлоры (ФМ) в колониеобразующих единицах (КОЕ/м<sup>3</sup>).

Для количественного и качественного анализа состава воздушной микрофлоры использовали стандартные дифференциально-диагностические питательные среды, методики посева и расчета доли ФМ и ОМЧ<sup>14</sup>. Точки отбора проб воздуха располагались на расстояниях 0,5, 1,5 и 3 м от растений на высоте 0,8 м от пола – в зоне дыхания ребенка. Отбор проб воздуха проводили одновременно в трех групповых ячейках с установленным ассортиментом растений и в трех ячейках с их

отсутствием аспирационным методом с помощью пробоотборного устройства ПУ-1Б.

В рамках второго этапа исследования дети дошкольного возраста (3–5 лет) были скомплектованы в две группы: 1) группа «наблюдения» – дети, посещающие групповые ячейки, в которых установлены растения (n = 82); 2) группа «контроля» – дети, посещающие групповые ячейки, в которых не устанавливались растения (n = 78). Мониторинг эффективности фитонцидных свойств растений проводился в период эпидемиологического подъема заболеваемости детей по результатам выкопировки данных из журналов учета посещаемости и заболеваемости.

Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Статистическая обработка проводилась с использованием программы STATISTICA 10 (разработчик – StatSoft.Inc).

### Результаты исследования

На основании наибольших средних показателей ОМЧ, полученных в ходе подготовительного этапа фоновых измерений, в 1-й групповой ячейке (наблюдение 1) был установлен ассортимент растений с площадью листьев 2,0 м<sup>2</sup>, во 2-й ячейке (наблюдение 2) установлены растения с площадью листьев 0,7 м<sup>2</sup>, в 3-й групповой ячейке (наблюдение 3) – с площадью листьев 2,4 м<sup>2</sup>. При этом в 3-й групповой ячейке данный ассортимент растений находился в 2018–2019 гг. с динамикой среднего значения

<sup>13</sup> Цыбуля Н. В., Рычкова Н. А., Чиндяева Л. Н., Якимова Ю. Л., Дульцева Г. Г., Фершалова Т. Д., Матвеева В. П. Правила внутреннего и наружного озеленения детских учреждений (Методические рекомендации для руководителей детских учреждений, гигиенистов). – Новосибирск: Арта, 2005.

<sup>14</sup> 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.



ОМЧ с 4000 колониобразующих единиц (КОЕ/м<sup>3</sup>) в 1 м<sup>3</sup> до 600 КОЕ/м<sup>3</sup>.

В результате оценки фитонцидного эффекта растений с разной площадью листовой поверхности на качественный и количественный состав микрофлоры воздуха в рамках задач первого этапа исследования определены достоверные отличия средних показателей ОМЧ и ФМ (в КОЕ/м<sup>3</sup>) в воздухе групповых ячеек наблюдения с наличием растений определенной площади листовой поверхности в сравнении с данными показателями в групповых ячейках контроля с отсутствием растений ( $p \leq 0,05$ ). Так, средние показатели ОМЧ и ФМ в воздухе 2-й групповой ячейки (наблюдение 2 – площадь листьев 0,7 м<sup>2</sup>) были достоверно ниже на 60,0 % и на 74,3 % в сравнении с показателями групповой ячейки (контроль 2). Аналогично, в 3-й групповой ячейке (наблю-

дение 3 – площадь листьев 2,4 м<sup>2</sup>) средние показатели ОМЧ и ФМ оказались достоверно ниже на 41,5 % и 78,7 %. При этом разница средних показателей ОМЧ и ФМ в 1-й групповой ячейке (наблюдение 1 – площадь листьев 2,0 м<sup>2</sup>) и контроль 1 достоверно не подтвердилась. Следовательно, эффективность фитонцидных свойств растений зависела от общей площади листьев на единицу объема помещения и их ассортимента.

Для определения эффективного радиуса воздействия фитонцидных свойств растений проведена оценка показателей микробной обсемененности в зоне активных занятий с детьми на уровне дыхания. Отбор проб воздуха проводился на расстояниях 0,5, 1,5 и 3 метра в групповых ячейках групп «наблюдения» и «контроля» в зависимости от прогнозного места размещения ассортимента растений (табл. 1).

Таблица 1

**Динамика средних значений показателей ОМЧ и ФМ (в КОЕ/м<sup>3</sup>) на разных расстояниях от растений**

**Dynamics of average values of TMC and FM (in CFU / m<sup>3</sup>) in the main groups at different distances from plants**

По средним значениям ОМЧ, КОЕ/м <sup>3</sup>			
Группы	0,5 м	1,5 м	3,0 м
Контроль 1	1486,67±262,7	1477,78±144,6	1315,56±154,7
Наблюдение 1	682,2 ±85,0*	815 ±166,1*	760 ±163,0 *
Контроль 2	1504,44±222,5	1540,11±348,2	1174,4±291,8
Наблюдение 2	904 ±135,3*	886 ±118,0	1043 ±240,0
Контроль 3	3508±896,6	3724±831,4	3280±576,8
Наблюдение 3	1111±296,9	1156±286,7	1406,25±100*
По средним значениям ФМ, КОЕ/м <sup>3</sup>			
Контроль 1	497,25±75,4	656,13±122,0	444,5±72,2
Наблюдение 1	235 ±54,5 *	269 ±33,1 *	174±35,3*
Контроль 2	462,4±68,5	410,2±73,8	517,8±150,1
Наблюдение 2	279,20±73,0*	325,22±50,8	340,4±72,3
Контроль 3	86±6,08	98,6±13,6	104,6±12,2
Наблюдение 3	30,2 ±5,8	18,5 ±1,1	24,5±1,3 *

**Примечание.** \*  $\leq 0,05$  в сравнении с группой контроля.

**Note.** \*  $\leq 0,05$  compared to the test group.

Сравнительная оценка показателей микробной обсемененности воздуха (табл. 1) в 1-й групповой ячейке с наличием растений (наблюдение 1 – площадь листьев  $2,0 \text{ м}^2$ ) и в 1-й групповой ячейке контроля без растений (контроль 1) показала, что среднее ОМЧ было в 2,2, 1,8 и 1,7 раза достоверно ниже в каждой точке забора проб ( $p \leq 0,05$ ), при этом по мере увеличения радиуса эффективность фитонцидной активности растений сохранялась с увеличением среднего показателя ОМЧ в 1,1 раз. Средние показатели ФМ также достоверно были ниже при наличии растений в 2,1, 2,4 и 2,5 раза соответственно ( $p \leq 0,05$ ).

Мониторинг за микробиологической обсемененностью воздуха в других групповых ячейках с растениями также выявил достоверное различие показателей ОМЧ и ФМ в сравнении с показателями в контрольных групповых ячейках. Во 2-й групповой ячейке (наблюдение 2 – площадь листьев  $0,7 \text{ м}^2$ ) показатели ОМЧ на расстояниях 0,5 м и 1,5 м были ниже в 1,6 и 1,7 раза ( $p \leq 0,05$ ), средние значения ФМ были ниже в 1,4 раза ( $p \leq 0,05$ ). Эффективный радиус фитонцидного действия данного ассортимента растений по показателям ОМЧ составил 1,5 м, по показателям ФМ – 3 м. В 3-й групповой ячейке (наблюдение 3 – площадь листьев  $2,4 \text{ м}^2$ ) эффективность фитонцидной активности данного ассортимента растений подтвердилась на расстоянии 3 м, при этом среднее ОМЧ было ниже в 3,1, 3,2, 2,3 раза в сравнении с контрольными измерениями. Средние значения ФМ также оказались ниже в 2,8, 5,4 и 4,3 раза. Таким образом, результаты исследования свидетельствуют, что радиус фитонцидной активности растений, размещенных в групповых ячейках, достигает 3 м, что соответствует площади зоны активных занятий с детьми. Показатель микробной обсе-

менности в радиусе их действия статистически значимо ниже по сравнению с контрольными измерениями.

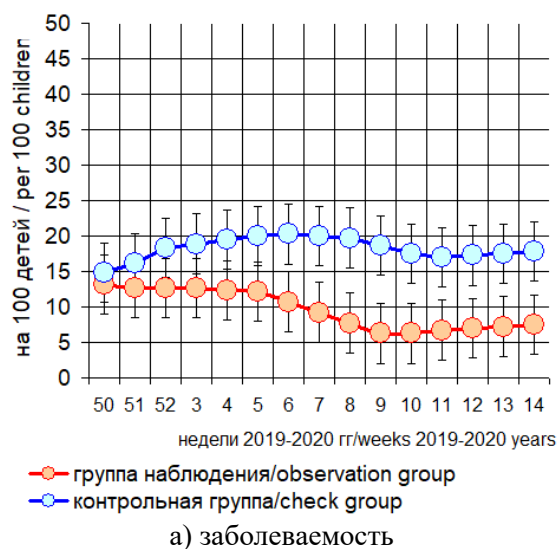
Бактериальный аэрозоль сохраняет жизнеспособность в воздушной среде помещений продолжительное время в условиях недостаточного проветривания помещения и неэффективности использования некоторых систем вентиляции, что создает благоприятные условия для накопления условно-патогенных микроорганизмов и напряжения местного иммунитета, что увеличивает вероятность заражения детей [44]. С учетом полученных результатов по итогам первого этапа мониторинга микробиологической обсемененности воздуха в групповых ячейках было проведено ежедневное наблюдение по показателям заболеваемости и посещаемости детей дошкольных организаций в период с 50-й недели 2019 г. по 14 неделю 2020 г. Ретроспективный анализ данных, полученных в ходе выкопировки из журнала учета заболеваемости детей, подтвердил, что пропуски в детских образовательных организациях связаны преимущественно с наличием респираторных заболеваний.

При сравнительном анализе заболеваемости детей выявлены достоверно значимые высокие показатели в группе «контроля» по сравнению с группой «наблюдения». При этом в группе «контроля» отмечалась тенденция к росту за весь период мониторинга, в то время как в группе «наблюдения» показатели заболеваемости существенно снизились от начала к концу эксперимента (рис. 1). При анализе посещаемости детей отмечено, что различия в показателях посещаемости группы «наблюдения» и группы «контроля» статистически значимы с 3 недели 2020 г.

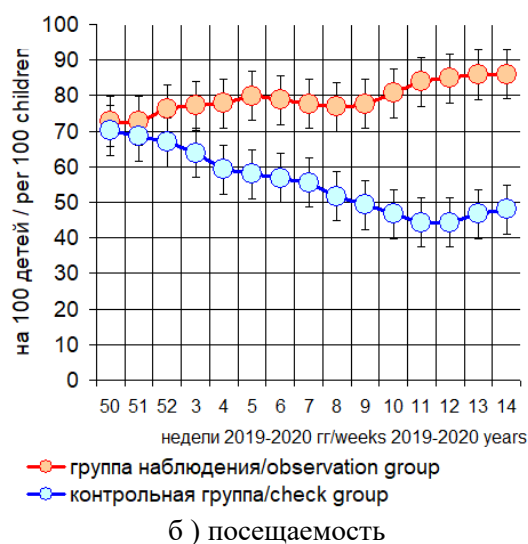
При расчете показателя отношения шансов риск заболеть у детей группы «наблюдения» в сравнении с «контрольной» группой

составил 0,35. При этом в начальной фазе мониторинга шансы заболеть у детей группы «наблюдения» и «контрольной» группы были равными. Соответственно, рациональная установка растений, обладающих фитонцидным

эффектом, обеспечивает защиту от респираторных заболеваний на 65 % и снижает риски заболевания в 2,9 раза.



а) заболеваемость



б) посещаемость

**Рис. 1.** Показатели посещаемости дошкольных организаций и заболеваемости детей группы «наблюдения» и «контроля» по неделям 2019–2020 гг. (на 100 детей)

**Fig. 1.** Indicators of attendance of preschool organizations and morbidity of children of the observation group and control group by weeks 2019–2020. (per 100 children)

## Заключение

Таким образом, полученные результаты подтверждают эффективность фитонцидной активности растений, которая способствует снижению микробиологической обсемененности воздуха помещений в детских образовательных организациях. Доказано, что интенсивность фитонцидного эффекта растений зависит от площади листовой поверхности и их рационального распределения с учетом эффективного радиуса воздействия. Мониторинговое ежедневное наблюдение по показателям заболеваемости и посещаемости детей в детских образовательных организациях показало,

что рациональная расстановка растений, обладающих фитонцидным эффектом обеспечивала защиту детей от респираторных инфекций и снижала риск заболевания в период эпидемического подъема. Результаты исследования являются основанием для подготовки методических рекомендаций использования определенного ассортимента растений с выраженной фитонцидной активностью для широкого внедрения в целях оптимизации условий внутренней среды в помещениях в детских образовательных организациях.



**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Hwang S. H., Seo S., Yoo Y., Kim K. Y., Choung J. T., Park W. M. Indoor air quality of daycare centers in Seoul, Korea // *Building and Environment*. – 2017. – Vol. 124. – P. 186–193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.042>
2. Ruggieri S., Longo V., Perrino C., Canepari S., Drago G., L'Abbate L., Balzan M., Cuttitta G., Scaccianocce G., Minardi R., Viegi G. Indoor air quality in schools of a highly polluted south Mediterranean area // *Indoor Air*. – 2019. – Vol. 29 (2). – P. 276–290. DOI: <https://doi.org/10.1111/ina.12529>
3. Carrer P., de Bruin Y. B., Franchi M., Valovirta E. The EFA project: Indoor air quality in European schools // *Education*. – 2002. – Vol. 2. – P. 794–799. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-EFA-PROJECT%3A-INDOOR-AIR-QUALITY-IN-EUROPEAN-Carrer-Bruin/2d51a2f934f3a50984ab513ae0f00078b92fa44c>
4. Калинина Н. В., Губернский Ю. Д. Факторы риска в условиях жилой среды // *Гигиена и санитария*. – 2002. – №. 6. – С. 28–31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26676297>
5. Kalimeri K. K., Saraga D. E., Lazaridis V. D., Legkas N. A., Missia D. A., Tolis E. I., Bartzis J. G. 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. – Vol. 7 (6). – P. 1128–1142. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2016.07.002>
6. Brilli F., Fares S., Ghirardo A., de Visser P., Calatayud V., Muñoz A., ... & Menghini F. Plants for sustainable improvement of indoor air quality // *Trends in plant science*. – 2018. – Vol. 23 (6). – P. 507–512. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.03.004>
7. Kim K. J., Khalekuzzaman M., Suh J. N., Kim H. J., Shagol C., Kim H. H., Kim H. J. Phytoremediation of volatile organic compounds by indoor plants: a review // *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. – 2018. – Vol. 59 (2). – P. 143–157. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13580-018-0032-0>
8. Csobod E., Annesi-Maesano I., Carrer P., Kefalopoulos S., Madureira J., Rudnai P. & Viegi G. SINPHONIE Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe Final Report // Co-published by the European Commission's Directorates General for Health and Consumers and Joint Research Centre, Luxembourg. – 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139870>
9. Andualem Z., Gizaw Z., Bogale L., Dagne H. Indoor bacterial load and its correlation to physical indoor air quality parameters in public primary schools // *Multidisciplinary respiratory medicine*. – 2019. – Vol. 14 (1). – P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40248-018-0167-y>
10. Lam H. C. Y., Jarvis D., Fuertes E. Interactive effects of allergens and air pollution on respiratory health: a systematic review // *Science of the Total Environment*. – 2021. – Vol. 757. – P. 143924. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143924>
11. Novikova I., Chuenko N., Tsybulya N., Fershalova T., Lobkis M. Quantification of the health-improving action of phyto modules in the rooms of child care preschool facilities // *BIO Web of Conferences*. – EDP Sciences, 2021. – Vol. 38. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213800091>
12. Kim C., Choi D., Lee Y. G., Kim K. Diagnosis of indoor air contaminants in a daycare center using a long-term monitoring // *Building and Environment*. – 2021. – Vol. 204. – P. 108124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108124>



13. Тимофеева С. С. Современные фитотехнологии очистки воздуха. Часть 1. Технологии очистки воздуха закрытых помещений: медико-экологический фитодизайн // XXI век. Техносферная безопасность. – 2017. – Т. 2, № 1. – С. 55–69. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28844588>
14. Духанов С. С. Проблемы типового проектирования в Западной Сибири в конце 1950-60-х гг. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – Т. 23, № 1. – С. 19–33. DOI: <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2021-23-1-19-33> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44754318>
15. Турчакова А. С., Ткаченко Н. В. Проблемы обеспечения систем микроклимата в лечебно-профилактических учреждениях // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2021. – Т. 3. – С. 412–416. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46181501>
16. Долбилова М. А., Попова Н. М. Особенности организации естественной вентиляции в образовательных учреждениях // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2021. – № 1. – С. 39–43. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44903775>
17. Branco P. T., Alvim-Ferraz M. C., Martins F. G., Ferraz C., Vaz L. G., Sousa S. I. Impact of indoor air pollution in nursery and primary schools on childhood asthma // Science of The Total Environment. – 2020. – Vol. 745. – P. 140982. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140982>
18. Basińska M., Michałkiewicz M., Ratajczak K. Impact of physical and microbiological parameters on proper indoor air quality in nursery // Environment international. – 2019. – Vol. 132. – P. 105098. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105098>
19. Аношкина Е. В., Гаммель И. В., Кононова С. В. Динамика заболеваемости болезнями органов дыхания детского населения страны // Медицинский альманах. – 2018. – № 3. – С. 120–123. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34923693>
20. Chegini F. M., Baghani A. N., Hassanvand M. S., Sorooshian A., Golbaz S., Bakhtiari R., Ashouri A., Joubani M. N., Alimohammadi M. Indoor and outdoor airborne bacterial and fungal air quality in kindergartens: Seasonal distribution, genera, levels, and factors influencing their concentration // Building and environment. – 2020. – Vol. 175. – P. 106690. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106690>
21. Prasher P., Sharma M., Mehta M., Paudel K. R., Satija S., Chellappan D. K., ... Dua K. Plants derived therapeutic strategies targeting chronic respiratory diseases: Chemical and immunological perspective // Chemico-biological interactions. – 2020. – Vol. 325. – P. 109125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2020.109125>
22. Badyda A. J., Dąbrowiecki P., Czechowski P. O., Majewski G. Risk of bronchi obstruction among non-smokers – Review of environmental factors affecting bronchoconstriction // Respiratory physiology & neurobiology. – 2015. – Vol. 209. – P. 39–46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resp.2014.10.016>
23. Zhai L., Zhao J., Xu B., Deng Y., Xu Z. Influence of indoor formaldehyde pollution on respiratory system health in the urban area of Shenyang, China // African health sciences. – 2013. – Vol. 13 (1). – P. 137–143. DOI: <https://doi.org/10.4314/ahs.v13i1.19>
24. Goldizen F. C., Sly P. D., Knibbs L. D. Respiratory effects of air pollution on children // Pediatric pulmonology. – 2016. – Vol. 51 (1). – P. 94–108. DOI: <https://doi.org/10.1002/ppul.23262>
25. Агарков Н. М., Пошибайлова А. В., Иванов В. А. Атмосферные загрязнители и распространённость бронхиальной астмы среди детей: обзор литературы // Экология человека. – 2020. – № 5. – С. 45–49. DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2020-5-45-49> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42820310>



26. Валина, С. Л., Зайцева, Н. В., Штина, И. Е., Устинова, О. Ю., Эйфельд, Д. А. Гигиеническая оценка влияния факторов образовательного процесса и образа жизни на состояние здоровья учащихся профильных школ в условиях промышленного мегаполиса // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 8. – С. 822–828. DOI: <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-822-828> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43918279>
27. Якимова Ю. Л., Рычкова Н. А., Цыбуля Н. В. Экологический и медицинский фитодизайн как метод коллективного оздоровления в детских учреждениях // Сибирский экологический журнал. – 2002. – Т. 9, № 2. – С. 249–253. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22654516>
28. Wolverton B. C., McDonald R. C., Mesick H. H. Foliage plants for indoor removal of the primary combustion gases carbon monoxide and nitrogen dioxide // Environmental Science. – 1985. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Foliage-plants-for-indoor-removal-of-the-primary-Wolverton-Mcdonald/818e0d809148d0141d6fc5fb747210d28e8b5e75>
29. Крестинина Н. В., Некрасова М. А. Оздоровительные аспекты озеленения внутренней среды учебных помещений // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 4. – С. 13–15. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12796086>
30. Чубатова С. А. Фитонциды: история и перспективы применения // Бактериология. – 2020. – Т. 5, № 3. – С. 60–67. DOI: <https://doi.org/10.20953/2500-1027-2020-3-60-67> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45705372>
31. Deng L., Deng Q. The basic roles of indoor plants in human health and comfort // Environmental Science and Pollution Research. – 2018. – Vol. 25 (36). – P. 36087–36101. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3554-1>
32. Jung C., Awad J. Improving the IAQ for Learning Efficiency with Indoor Plants in University Classrooms in Ajman, United Arab Emirates // Buildings. – 2021. – Vol. 11 (7). – P. 289. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings11070289>
33. Цыбуля Н. В., Фершалова Т. Д. Сезонная антимикробная активность летучих выделений представителей рода Begonia l. (Begoniaceae) // Самарский научный вестник. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 167–172. DOI: <https://doi.org/10.17816/snv2021101126> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45765135>
34. Peng Z., Deng W., Hong Y., Chen Y. An experimental work to investigate the capabilities of plants to remove particulate matters in an enclosed greenhouse // Air Quality, Atmosphere & Health. – 2020. – Vol. 13 (4). – P. 477–488. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00806-w>
35. Цыбуля Н. В., Фершалова Т. Д., Якимова Ю. Л. Роль медико-экологического фитодизайна в санации воздушной среды помещений детских учреждений // Дезинфекционное дело. – 2018. – № 1. – С. 31–36. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32615644>
36. Беляев А. Л., Феодоритова Е. Л. Проблемы эпидемиологии и профилактики гриппа и ОРВИ // Управление качеством в здравоохранении. – 2017. – № 3. – С. 4–10. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29947752>
37. Саулова Т. А., Бас В. И. Использование фитоионизации в системах экодизайна // Решетневские чтения. – 2017. – Т. 2. – С. 108–109. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32291008>
38. Багаева О. И., Рогов В. А. Анализ методов улучшения микроклимата в помещениях // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2018. – Т. 2, № 4. – С. 501–503. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36804865>
39. Феклисова Л. В., Елезова Л. И. Снижение заболеваемости острыми респираторными инфекциями у детей в санаторных учреждениях: новый взгляд // Лечение и профилактика. – 2017. – № 2. – С. 93–100. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29932911>



40. Тимофеева С. С. Фитомайнинг: современное состояние и перспективы // XXI век. Техносферная безопасность. – 2018. – Т. 3, № 3. – С. 112–128. DOI: <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2018-3-112-128> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35639331>
41. Знаменская Т. К., Воробьева О. В. Современные аспекты профилактики и лечения гриппа и ОРВИ у детей // Современная педиатрия. – 2017. – № 6. – С. 98–104. DOI: <https://doi.org/10.15574/SP.2017.86.98> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32388823>
42. Сергеева И. В., Ямщиков А. С., Дебелова Т. А. Аэрация помещений средством защиты от респираторных инфекций на основе природных фитонцидов в комплексе профилактических мероприятий гриппа и ОРВИ в условиях коллективов дошкольных и школьных учреждений // Медицинский совет. – 2019. – № 11. – С. 67–73. DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-11-67-73> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38570680>
43. Цыбуля Н. В., Фершалова Т. Д., Давидович Л. А. Использование тропических растений для санации воздуха в экологически неблагоприятных условиях помещения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19, № 2-2. – С. 360–364. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29945996>
44. Zhang S., Mumovic D., Stamp S., Curran K., Cooper E. What do we know about indoor air quality of nurseries? A review of the literature // Building Services Engineering Research and Technology. – 2021. – Vol. 42 (5). – P. 603–632. DOI: <https://doi.org/10.1177/01436244211009829>

Поступила: 09 января 2022

Принята: 10 марта 2022

Опубликована: 30 апреля 2022

#### Заявленный вклад авторов:

- Чуенко Н. Ф.: получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста, визуализация данных – ответственный автор;
- Лобкис М. А.: интерпретация данных анализа, написание текста и его редакция;
- Цыбуля Н. В.: обзор публикаций по теме, научная консультация;
- Фершалова Т. Д.: обзор публикаций по теме, научная консультация;
- Новикова И. И.: методология, курирование экспериментального этапа, проверка и редактирование материала.

#### Информация о конфликте интересов:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Информация об авторах

##### Чуенко Наталья Федоровна

младший научный сотрудник, отдел токсикологии,  
«Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора,  
ул. Пархоменко, 7, 630108, г. Новосибирск, Российская Федерация,  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>



E-mail: [natali26.01.1983@yandex.ru](mailto:natali26.01.1983@yandex.ru)

**Лобкис Мария Александровна**

научный сотрудник, отдел гигиенических исследований с лабораторией физических факторов,  
«Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора,  
ул. Пархоменко, 7, 630108, г. Новосибирск, Российская Федерация,  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8483-5229>  
E-mail: [lobkis\\_ma@niig.su](mailto:lobkis_ma@niig.su)

**Цыбуля Наталья Владимировна**

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,  
Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской Академии наук,  
ул. Золотодолинская 101, 630090, г. Новосибирск, Российская Федерация,  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0395-4910>  
E-mail: [ntsybulya@yandex.ru](mailto:ntsybulya@yandex.ru)

**Фершалова Татьяна Дмитриевна**

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,  
Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской Академии наук,  
ул. Золотодолинская 101, 630090, г. Новосибирск, Российская Федерация,  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3339-3192>  
E-mail: [fershalova@yahoo.com](mailto:fershalova@yahoo.com)



**Новикова Ирина Игоревна**

доктор медицинских наук, профессор, директор,  
«Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора,  
ул. Пархоменко, 7, 630108, г. Новосибирск, Российская Федерация,  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>  
E-mail: [novik\\_ir70@rambler.ru](mailto:novik_ir70@rambler.ru)





## Evaluating the effectiveness of using phytoncides to reduce microbial contamination of indoor air in order to minimize the risk of illnesses in preschool educational settings

Natalya F. Chuenko<sup>1</sup>, Maria A. Lobkis  <sup>1</sup>,  
Natalya V. Tsybulya<sup>2</sup>, Tatyana D. Fershalova<sup>2</sup>, Irina I. Novikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Novosibirsk Research Institute of Hygiene of the Federal Service for Supervision of Human Welfare,  
Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Academy of Sciences,  
Novosibirsk Russian Federation

### Abstract

**Introduction.** Due to the high prevalence of respiratory diseases in children attending pre-school educational settings, the problem of their prevention is especially important. Taking into account the fact that children spend between 6 and 8 hours a day in pre-school educational institutions, one of the risk factors of respiratory diseases is the microbial contamination of indoor air. The analysis of Russian and international scholarly literature revealed the positive impact of phytoncide properties of plants on the quality of indoor air and on the psycho-emotional state of a person, however, due to the lack of experimental evidence, the practices of using healing properties of plants in children's organized groups have not been widely adopted. The results of this study confirm that the rational placement of a certain range of plants in preschool classrooms can become a promising and low-cost direction in the structure of a health-saving approach in the modern system of preschool education. **The purpose of the study** is to evaluate the effectiveness of phytoncides of a particular range of plants and their placement in reducing microbial contamination of the air in pre-school education settings.

**Materials and Methods.** To study the effect of phytoncide activity of plants the authors monitored the microbial contamination of air in preschool classrooms from two kindergartens in Novosibirsk, with the main focus on the leaf area of the established range of plants and conditions of their placement. For quantitative and qualitative analysis of air microflora composition we used standard differential-diagnostic nutrient media, methods of seeding and calculation of the proportion of total microbial count and facultative microflora. Air sampling points were located in the child's breathing zone (0.5, 1.5 and 3 m away from the plants at 0.8 m height). We monitored the effectiveness of phytoncide properties of

### For citation

Chuenko N. F., Lobkis M. A., Tsybulya N. V., Fershalova T. D., Novikova I. I. Evaluating the effectiveness of using phytoncides to reduce microbial contamination of indoor air in order to minimize the risk of illnesses in preschool educational settings. *Science for Education Today*, 2022, vol. 12 (1), pp. 152–171. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2202.08>

  Corresponding Author: Maria A. Lobkis, [lobkis\\_ma@niig.su](mailto:lobkis_ma@niig.su)

© Natalya F. Chuenko, Maria A. Lobkis, Natalya V. Tsybulya, Tatyana D. Fershalova, Irina I. Novikova, 2022



plants on the risks of children's disease during the epidemiological rise based on attendance logs. The following theoretical research methods were used: formalization, generalization, comparison and system analysis.

**Results.** It was found that phytoncides reduce microbiological insemination of preschool classrooms where a certain range of phytoncide plants were located. It was determined that the intensity of the phytoncide effect depends on the leaf surface area and their rational distribution, taking into account the effective radius of exposure. The study found a decrease in respiratory diseases among children at preschool educational settings where phytoncide plants were placed in the classrooms.

**Conclusions.** The results of the study can be employed in recommendations for the use of a certain range of plants with pronounced phytoncide activity as one of the components of health-saving conditions in the modern education system.

#### Keywords

Preschool educational settings; Microbial saturation; Total microbial count; Facultative microflora; Phytoncide activity; Indoor plants.

## REFERENCES

1. Hwang S. H., Seo S., Yoo Y., Kim K. Y., Choung J. T., Park W. M. Indoor air quality of daycare centers in Seoul, Korea. *Building and Environment*, 2017, vol. 124, pp. 186–193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.042>
2. Ruggieri S., Longo V., Perrino C., Canepari S., Drago G., L'Abbate L., Balzan M., Cuttitta G., Scaccianocce G., Minardi R., Viegi G. Indoor air quality in schools of a highly polluted south Mediterranean area. *Indoor Air*, 2019, vol. 29 (2), pp. 276–290. DOI: <https://doi.org/10.1111/ina.12529>
3. Carrer P., de Bruin Y. B., Franchi M., Valovirta E. The EFA project: Indoor air quality in European schools. *Education*, 2002, vol. 2, pp. 794–799. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-EFA-PROJECT%3A-INDOOR-AIR-QUALITY-IN-EUROPEAN-Carrer-Bruin/2d51a2f934f3a50984ab513ae0f00078b92fa44c>
4. Kalinina N. V., Gubernsky Yu. D. Risk factors in a residential environment. *Hygiene and sanitation*, 2002, no. 6, pp. 28–31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26676297>
5. Kalimeri K. K., Saraga D. E., Lazaridis V. D., Legkas N. A., Missia D. A., Tolis E. I., Bartzis J. G. 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, vol. 7 (6), pp. 1128–1142. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2016.07.002>
6. Brillì F., Fares S., Ghirardo A., de Visser P., Calatayud V., Muñoz A., ... & Menghini, F. Plants for sustainable improvement of indoor air quality. *Trends in Plant Science*, 2018, vol. 23 (6), pp. 507–512. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.03.004>
7. Kim K. J., Khalekuzzaman M., Suh J. N., Kim H. J., Shagol C., Kim H. H., Kim H. J. Phytoremediation of volatile organic compounds by indoor plants: a review. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 2018, vol. 59 (2), pp. 143–157. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13580-018-0032-0>
8. Csobod E., Annesi-Maesano I., Carrer P., Kephelopoulos S., Madureira J., Rudnai P. & Viegi G. SINPHONIE Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe Final Report // Co-published by the European Commission's Directorates General for Health and Consumers and Joint Research Centre, Luxembourg. – 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139870>



9. Andualem Z., Gizaw Z., Bogale L., Dagne H. Indoor bacterial load and its correlation to physical indoor air quality parameters in public primary schools *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 2019, vol. 14 (1), pp. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40248-018-0167-y>
10. Lam H. C. Y., Jarvis D., Fuertes E. Interactive effects of allergens and air pollution on respiratory health: a systematic review. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 757, pp. 143924. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143924>
11. Novikova I., Chuenko N., Tsybulya N., Fershalova T., Lobkis M. Quantification of the health-improving action of phyto modules in the rooms of child care preschool facilities. *BIO Web of Conferences. – EDP Sciences*, 2021, vol. 38. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213800091>
12. Kim C., Choi D., Lee Y. G., Kim K. Diagnosis of indoor air contaminants in a daycare center using a long-term monitoring. *Building and Environment*, 2021, vol. 204, pp. 108124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108124>
13. Timofeeva S. C. Modern phytotechnologies of air purification. Part 1. Technologies of air purification in closed rooms: medical and ecological phytodesign. *The XXI Century. Technosphere Safety*, 2017, vol. 2 (1), pp. 55–69. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28844588>
14. Dukhanov S. C. Standardized design in Western Siberia late in the 1950-60s. *Bulletin of the Tomsk State Architectural and Construction University*, 2021, vol. 23 (1), pp. 19–33. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2021-23-1-19-33> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44754318>
15. Turchakova A. S., Tkachenko N. V. Problems of providing microclimate systems in medical and preventive institutions. *New ideas of the new century: Proceedings of the International Scientific Conference of FAD TOGU*, 2021, vol. 3, pp. 412–416. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46181501>
16. Dolbilova M. A., Popova N. M. Features of the organization of natural ventilation in educational institutions. *Gradostroitelstvo. Infrastructure. Communications*, 2021, no. 1, pp. 39–43. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44903775>
17. Branco P. T., Alvim-Ferraz M. C., Martins F. G., Ferraz C., Vaz L. G., Sousa S. I. Impact of indoor air pollution in nursery and primary schools on childhood asthma. *Science of the Total Environment*, 2020, vol. 745, pp. 140982. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140982>
18. Basińska M., Michałkiewicz M., Ratajczak K. Impact of physical and microbiological parameters on proper indoor air quality in nursery. *Environment International*, 2019, vol. 132, pp. 105098. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105098>
19. Anoshkina E. V., Gammel I. V., Kononova S. V. Respiratory disease incidence dynamics in children of our country. *Medical Almanac*, 2018, no. 3, pp. 120–123. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34923693>
20. Chegini F. M., Baghani A. N., Hassanvand M. S., Sorooshian A., Golbaz S., Bakhtiari R., Ashouri A., Joubani M. N., Alimohammadi M. Indoor and outdoor airborne bacterial and fungal air quality in kindergartens: Seasonal distribution, genera, levels, and factors influencing their concentration. *Building and Environment*, 2020, vol. 175, pp. 106690. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106690>
21. Prasher P., Sharma M., Mehta M., Paudel K. R., Satija S., Chellappan D. K., ... Dua K. Plants derived therapeutic strategies targeting chronic respiratory diseases: Chemical and immunological perspective. *Chemico-Biological Interaction*, 2020, vol. 325, pp. 109125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2020.109125>



22. Badyda A. J., Dq̄browiecki P., Czechowski P. O., Majewski G. Risk of bronchi obstruction among non-smokers – Review of environmental factors affecting bronchoconstriction. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 2015, vol. 209, pp. 39–46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resp.2014.10.016>
23. Zhai L., Zhao J., Xu B., Deng Y., Xu Z. Influence of indoor formaldehyde pollution on respiratory system health in the urban area of Shenyang, China. *African Health Sciences*, 2013, vol. 13 (1), pp. 137–143. DOI: <https://doi.org/10.4314/ahs.v13i1.19>
24. Goldizen F. C., Sly P. D., Knibbs L. D. Respiratory effects of air pollution on children. *Pediatric Pulmonology*, 2016, vol. 51 (1), pp. 94–108. DOI: <https://doi.org/10.1002/ppul.23262>
25. Agarkov N. M., Poshibailova A. V., Ivanov V. A. Atmospheric pollutants and prevalence of asthma among children: A review. *Human Ecology*, 2020, no. 5, pp. 45–49. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2020-5-45-49> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42820310>
26. Valina S. L., Zaitseva N. V., Shtina I. E., Ustinova O. Yu., Einfeld D. A. Hygienic assessment of impacts exerted by factors related to educational process and lifestyle on health of schoolchildren attending secondary schools in industrial megacity. *Hygiene and Sanitation*, 2020, vol. 99 (8), pp. 822–828. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-822-828> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43918279>
27. Yakimova Yu. L., Rychkova N. A., Tsybulya N. V. Ecological and medical phytodesign as a method of collective health improvement in children's institutions. *Siberian Ecological Journal*, 2002, Vol. 9 (2), pp. 249–253. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22654516>
28. Wolverton B. C., McDonald R. C., Mesick H. H. Foliage plants for indoor removal of the primary combustion gases carbon monoxide and nitrogen dioxide. *Environmental Science*, 1985. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Foliage-plants-for-indoor-removal-of-the-primary-Wolverton-Mcdonald/818e0d809148d0141d6fc5fb747210d28e8b5e75>
29. Krestinina N. V., Nekrasova M. A. Improving aspects of the indoor space gardening of classroom. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and Life Safety*, 2007, no. 4, pp. 13–15. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12796086>
30. Chubatova S. A. Phytoncides: History and application prospects. *Bacteriology*, 2020, vol. 5 (3), pp. 60–67. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.20953/2500-1027-2020-3-60-67> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45705372>
31. Deng L., Deng Q. The basic roles of indoor plants in human health and comfort. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, vol. 25 (36), pp. 36087–36101. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3554-1>
32. Jung C., Awad J. Improving the IAQ for learning efficiency with indoor plants in university classrooms in Ajman, United Arab Emirates. *Buildings*, 2021, vol. 11 (7), pp. 289. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings11070289>
33. Tsybulia N. V., Fershalova T. D. Seasonal antimicrobial activity of volatile substances emitted by the representatives of begonia l. Genus (begoniaceae). *Samara Scientific Bulletin*, 2021, vol. 10 (1), pp. 167–172. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.17816/snv2021101126> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45765135>
34. Peng Z., Deng W., Hong Y., Chen Y. An experimental work to investigate the capabilities of plants to remove particulate matters in an enclosed greenhouse. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2020, vol. 13 (4), pp. 477–488. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00806-w>



35. Tsybulia N. V., Fershalova T. D., Yakimova Y. L. Role of medical and ecological phytodesign in the restoration of indoor air quality in children's institutions. *Disinfection Business*, 2018, no. 1, pp. 31–36. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32615644>
36. Belyaev A. L., Feodoritova E. L. Problems of epidemiology and prevention of influenza and acute respiratory infections. *Quality Management in Healthcare*, 2017, no. 3, pp. 4–10. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29947752>
37. Saulova T. A., Bas V. I. Fitoionization in the systems of ecodesign. *Reshetnev Readings*, 2017, vol. 2, pp. 108–109. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32291008>
38. Bagaeva O. I., Rogov V. A. Analysis of methods of improvement of microclimate in premises. *Actual Problems of Aviation and Cosmonautics*, 2018, vol. 2 (4), pp. 501–503. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36804865>
39. Feklisova L. V., Elezova L. I. Reduction of incidence of acute respiratory infections among children in sanatorium facilities: Reconceptualization. *Treatment and Prevention*, 2017, no. 2, pp. 93–100. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29932911>
40. Timofeeva S. C. Phytomining: Current state and prospects. *XXI century. Technosphere Safety*, 2018, vol. 3 (3), pp. 112–128. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2018-3-112-128> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35639331>
41. Znamenskaya T. K., Vorobyova O. V. Modern aspects of prevention and treatment of influenza and ARVI in children. *Sovremennaya Pediatriya*, 2017, no 6, pp. 98–104. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.15574/SP.2017.86.98> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32388823>
42. Sergeeva I. V., Yamshchikov A. S., Debelova T. A. Aeration of premises by means of protection against respiratory infections on the basis of natural fitoncydes in the complex of prevention of influenza and sars in the conditions of the collectives of preschool and school heats concerns. *Medical Board*, 2019, no. 11, pp. 67–73. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-11-67-73> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38570680>
43. Tsybulia N. V., Fershalova T. D., Davidovich L. A. Use the tropical plants for air sanitation in room ecologically adverse conditions. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2017, vol. 19 (2–2), pp. 360–364. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29945996>
44. Zhang S., Mumovic D., Stamp S., Curran K., Cooper E. What do we know about indoor air quality of nurseries? A review of the literature. *Building Services Engineering Research and Technology*, 2021, vol. 42 (5), pp. 603–632. DOI: <https://doi.org/10.1177/01436244211009829>

Submitted: 09 January 2022

Accepted: 10 March 2022

Published: 30 April 2022



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).







### The authors' stated contribution:

Natalya Fedorovna Chuenko:

Contribution of the co-author: obtaining data for analysis, analyzing the received data, writing text, visualizing data – the responsible author;

Maria Aleksandrovna Lobkis:

Contribution of the co-author: interpretation of the analysis data, writing of the text and its revision;

Natalya Vladimirovna Tsybulya:

Contribution of the co-author: review of publications on the topic, scientific consultation;

Tatyana Dmitrievna Fershalova:

Contribution of the co-author: review of publications on the topic, scientific consultation.

Irina Igorevna Novikova:

Contribution of the co-author: methodology, supervision of the experimental stage, verification and editing of the material.

### Information about competitive interests:

The authors claim that they do not have competitive interests.

### Information about the Authors

#### Natalya Fedorovna Chuenko

Junior researcher,

Department of Toxicology,

Novosibirsk Research Institute of Hygiene of the Federal Service for Supervision of Human Welfare,

7 Parkhomenko str., 630108, Novosibirsk, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>

E-mail: [natali01/26/1983@yandex.ru](mailto:natali01/26/1983@yandex.ru) (responsible author)

#### Maria Aleksandrovna Lobkis

Researcher,

Department of Hygienic Research with the Laboratory of Physical Factors,

Novosibirsk Research Institute of Hygiene of the Federal Service for Supervision of Human Welfare,

7 Parkhomenko str., 630108, Novosibirsk, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8483-5229>

E-mail: [lobkis\\_ma@niig.su](mailto:lobkis_ma@niig.su) (Corresponding Author)

#### Natalya Vladimirovna Tsybulya

Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher,

Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Academy of Sciences,

101 Zolotodolinskaya str., 630090, Novosibirsk, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0395-4910>

E-mail: [ntsybulya@yandex.ru](mailto:ntsybulya@yandex.ru)



**Tatyana Dmitrievna Fershalova**

Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher,  
Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Academy of  
Sciences,  
101 Zolotodolinskaya str., 630090, Novosibirsk, Russian Federation.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3339-3192>  
E-mail: [fershalova@yahoo.com](mailto:fershalova@yahoo.com)

**Irina Igorevna Novikova**

Doctor of Medical Sciences, Professor, Director,  
Novosibirsk Research Institute of Hygiene of the Federal Service for  
Supervision of Human Welfare,  
7 Parkhomenko str., 630108, Novosibirsk, Russian Federation.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>  
E-mail: [novik\\_ir70@rambler.ru](mailto:novik_ir70@rambler.ru)