

УДК 614

УЛУЧШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

© В.А. Рогов

Сибирский государственный технологический университет, пр. Мира, 82, Красноярск, 660049 (Россия), e-mail: re@sibstu.kts.ru

В статье говорится о возможности имитации воздушной среды хвойного леса в закрытых помещениях, указывается на преимущества фитоаэроионизации атмосферы воздуха перед другими способами оздоровления микроклимата производственных и бытовых помещений. Приводятся данные результатов экспериментальных исследований по влиянию фитоаэроионизации на различные факторы экологического благополучия: гигиенические свойства воздуха, физиологические характеристики организма, эргономические показатели.

Снижение продолжительности жизни человека за счет экологического неблагополучия оценивается учеными в 15–20 лет. Наряду с использованием ненатуральных предметов одежды и быта, некачественных продуктов питания и загрязненной воды, значительный вклад в эту печальную статистику вносит окружающий нас воздух.

Через легкие взрослого человека ежесуточно проходит 3–4 кг воздуха. Наряду с необходимым для жизнедеятельности кислородом в нем находятся разнообразные примеси. Большинство из них в обычных условиях никак не влияют на здоровье человека. Но другие, такие как патогенные микроорганизмы и токсичные летучие органические вещества, оказывают непосредственное вредное воздействие, приводя к прямому ухудшению здоровья. Содержание этих веществ в атмосфере промышленных центров (в Красноярске, Канске и других сибирских городах) в некоторые дни в десятки раз превышает ПДК (предельно допустимые концентрации) [1]. Некоторые из компонентов воздушной среды действуют опосредованно, нарушая нормальное функционирование органов, например, угнетая полезную микрофлору пищевого тракта. Некоторые соединения способствуют включению в ослабленном организме механизмов канцерогенеза и других опасных заболеваний.

Безусловно, воздух жилых помещений, в которых люди проводят большую часть свободного времени, чище уличного. Однако в связи с постоянным притоком загрязненного уличного воздуха, скоплением антропогенных выделений, токсичных и радиоактивных веществ, выделяемых из строительных конструкций, приготовлением пищи и другой хозяйственной деятельностью, его вряд ли можно назвать здоровым.

Существующие методы очистки воздуха производственных помещений не только не обеспечивают необходимое качество очистки, но и деионизируют воздух. Таким образом, воздух, обработанный аспирационными установками и кондиционированием, не отвечает современным требованиям по биологической активности, что в соответствии с ГОСТ 12.0.003–90 относится к физическому опасному и вредному фактору.

Для оздоровления воздуха и придания ему свойств, благоприятных для жизнедеятельности человека, можно применить фитоаэрацию помещений эфирными маслами хвойных пород деревьев.

Несомненным свидетельством целебности атмосферы хвойных лесов служит размещение на их территории лечебных и профилактических учреждений для больных легочными заболеваниями, хроническим бронхитом, катаром верхних дыхательных путей, бронхиальной астмой. Еще в прошлом веке было установлено, что смертность населения зависит от лесистости места проживания: повышение ее на 15–70% снижает смертность от болезней втрое [1]. Достоверно показано также, что сельские школьники болеют вдвое реже учеников городских школ.

Академик Н.Г. Холодный на основании результатов многочисленных исследований пришел к заключению, что благоприятное влияние воздушной среды насаждений обусловлено наличием в ней выделяемых растениями физиологически активных компонентов. Он назвал их «атмосферными витаминами», которые при вдыхании усваиваются живым организмом и служат активаторами биологических и биохимических процессов [2]. Такое представление подтверждается практикой: размещение ферм крупного рогатого скота вблизи сосновых насаждений повышает их продуктивность на 5–7%, так как летучие выделения сосны стимулируют накопление в организме животных витамина С (аскорбиновой кислоты) и способствуют его экономному расходованию [3].

Б.П. Токин благоприятное воздействие хвойных лесов связывает со стерильностью атмосферы. Их летучие фитоорганические соединения угнетают или убивают различные формы вирусов, бактерий, простейших и патогенных грибов [4].

По бактерицидности сосновые леса приравниваются к хирургическим помещениям. Действительно, в 1 куб. м воздуха горных сосновых лесов содержится лишь до 100 микроорганизмов, в хирургических палатах – 600-800, а на улицах промышленных городов – до 90 000. В кедровых древостоях санитарно-гигиенические показатели еще выше [4].

Кроме этого, установлено, что летучие фитоорганические выделения хвойных лесов уменьшают загрязнение воздушной среды техногенными выбросами. Компоненты летучих соединений обладают высокой реакционной способностью, благодаря наличию сопряжения, двойных связей и т.п. Особенности химической структуры и хорошая растворимость органических соединений в терпеноидах способствуют образованию в атмосфере воздуха большого количества активных центров, вокруг которых конгломерируется пыль и различные газообразные и парообразные загрязнители. Утяжеляясь, частицы выпадают из атмосферы, очищая ее от вредных примесей.

Помимо этого, фактором благоприятного воздействия лесного воздуха на людей является ионизация, которая осуществляется за счет химических превращений фитоорганических веществ. Этот процесс протекает в течение всего года, хотя и существенно ослабляется в зимнее время. Под влиянием летучих выделений хвойных деревьев в благоприятную сторону смещается радиоактивный фон, воздух озонируется и снижается концентрация тяжелых ионов.

Число легких отрицательных ионов, которым определяется полезность среды обитания, под пологом леса значительно больше, чем в безлесной местности. Экспериментально установлено, что в 1 куб. м воздуха лесных насаждений содержится 2000-2500 легких ионов, над сельскохозяйственными полями их число снижается наполовину, а в закрытых помещениях – на порядок и выше [5].

В то же время следует подчеркнуть, что наряду с положительным действием летучие компоненты могут оказывать и отрицательное. Установлено, что фитоорганические выделения сосновых лесов полезны людям с сердечными заболеваниями. Однако летом, в жаркую пору воздух этих насаждений им противопоказан.

Это объясняется тем, что высокая концентрация летучих веществ сосны вызывает у больных аллергическую дыхательную реакцию и ухудшает сердечную деятельность, появляется сухость во рту и тяжесть в горле. Такое состояние связывается медиками с присутствием в воздухе большого количества летучих терпеноидов [6]. В подтверждение этому приводится тот факт, что производственное отравление скрипидаром характеризуется такими же симптомами.

Заслуживает внимание и представление о том, что вредное действие летучих выделений хвойных пород обусловливается не только увеличением в атмосфере их содержания, но и изменением соотношения отдельных компонентов [5].

Анализ литературных данных позволяет сделать заключение о значительном оздоровительном эффекте летучих фитоорганических соединений хвойных древесных растений, проявляющемся в активизирующем, бактериостатическом и ионизирующем действии на организм человека, способствующем восстановлению его активной жизнедеятельности.

При фитоаэрации производственных и бытовых помещений очень важно создать безопасную концентрацию в атмосфере воздуха. Наиболее целесообразно поддерживать ее на уровне, близком к природному.

Количественное содержание фитоорганических соединений под пологом хвойного леса некоторых древостоев в теплые летние дни в среднем составляет $1-2 \text{ мг}/\text{м}^3$. Однако оно существенно варьирует в зависимости от породного состава, суточной и сезонной динамики, возраста насаждений, вертикальной изменчивости [7].

Максимальное количество летучих органических продуктов в течение вегетационного периода в Красноярской лесостепи в конце июня–начале июля достигает $4-7 \text{ мг}/\text{м}^3$. Затем их концентрация равномерно снижается и к концу августа она приблизительно в 3–4 раза ниже июльского уровня. После небольшого подъема в первой декаде сентября, связываемого с усиленным опадом хвои, содержание летучих выделений уменьшается в 2–2,5 раза и становится в 8–10 раз ниже, чем в июле ($0,5-0,9 \text{ мг}/\text{м}^3$) [7].

В процессе накопления в воздушной среде фитоорганических веществ наблюдается суточная изменчивость. Максимума содержание этих продуктов отмечается в полдень, к 18 часам – уменьшается в 1,5–2, к 22 часам – в 3–4 и к 2 часам – в 5–7 раз.

Кроме того, концентрация летучих веществ убывает с повышением возраста древостоев. Их содержание под пологом молодняка почти вдвое выше по сравнению с приспевающим насаждением. Под пологом перестойных деревьев оно уменьшается еще больше.

Следует также указать на тесную корреляционную связь содержания летучих веществ с температурой воздуха и освещенностью. Повышение температуры на 10°C приводит к удвоению концентрации этих продуктов в воздушной среде. Их содержание повышается при интенсификации освещения и снижении относительной влажности. При высокой температуре, низкой влажности и отсутствии ветра концентрация летучих выделений под пологом хвойных насаждений достигает значительной величины, превышающей на порядок их среднее значение [7].

Сведения по вкладу терпеноидных продуктов в летучие выделения хвойных древесных растений указывают на превалирование их среди других фитоорганических продуктов. Это говорит о том, что оздоровление людей во время пребывания в лесу в заметной мере осуществляется за счет вдыхания терпеноидов. Есть основания полагать, что именно эти соединения являются важной составной частью «атмосферных витаминов». Тем более, что их производные найдены в структуре таких жизненно важных продуктов, как витамины, гормоны, стерины и пр.

Проведенный анализ позволяет сделать достаточно обоснованное заключение о том, что в качестве препаратов для оздоровления воздушной среды помещений различного назначения могут служить эфирные масла или продукты на их основе.

Наряду с другими положительными качествами терпеноидные соединения, составляющие 90–95% и более эфирных масел, считаются активными «генераторами» ядер Айткена. Это указывает на способность их ионизированных молекул объединяться вокруг себя поллютанты, выводя загрязнители из воздуха [8].

Определение высокой активности летучих выделений ставит перед исследователями задачу их практического использования в лечебно-гигиенических целях. В настоящее время известны примеры практического воплощения этой идеи. Летучие выделения хвойных древесных и травянистых растений использовались для дезинфекции воздуха детских заведений, больничных учреждений и других закрытых помещений. При этом в кратчайшие сроки достигалось существенное (в 3–5 раз) снижение его обсемененности патогенной микрофлорой. Для профилактики заболеваний, вызываемых стафилококками и дифтерийной палочкой, успешно применяются препараты из хвои пихты сибирской. Создан аппарат «Аэрофит», позволяющий лечить гипертоников, помещая их в обогащенную летучими выделениями растений атмосферу [9].

К настоящему времени накоплен опыт успешного использования эфирных масел хвойных деревьев при лечении ряда заболеваний. Так доказано, что вдыхание летучей фракции эфирного масла сосны оказывает отхаркивающее действие, активизирует движение мерцательного эпителия и стимулирует секреторную деятельность бронхиальных желез. Использование пихтового масла характеризуется низкой токсичностью, противомикробной активностью и безопасностью малых концентраций. Отрицательные последствия наблюдаются лишь при повышении ее естественного уровня в 50–100 раз. Положительными качествами этого масла является отсутствие мутагенного действия.

Подобным же образом действуют и другие эфирные масла хвойных пород деревьев. При ингаляции их пары стимулируют функциональное состояние нервной системы и обменные процессы в организме. Установлено также, что распыление эфирных масел в производственных помещениях обеспечивает антимикробную устойчивость людей, снижает их эмоциональное напряжение и повышает скорость переработки информации, способствует лечению хронических заболеваний легких. При этом летучие компоненты масел положительно воздействуют на регуляцию сердечного ритма у работников различных профессий: авиадиспетчеров, рабочих сборщиков на конвейере, инженерного персонала на деревообрабатывающих предприятиях.

Отрицательная ионизация, обеспыливание и повышение бактерицидности воздушной среды могут быть достигнуты не только за счет жизнедеятельности растений, но и путем фитоаэрации реакционно-способными органическими соединениями, а также аппаратурным способом с помощью ионизаторов.

С целью практической проверки представления о действенности ионизирующего и сансирующего воздействия на оздоровление микроклимата помещений в камерных условиях проведена серия опытов по его влиянию на запыленность и микробную обсемененность воздуха. Ионизацию осуществляли за счет работы электроэффлювиальной установки для получения униполярных аэроионов. Сансирующий эффект достигался тем, что в кювету установки заливали пихтовое масло.

Результаты исследований по очищению воздушной среды от механических частиц древесной пыли свидетельствуют о том, что как ионизация, так и санация воздуха заметно снижают его запыленность. Под воздействием двух способов скорость осаждения пыли возрастает в 2–5 раз по сравнению с естественным осаждением. В меньшей мере это отмечается в начальных, в большей – на поздних стадиях обработки.

Такой характер осаждения объясняется временными затратами на образование и конгломерирование аэрозолей с последующим осаждением их комплексов с пылевыми частицами.

Ионизация сокращает число находящихся в воздухе частиц в 2-4 раза. Причем, такое соотношение снижается с продолжительностью экспозиции. Напротив, санация ведет к существенному (в 1,3–1,5 раза) увеличению их количества. При совместной ионизации и санации число частиц снижается лишь вдвое, что обусловлено противоположным характером их воздействия. При этом, что важно для жизнедеятельности человека, возрастает вклад легких и снижается доля тяжелых частиц в воздушной среде. Так, после 45-минутной экспозиции на легкие (фракция до 10,0 мкм) частицы приходится свыше половины, а на тяжелые (фракция от 10,0 до 50,0 мкм) – менее 2% от общего числа.

Еще значительнее эффект при воздействии одной ионизации, хотя численность тяжелых частиц при этом возрастает до 4%. При проведении санации не наблюдается улучшения дисперсного состава частиц, хотя содержание легких ионов выше, чем в остальных сериях эксперимента. Кроме того, при этом значительно улучшаются другие показатели благополучия воздушной среды: повышаются антимикробные свойства, возрастает насыщенность активным кислородом и улучшается психическое и эмоциональное состояние организма.

Подобным образом действуют ионизация и санация биологически активными веществами на бактерицидное состояние воздушной среды. Экспериментальные данные показывают, что каждый из рассмотренных способов ведет к заметному уменьшению в воздушной среде числа микроорганизмов. Количество стафилококковых бактерий значительно снижается после ионизации, их общее число – после санации. Совместное действие обоих факторов приводит к дополнительному повышению бактерицидности атмосферы, что согласуется с литературными сведениями о подобном снижении обсемененности патогенной микрофлорой воздуха в природных условиях.

Изучено воздействие фитоаэроионизации на работоспособность и общее самочувствие работников умственного труда и производственной сферы. В результате выявлены различные типы реакций человека на фитоаэроионизацию в зависимости от времени рабочего дня, продолжительности обработки, от индивидуальных особенностей человека, субъективного восприятия аромата, специфики работы.

При разработке режима фитоаэроионизации учитывался ПДК хвойных терпеноидов (5 мг/м³) и среднее содержание их в природе над растительностью (0,1-0,5 мг/м³). Доза аэроионов не должна превышать 10⁴–10⁶ ионов/см³ в течение 30 мин.

Кроме этого, исследователи Красноярской медицинской академии изучали воздействие фитоаэроионизации пихтовым маслом на состояние животных и реакцию их отдельных органов. В результате был сделан вывод о том, что использование близких к природным концентрации летучих выделений хвойных эфирных масел и уровня ионизации не сопровождается нарушением функциональной активности внутренних органов животных, не влияет на гематологические показатели, активизирует центральную нервную систему. На основании результатов исследования разработана инструкция по оздоровлению служебных и производственных помещений промышленными ионизаторами с использованием пихтового масла [10].

Таким образом, результаты проведенных экспериментов позволяют говорить о предпочтительности совместного применения методов искусственной ионизации и фитоаэрации с использованием хвойных эфирных масел для эффективного оздоровления атмосферы производственных помещений деревообрабатывающих предприятий.

Список литературы

1. Годовой отчет краевого комитета охраны окружающей среды. Красноярск, 1999.
2. Холодный Н.Г. Органические вещества атмосферы и их роль в живой природе // Среди природы и лаборатории. 1949. Вып. 1. С. 155–173.
3. Нетеса В.А., Вставская Ю.А., Кольга И.В. О возможности использования эфирного масла пихты для санации закрытых помещений // Производство кормовых и биологически активных продуктов из отходов и низкокачественного древесного сырья. Красноярск, 1990. С. 144–149.
4. Токин Б.П. Целебные яды растений. Л., 1981.
5. Сверчков А.Н. Фитонциды и ионизация воздуха // Фитонциды. 1981. С. 73–75.
6. Лещинская Я.С., Макарчук Н.М., Кривенко В.В. и др. Влияние летучих фитонцидов на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оператора // Фитонциды. Бактериальные болезни растений. Киев, 1985. С. 131–132.
7. Степень Р.А., Чуркин С.П. Летучие выделения сосны. Красноярск, 1982.
8. Артюховский А.К. Санитарно-гигиенические и лечебные свойства леса. Воронеж, 1985.
9. Грехман Л.З., Мильман И.С. О климато-терапевтическом эффекте имитации воздуха леса в закрытых помещениях с помощью прибора «Аэрофит» // Фитонциды. Киев, 1975. С. 293–295.
10. Нетеса В.А., Вставская Ю.А., Степень Р.А. Влияние фитоаэроионизации пихтовым маслом на организм // Проблемы химико-лесного комплекса. Красноярск, 1997. С. 143-147.

Поступило в редакцию 21 августа 2000 года