

РОЛЬ СРЕДОУЛУЧШАЮЩИХ ФИТОТЕХНОЛОГИЙ И ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА В СОХРАНЕНИИ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСОВ

ЖУЧЕНКО А.А. (мл.), член-корр. РАСХН, д.б.н., ЖУЧЕНКО Н.А., к.м.н., ТРУХАНОВ А.И., д.б.н.

Научный центр «ЭкоВИЛАР», г. Москва

Кафедра медицинской генетики ММА им. А.И. Сеченова

Ассоциация специалистов восстановительной медицины

E-mail: ecovilar@mail.ru, zhuchenko@mmasciences.ru, info@asvomед.ru

Ключевые слова: средоулучшающие фитотехнологии, генетический паспорт, медицина антистарения.

Научно-техническая революция неизбежно увеличивает масштабы и напряженность воздействия человека на процессы, идущие в биосфере, что приводит к ее загрязнению новыми химическими и физическими агентами. Важнейшими среди них оказываются мутагенные и рекомбиногенные факторы. Их опасность для живых организмов и особенно человека стала известна уже в начале XX столетия. Поэтому исключительно важна задача по изучению влияния мутагенов и рекомбиногенов окружающей среды на наследственный аппарат человека, животных, растений, микроорганизмов и вирусов, а также расширению исследований по управлению формированием здоровой среды в локальных средах обитания человека за счет средообразующих свойств растений. Это, в свою очередь, диктует необходимость комплексной оценки указанных факторов (агентов) как на наследственность человека и живых организмов, так и разработки новых средоулучшающих технологий, что на практике осуществляет научный центр «ЭкоВИЛАР» совместно с Национальной ассоциацией специалистов восстановительной медицины (АСВОМЕД) в рамках проекта медицины антистарения.

Несколько десятков лет тому назад на нашей Земле были зоны, где человек не соприкасался с искусственно созданными источниками радиации и синтетическими химическими соединениями. В настоящее время таких мест практически не сохранилось, так как даже в отдельных районах вечной мерзлоты и в Антарктиде обнаружены загрязнения химическими веществами, пестицидами, солями тяжелых металлов и др. Данные вещества за счет атмосферных явлений переносятся на далекие расстояния от мест их первоначального выброса. Более 10% людей на Земле подвержены воздействию потенциально токсических и мутагенных соединений особенно в городах и промышленных центрах. Так, в Швеции на производствах при использовании стирена у рабочих обнаружено повышение частоты хромосомных aberrаций. Аналогично в Венгрии установлены генетические нарушения для лиц, перенесших интоксикацию фосфорно-органическими инсектицидами. В мегаполисах в выхлопах автомобилей содержатся разнообразные мутагены (например, бензпирен, тяжелые металлы: свинец, цинк, кадмий и др.). Значительной мутагенностью обладают экстракты из пыли городов. Доказана мутагенность большинства пестицидов. Оказалось, что высокомутагенными веществами являются бензол, ксилол, толуол, применяемые в производстве резиновых изделий, синтетических тканей, смол, целлофана

и др., или формальдегид и хлорэтилен, обнаруженные по превышению ПДК в современных домах [1, 2, 3].

Вместе с мутагенами окружающей среды локального действия целый ряд мутагенов имеет глобальный характер, будучи разнесенными по всей планете. В их числе двуокись серы, бисульфаты, окись азота, азотная кислота, полициклические ароматические углеводороды, нитриты, озон, галогенизированные углеводороды, пестициды, формальдегиды, этиленоксид, органические и неорганические дериваты свинца, ртути и другие соединения. Эти вещества проникли в жилые помещения, учреждения образования и здравоохранения, административные центры. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что современная среда обитания человека постепенно накапливает химические агенты, которые способны проникать в зародышевые и соматические клетки и поражать в них молекулы ДНК [4].

Давно известно, что все люди существенно отличаются друг от друга, в процессе эволюции в человеческих популяциях сформировался широкий наследственный полиморфизм, следствием этого являются уникальность и генетическая неповторимость каждого человека и его индивидуальная реакция на внешние агенты [2].

В основе комплексного подхода к проблеме средоулучшения в городах лежит стратегия перехода от «пассивной» охраны окружающей среды к активной разработке новых наукоемких средоулучшающих технологий. Ведь такая охрана в конечном итоге является охраной самого человека. С.П. Боткин (1888) и И.П. Павлов (1908) при определении термина «болезнь» исходили из ее причины, обусловленной нарушением равновесия между внешними и внутренними условиями жизни человека. Между тем, мегаполисы большинства современных городов по сути являются локальной средой суперзагрязнения и одновременно местом обитания более 2 млрд человек. Поэтому здоровье каждой нации и человечества в целом могут быть обеспечены только в условиях чистых городов, в сочетании с разработкой индивидуальных программ здорового образа жизни, максимально исключающей генетически детерминированные риски, а также мониторинг (в т.ч. широкое использование различных биотест-систем) и зонирование мест пребывания человека, включая создание адресных средоулучшающих фитотехнологий.

Бесспорно, нужны технологии, предотвращающие опасность увеличения индуцированных мутагенами и рекомбиногенами окружающей среды мутаций и аномальных рекомбинаций в зародышевых и соматических клетках человека. Экспериментально показана возможность разработки методов для повышения

эффективности работы ферментов репараций, что может иметь значение для уменьшения числа мутаций. Поэтому для борьбы против влияния мутагенов окружающей среды на наследственность человека большие перспективы открывают исследования по антимутагенам. Это соединения, которые нейтрализуют сам мутаген в цитоплазме клетки или в организме до поражения или во время поражения молекул ДНК. На первых этапах были получены вещества, защищающие от радиационных поражений: радиопротекторы, часть из которых имеет защитное влияние и против химических мутагенов. В качестве антимутагенов часто используются соединения цистеина, цистина, цистамина, серотонина, глутатиона и др. Большинство мутагенов достигают клеток организмов на уровне малых или сверхмалых доз. Поэтому специфика мутагенеза и канцерогенеза, в связи с влиянием репараций и антимутагенов, возникающая на уровне малых доз, привлекает к себе в настоящее время большое внимание ученых.

Известно, что группа внеклеточных мутагенов состоит из трех подгрупп. Первая группа состоит из ингибиторов поглощения мутагенов и их предшественников. Они препятствуют проникновению в организм или ускоряют выведение из организма мутагенов. Это, как правило, жирные кислоты, ароматические аминокислоты и др. Во вторую группу входят ингибиторы эндогенного формирования мутагенов, которые предотвращают и/или тормозят реакции нитрозирования, а также изменяют внутрикишечную флору. Это токоферолы, фенолы, аскорбиновая кислота, ферментированные молочные продукты. Третья группа состоит из дезактиваторов мутагенов, например, веществ, поддерживающих определенный уровень кислотности в жидкостях тела, а также теолы и антиоксиданты. Считается, что чистота окружающей среды может выступать в качестве экологического корректора мутагенеза. Биологические и медицинские последствия мутагенеза (индуцированного) достаточно серьезны. Если мутации возникают в зародышевых клетках, то это приводит к повышению частоты наследственной патологии. Мутации в клетках эмбриона и плода ведут к снижению приспособленности будущего ребенка, повышению частоты врожденных пороков развития, гибели эмбриона или плода, внутриутробной задержке развития. Мутационный процесс в соматических клетках в постнатальном периоде повышает частоту возникновения злокачественных новообразований, нарушает иммунитет, обуславливает преждевременное старение.

Популярный медицинский журнал «Lancet» опубликовал обобщенные данные Элизабет Карлсен [5] о стремительном уменьшении репродуктивной способности мужчин как показателя генетических репродуктивных нарушений (аномальных рекомбинаций) за счет загрязнения окружающей среды. Было изучено 15 тысяч мужчин в возрасте 17-64 лет, проживающих в разных странах мира. Установлено, что с 1938 года по 1990 годы средняя концентрация спермиев в мужском эякуляте снизилась на 42%. По данным многочисленных исследований, на протяжении 50 лет мужская репродуктивная способность снижалась с ростом показателей загрязнения воздуха. Если в 1930-1940 гг предельной нормой считалось 60 миллионов сперматозоидов в 1 миллилитре эякулята, то в 1950-1960 гг – 40 млн/мл, а в 1990-2000 гг – 20 млн/мл.

По мнению специалистов, об уровне катастрофического снижения репродуктивных возможностей мужчин говорит тот факт, что при уровне 15 млн/мл успешное зачатие ребенка возможно при регулярной половой жизни в браке со здоровой женщиной в течение нескольких лет [5].

Таким образом, принципиальное значение имеет пока не опровергнутый факт невозможности генетической адаптации популяций людей к среде обитания с повышенной загрязненностью в мегаполисах, в зонах с высокой мутагенной и рекомбиногенной активностью. Главным препятствием для протекания генетической адаптации человека служат уже имеющаяся высокая частота мутаций, иногда аномальных рекомбинаций и медленная смена поколений. Появление в человеческих популяциях высокой мутагеностойчивости может привести к фатальным непредсказуемым явлениям, сопровождающимся избытком генетических жертв. Возможности адаптации человека к условиям антропогенного загрязнения за счет физиологических реакций крайне ограничены, а за счет генотипической изменчивости, в отличие от всего остального живого мира, исключены вовсе.

Так, широкий диапазон частоты хромосомных инверсий был обнаружен в популяциях дрозофилы (*Drosophila funebris*), обитающих в разных условиях урбанизации. Установлено, что особи из популяций, обитающих в городах с разным уровнем урбанизации, имеют высокую насыщенность хромосомами с инверсиями. Наоборот, особи из популяций сельских районов обладают в основном нормальными хромосомами. Оценка частоты встречаемости хромосом с инверсиями по городам, различающимся по степени выраженности загрязнения городской экологии, показала явную зависимость частоты инверсий от уровня загрязненности городов (табл. 1).

Таблица 1.
Частота инверсий в популяциях *Drosophila funebris* городов с разным уровнем урбанизации ([1] с изменениями).

Город	Концентрация инверсий, %	Город	Концентрация инверсий, %
Баку	104,0	Мичуринск	13,6
Москва	89,3	Ногинск	12,1
Саратов	55,5	Астрахань	4,2
Иваново	37,2	Кисловодск	4,1
Тверь	25,2	Воронеж	0,9

Примечание: Город Баку считается одним из самых грязных городов мира по причине близости нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих установок.

В клетках человека контролем за интенсивностью мутационных процессов является базовый уровень хромосомных aberrаций, который за последние 20 лет повысился почти в 2 раза, а среди лиц на производстве превышает контрольный уровень в 2-3 раза [2].

По данным ВОЗ, более 2 млрд людей живут в условиях, которые создают реальную угрозу для их здоровья. Здесь опасны канцерогены – физические факторы, химические и органические вещества (полициклические углеводороды, ароматические амины, асбест и др.) чаще неприродного происхождения, вызывающие возникновение или развитие злокачественных новообразований. В их числе ксилон и толуол, а основными источниками загрязнения воздуха в доме являются растворители, клеи, краски, лаки, мастики и др. (табл. 2). Концентрации толуола

изменяются от 0,04 до 0,2 мг/м³, а ксилола – от 0,04 до 0,47 мг/м³. Установлено, что формальдегид – мутагенный фактор (среднесуточное ПДК 0,01 мг/м³), основными источниками формальдегида являются полимеры (ДСП, ДВП, ФРП, мастики, шпатлевка и многие другие материалы интерьера). Концентрации в квартирах могут колебаться от 0,0004 до 0,077 мг/м³. В целом считается, что в интерьере закрытых помещений может быть более 3000 опасных химических веществ и их сочетаний [6]. Большинство жилых помещений перенаселено, что приводит к распространению инфекций. При длительном пребывании человека в закрытых и плохо вентилируемых помещениях увеличивается насыщенность воздуха микроорганизмами. Благоприятные для микробов условия закрытых помещений способствуют их активному размножению и инфекционному заражению людей друг от друга. Специалисты ВОЗ считают, что борьба с инфекциями и загрязнением окружающей среды не только далека от завершения, более того, она становится все труднее. Особенно это касается северных мегаполисов, где человек около 90% своего времени проводит в интерьере закрытых помещений, где токсичность окружающей среды может быть иногда в 10-100 раз опаснее, чем на открытом воздухе (табл. 2).

Таблица 2.

Список химических веществ, источником поступления которых в воздушную среду жилых и общественных зданий являются строительные и отделочные материалы [6].

Вещества	Средне-суточные ПДК, мг/м ³	Источники поступления
Формальдегид	0,01	ДСП, ДВП, ФРП, мастики, герлен, пластификаторы, шпаклевка, смазки для бетонных форм и др.
Фенол	0,003	ДСП, ФРП, герлен, линолеумы, мастики, шпаклевка
Стирол	0,002	Теплоизоляционные материалы, асбест, отделочные материалы на основе полистиролов
Бензол	0,1	Мастики, клеи, герлен, линолеум, цемент и бетон с добавлением отходов, смазка для бетонных форм и др. материалы
Ацетон	0,35	Лаки, краски, клеи, шпаклевка, мастики, смазка для бетонных форм, пластификаторы для бетона
Этилацетат	0,1	Лаки, краски, мастики и др. материалы
Бутилацетат	0,1	Лаки, краски, мастики, шпаклевка, смазка для бетонных форм
Этилбензол	0,02	Шпаклевки, мастики, линолеум, краски, клеи, смазки для форм, пластификаторы, цемент, бетон с отходами
Ксилолы	0,2	Линолеумы, клеи, герлены, шпаклевки, мастики и др. отделочные материалы
Толуол	0,6	Лаки, краски, клеи, шпаклевки, мастики, линолеумы и др. отделочные материалы
Бутанол	0,1	Мастики, клеи, смазки, линолеумы, лаки, краски
Свинец	0,0003	Цемент, бетон, асбест, краски и др. материалы с добавлением промтоходов
Хром	0,0015	Цемент, бетон, шпаклевки и др. материалы с добавлением промтоходов
Никель	0,001	Цемент, бетон, шпаклевки и др. материалы с добавлением промтоходов
Кобальт	0,001	Красители и строительные материалы с добавлением промтоходов

Примечание: В течение всей «жизни» полимера из него выделяются различные химические вещества. Полимерные строительные материалы, представляющие собой диэлектрики, обладают способностью накапливать статическое электричество на всей поверхности (на полу, мебели и т.д.).

Воздух внутри закрытых помещений, как правило, значительно токсичнее для человека, чем снаружи. При этом химические вещества попадают в организм человека главным образом во время дыхания, поскольку многие токсичные вещества находятся в воздухе в виде пыли, копоти, газов, дыма либо пара. Загрязненный городской воздух может спровоцировать развитие сердечного приступа. К такому выводу пришли ученые, которые опросили около 800 бостонских пациентов, перенесших инфаркт, и сравнили результаты с данными о содержании вредных частиц в воздухе в соответствующий период времени. Оказалось, что риск инфаркта в некоторые дни возрастал более чем в полтора раза. Ученые выявили два пика, в которые человек с заболеваниями сердца более всего уязвим. Первый пик наступает через два часа после попадания вредных веществ в легкие. Вероятность инфаркта в этот момент на 48% выше. Второй пик наблюдается через 24 часа. Опасность развития сердечного приступа в этот момент возрастает на 62%. Грязный воздух приводит также к повышению давления. Исследователи изучали влияние веществ, которые выбрасываются в атмосферу автомобилями, промышленными предприятиями и выделяются при горении древесины. Соответствующие частицы диаметром менее 2,5 микрон проникают в легкие и другие ткани, вызывают воспаление и формирование тромбов. Последние оказывают крайне неблагоприятное воздействие на работу сердца. Результаты данных исследований опубликованы в номере *Circulation* (2009) журнала Американской кардиологической ассоциации.

Многочисленные эпидемиологические данные указывают на то, что практически все широко распространенные заболевания (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, сахарный диабет, почти 90% всех форм рака) в той или иной мере связаны с неблагоприятными внешними факторами, среди которых главное место принадлежит атмосферным загрязнениям. Различные химические токсины, воздействуя на организм, могут провоцировать начало этих заболеваний. Белки, нуклеиновые кислоты по-разному взаимодействуют с мутациями и канцерогенами. Поэтому в зависимости от особенностей генома различные индивидуумы могут сохранять устойчивость или, наоборот, обнаруживать повышенную чувствительность к повреждающим агентам.

Первыми установили роль генетических факторов в индивидуальной реакции организма на лекарственные препараты и неблагоприятные экологические воздействия Арно Мотульский (США) и Вернер Калов (Канада) в 70-е годы XX столетия. С тех пор отмечался неуклонный рост интереса научной общественности к изучению генетических факторов, влияющих на токсичность, повышенную чувствительность к определенным экзогенным факторам [8]. Экогенетические факторы окружающей среды действуют на людей избирательно. Установлено, что практически все гены человека имеют в своей структуре молекулярные отличия (полиморфизмы), приводящие к синтезу белков с несколькими измененными структурными и функциональными характеристиками. Результаты расшифровки генома человека позволяют выявлять людей с повышенной чувствительностью к тому или иному заболеванию, адекватно интерпретировать полученные результаты и разрабатывать на основании

полученных данных эффективные схемы индивидуальной профилактики.

В настоящее время во многих диагностических центрах России уже широко применяются молекулярные методы в целях диагностики генных болезней, выявления гетерозиготных носителей патологических мутаций в семьях высокого риска, для досимптоматической диагностики болезней с поздней манифестацией, а также для целей геномной дактилоскопии (идентификации личности). Постепенно набирает силу и генетическое тестирование в рамках профилактической медицины. Происходит накопление генетических данных о геноме как отдельных индивидуумов, так и целых семей. Эти базы ДНК-данных рассматриваются как «генетический паспорт» [7]. Фактически речь идет о ДНК-диагностике, что включает совокупность методов и технологий, которые позволяют выявлять повреждения в определенном гене человека и тем самым говорить о том, что этот дефект является причиной различных наследственных заболеваний либо может к ним привести за счет плохой среды обитания человека или неправильного образа жизни. В России данные исследования проводятся в лабораториях Москвы, Санкт-Петербурга, Уфы, Томска и Новосибирска. Тогда как за рубежом генетическое тестирование широко практикуется во многих диагностических центрах Европы и Америки. Поэтому генетический паспорт который позволяет пациенту задать программу на долголетие, полнее реализовать врожденные генетические способности, избегая риска заболеваний и представляя несомненную ценность для формирования здорового потомства, пользуется большим доверием пациентов во многих развитых странах. Человек с помощью соответствующей информации может наиболее рационально выбрать профессию, стиль, образ жизни и среду обитания.

Большинство ксенобиотиков, попадая в организм человека, не оказывают прямого биологического эффекта. Как правило, они вначале подвергаются различным превращениям, так называемой биотрансформации. Контроль метаболизма поступающих в организм ксенобиотиков осуществляется с помощью генетически детерминированных ферментов на всех стадиях от всасывания до выведения. Детоксикация на первой фазе приводит к преобразованию ксенобиотиков в короткоживущие промежуточные метаболиты с генотоксическими свойствами. Эта фаза осуществляется ферментами семейства цитохрома P-450, к которым обнаружено на сегодня около 200 генов, и в каждом гене несколько десятков мутаций. Если мутантный продукт не имеет ферментативной активности, то ксенобиотики вызовут повреждение сначала на клеточном, а потом и на организменном уровне [8].

Во время второй фазы биотрансформации промежуточные активированные ксенобиотики преобразуются в водорастворимые нетоксичные компоненты, которые выводятся из организма через кожу, почки, кишечник. Эта фаза осуществляется различными трансферазами, среди которых имеются и мутантные формы. Таким образом, если вторая фаза биотрансформации не состоится по причине неактивной формы фермента, то генотоксические продукты после первой фазы будут вызывать рак, иммунодефициты, ускоренное старение (табл. 3) [7, 9].

Гены, кодирующие ферменты детоксикации, характеризуются значительным полиморфизмом первичной молекулярной структуры, обнаруживаются существенные популяционные, этнические и расовые вариации, связанные с исторически сложившимися традициями, различными продуктами питания, географической средой обитания и пр. [8].

У лиц с наследственной предрасположенностью (мутантной формой белка – ингибитора протеаз, который функционально не активен) пылевые частицы, полициклические ароматические углеводороды и курение вызывают хроническую обструктивную болезнь легких. Рак легких возникает у тех курильщиков, которые унаследовали мутацию в гене арилгидрокарбонгидроксилазы. Из-за аномальной структуры этого фермента эпоксиды, образующиеся из полициклических углеводородов, не разлагаются, а остаются как постоянные канцерогены в легких.

Таблица 3.
Гены, ответственные за предрасположенность или резистентность к воздействию производственных факторов ([9] с изменениями и дополнениями).

Воздействующий агент	Патологический эффект	Ген
Полициклические ароматические углеводороды (формальдегид, бензол, хлорэтилен, толуол и др.)	Рак легких	CYP1A1
Мышьяк	Метаболиты мышьяка в моче	GSTM1, GSTT1
Бериллий	Хронический бериллиоз	HLA-DP β 1
Свинец	Уровень свинца в крови	ALAD, VDR
Ртуть	Атипичные профили порфирина	CPOX,UROD
Фтор	Флюороз	CERUMEN
Озон	Приток воспалительных клеток в легкие	TLR4
Гетероциклические амины	Рак толстой кишки и молочной железы	NAT2,SULT1A1
Ароматические амины (производственные красители)	Рак мочевого пузыря	NAT2
Афлатоксин В1	Печечно-клеточная карцинома	CYP1A2, CYP3A4, GSTM1,EPHX1
Сенная пыль	Образование фактора некроза опухолей	TNF-a
Асбест	Асбестоз	PGM1, PI, C'3

Если имеется фактор генетического риска и человек предупрежден об этом вовремя, то он успевает изменить свой стиль жизни. К примеру, в последнее время, особенно в мегаполисах, болезнь Паркинсона поражает совсем молодых. Раньше считалось, что ею заболевают после 50–60 лет, а сейчас она может возникнуть и в 40, и даже в 35 лет. И такие случаи уже не редкость. Факторов, которые влияют на это, немало, прежде всего неблагоприятная экология (формальдегид, бензол, хлорэтилен, ксилол и др.) и стрессы.

Специфических методов профилактики для людей из группы риска пока мало. Ученые их сейчас ускоренно разрабатывают. Но известно, что одним из неблагоприятных экзогенных (воздействующих извне) факторов, способствующих развитию пар-

кинсонических изменений в нейронах, являются фосфоорганические соединения. К ним относятся некоторые пестициды, ароматические углеводороды в интерьере закрытых помещений, а также многие другие мутагенные и канцерогенные вещества мегаполисов, особенно северных мегаполисов, где человек проводит большую часть своего времени в закрытых помещениях. Естественно, что человеку, который имеет повышенный генетический риск проявления болезни Паркинсона, медики не просто рекомендуют избегать контакта с указанными соединениями, а делать это в обязательном порядке. Это пока первые и очень предварительные примеры того, как генетический паспорт может дать новую жизнь практически каждому.

Все вышесказанное усугубляется болезненным синдромом человека в закрытых помещениях, который проявляется чаще весной внутри высокоизолированных зданий в холодном климате, где обновление воздуха и вентиляция ограничены в связи с высокой стоимостью тепла и необходимостью сохранения электроэнергии. По данным ВОЗ, этот синдром считается серьезным профессиональным заболеванием работников административных учреждений в Северной Европе и Северной Америке; он характеризуется постоянным чувством усталости, «заложенным носом», ощущением дискомфорта, приступами кашля, головными болями, воспаленными глазами, затруднением дыхания и головокружениями.

Низкая относительная влажность воздуха (ниже 50%) в сочетании с высокой комнатной температурой способствуют нарушению ионного равновесия с преобладанием положительных ионов. Такая окружающая среда сушит слизистую носа, снижая ее защитные противомикробные свойства, а катионы заставляют тромбоциты крови высвобождать серотонин – гормональное вещество, которое, как полагают специалисты, является «пусковым механизмом» различных болезненных состояний, включая головную боль, мигрень, депрессию, чрезмерное утомление, астму, раздражительность и расстройство психики у восприимчивых людей. В этом случае важным фактором является ионизация воздуха, в формировании которой растительные ароматические вещества занимают важнейшее место. Они ионизируют молекулы азота, кислорода, углекислого газа. В 1 см³ городского воздуха, бедного растительными ароматами, всего около 50 отрицательных ионов, а в 1 см³ лесного воздуха их около 5 тыс. Легкие отрицательные ионы оказывают на человека стимулирующее биологическое действие, повышают сопротивляемость организма, работоспособность, адаптацию, нормализуют деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем [10].

При строительстве жилых (а также торговых и промышленных) зданий могут применять и материалы, создающие потенциальную опасность для здоровья; к ним, в частности, относятся те, которые содержат асбест (обычно применяющийся для изоляции) и свинец (входящий в состав красок). К органическим соединениям, которые также могут создавать опасность для здоровья людей, относятся формальдегид, хлороформ и трихлорэтилен, которые содержатся в строительных материалах, мебели, обогревательных устройствах, средствах для сохранения деревянных изделий, очищающих средствах, различных видах клея и растворителях [6].

Летучие фракции растений обладают высокой бактерицидной активностью и повышают сопротивляемость организма. В средние века полы посыпали ароматными растениями, а небольшие букетики пряных трав носили на теле как защиту от инфекционных заболеваний. Эффект обусловлен не только действием самого ароматического вещества нативного растения на бактерии или вирусы, но и тем, что они (даже в ничтожно малых дозах) помогают организму человека вырабатывать интерферон. Выявлена высокая бактерицидная активность некоторых эфирных масел (кардамона, мирта, мяты и др.) в отношении микоплазм, неотъемлемой части возбудителей ОРЗ. Антибактериальная активность ароматов не уступает многим антибиотикам, что делает предпочтительной ароматерапию при лечении и профилактике респираторных заболеваний, особенно в детских коллективах. Для этих целей обычно используют масло мяты перечной, сосны обыкновенной, мирта обыкновенного, кардамона настоящего и др. При этом влияние нативных растений более мягкое и практически не приводит даже при длительном воздействии к аллергическим состояниям и передозировке.

Развивается функциональная геномика, дифференцирующая индивидуальные генетические реакции человека на конкретные внешние агенты загрязнения, – избирательная токсичность. Накапливаются новые знания о коадаптированных блоках генов, которые несут в геноме функциональную «память» об эволюционной среде обитания человека. Человек является продуктом природы, а новые среды и новые химические факторы увеличивают экопатогенный риск. Поэтому так стремительно растет заболевание раком легких относительно всех других заболеваний, а академик Ю.Е. Вельтищев особо указывает на болезни органов дыхания как на самую частую в конце XX столетия патологию у детей.

Согласно концепции экогенетики необходима проверка влияния всего множества внешних факторов (особенно новых для человека ксенобиотиков) с целью выявления патологических, наследственно обусловленных реакций, что послужит научной основой для понимания и формализации общей и индивидуальной адаптивной среды для каждого человека. Адаптивные возможности человека достаточно сужены, особенно к новым штаммам вирусов и бактерий, к химическим соединениям антропогенного происхождения, физическим, информационным и другим факторам риска. Считается, что эволюционная «память» человека о среде обитания длительное время формировалась во влажных тропических лесах. Эволюция человека фактически миллионы лет проходила в постоянном и тесном контакте с растениями, служившими ему пищей и лекарством, домом и одеждой, строительным материалом и орудиями труда, а также эстетическим фоном, снимающим усталость и стресс. Известны факты оздоровительного влияния на человеческий организм свежего воздуха лесов и трав, что в современных условиях городов практически утрачено.

В итоге, XX век характеризуется резким снижением и уничтожением биоразнообразия, глобальным загрязнением и стремительным ростом целого ряда инфекционных заболеваний, а также заболеваний легких, нервной системы, гипоксией и т.д., созданием зон суперзагрязнения: в мегаполисах городов, где, по данным Всемирной организации здравоохранения,

ранения (ВОЗ), проживает более 1 млрд человек в условиях загрязнения выше предельно допустимых показателей; в закрытых помещениях, где человек проводит до 90% своего времени при обычном уровне загрязнения в 4, а иногда и в 100 раз большем, чем на открытом воздухе, особенно в городах северных мегаполисов из-за недостаточного обновления воздуха. Первый энергетический кризис (1970-е гг.) заставил «закупорить» жилища. Общий уровень химического загрязнения воздуха внутри помещений превышает уровень загрязнения атмосферного воздуха в 1,5-4 раза, а для некоторых зданий в 10 раз и даже значительно больше. Согласно результатам социологических и эпидемиологических исследований, проведенных в лаборатории эколого-гигиенической оценки жилых и общественных зданий НИИЭЧиГОС им. А.Н. Сытина РАМН, 21, 1% населения Москвы считают главной причиной ухудшения состояния своего здоровья неудовлетворительное качество воздуха в жилых помещениях. Самыми важными для здоровья москвичей внутрижилищными факторами являются: уровень химического загрязнения воздушной среды, шумовой фактор, размер жилой площади. Суммарное химическое загрязнение воздушной среды жилых и общественных зданий зависит от уровня загрязненности окружающего атмосферного воздуха, удельного содержания в помещении полимерных соединений и величины воздухообмена. По данным проф. Ю.Д. Губернского и Н.В. Калинина, в воздушной среде московских жилых и общественных зданий наибольшую опасность представляют формальдегид, фенол, бензол, стирол, этилбензол, толуол, ксилол, альдегиды, ацетон, аммиак, этилацетат, оксиды азота и углерода. При этом домашняя пыль рассматривается как «депо», содержащее множество спор различных родов грибов, которые увеличивают риск обострения аллергических реакций [11].

В последнее время в мире уделяют особое внимание проблеме очистки воздуха в интерьере закрытых помещений. Специалисты американского агентства по авионавигации и космическим исследованиям (НАСА) экспериментально установили, что некоторые высшие растения обладают высокоэффективными избирательными свойствами очищать воздух закрытых помещений от формальдегида либо трихлорэтилена и/или бензола и др.

Ученые НАСА уже в начале 1950-х годов связывали аллергию и другие хронические заболевания с загрязнением воздуха в интерьере закрытых помещений. Возникновение данной проблемы имеет две причины. За последние 50 лет расширилось применение в строительстве и мебелировке помещений прессованных древесно-стружечных материалов, искусственных волокон и пластика, создающих высокую концентрацию токсичных веществ в воздухе, а также энергетический кризис в 1973-1974 гг. привел к созданию систем с низкой циркуляцией воздуха. В мае 1988 г. А.В. Него из лаборатории L. Berkeley в Калифорнии установил, что токсическое загрязнение в американских домах находится на уровне опасности для здоровья людей. Их токсическое действие на человека проявляется в заболеваниях различной степени тяжести – от головной боли и респираторных заболеваний до рака.

Около 20 лет исследованием данной проблемы занимается доктор В.Вулвертон, микробиолог, химик и инженер-эколог из Центра по исследованию

окружающей среды J.C. Stennisa. Доктор Вулвертон разработал модель технологии самовосстановления среды обитания человека (воды и воздуха) за счет использования высших растений и микроорганизмов. Результаты этих работ были представлены в мае 1989 года на проходившем в городе Кельне семинаре по проблемам улучшения воздуха внутри помещений путем использования комнатных растений. Установлено, что они обладают различной способностью к поглощению токсичных веществ из воздуха. В одном случае растения *Dracaena deremensis* «Narnekii» удаляло 50% формальдегида, 52% бензола и 10% трихлорэтилена из комнатного воздуха за 24 часа наблюдений. Изучение также показало, что растения *Aloe vera* и два вида филодендрона *Philodendron domesticum* и *Philodendron oxycardium* в состоянии уничтожить большое количество формальдегида из воздуха. В изолированном помещении за 24 часа опыта содержание формальдегида снизилось при выращивании хлорофитума (*Chlorophytum capense*) – на 86%, хризантемы (*Chrysanthemum morifolium*) – на 61%, герберы (*Gerbera jamesonii*) – на 50%, бензола на 90% при выращивании плюща (*Hedera helix*), на 80% – спатифиллума (*Spathiphyllum* «Mauna Loa»), на 79% – при выращивании драцены (*Dracaena marginata*). В условиях ограниченного освещения внутри помещений (около 1350 лк) процесс поглощения токсических веществ из воздуха более активно идет через корни. Так, при снижении в воздухе бензола с помощью растения *Scindapsus aureus* лишь 2% приходится на листья и 65% на корни, *Dracaena deremensis* соответственно 34 и 45%. Установлено, что активированный уголь, используемый в угольных фильтрах для очистки воздуха в сочетании с растениями, обладает полезными свойствами очищать воздух. Доктор Вулвертон предложил соединить две системы – растения и уголь, выращивая растения в активированном угле для биорегенерации. Уголь улавливает вещества, загрязняющие воздух, а корни растения, на нем выращиваемого, вместе с сопутствующими им микроорганизмами используют загрязнители для питания. Это происходит после превращения их с помощью микроорганизмов в доступную для растений форму. Помимо активированного угля вероятно, возможно использовать иные адсорбирующие субстраты (типа вермикулита, мха, волокна льна и др.). При этом важно использование микровентилятора для лучшего засасывания загрязненного воздуха в субстрат. Эффективность очистки воздуха от токсичных веществ настолько высока, что иногда достаточно 1 растения на 100 м² интерьера закрытого помещения. Доктор Вулвертон считает, что подобные устройства помогут значительно снизить концентрацию вредных веществ в интерьере помещений [12].

В 1978 г. А.М. Гродзинский впервые вводит термин «фитодизайн» – использование растений для улучшения среды обитания человека, а затем в 1980-е гг. ученый развивает новое направление науки – фитозергономику, объединяющую различные знания по использованию растений для поддержания и восстановления работоспособности человека, в основе которых лежит комплекс оздоровительных свойств: эстетотерапия, ароматерапия, фитонцидотерапия, цветотерапия и др.

В конце XX века в НАСА для комплексного изучения комнатных растений как очистителей воздуха в

интерьере закрытых помещений создали Биодом, представляющий герметичный ангар длиной 50 метров. Внутри этого помещения был создан современный интерьер из искусственных материалов, которые выделяли формальдегид, бензол, ксилол, толуол, хлорэтилен, ацетон и др. вредные для человека искусственные ароматические углеводороды. В герметичном ангаре (без растений) в течение месяца под постоянным медицинским контролем находилось пять испытуемых человек. Их самочувствие каждый день ухудшалось. Наблюдался болезненный синдром человека (БСЧ) в закрытых помещениях, проявляющийся чаще весной внутри высокоизолированных зданий в холодном климате, где обновление воздуха и вентиляция ограничено. По данным ВОЗ, этот синдром считается серьезным профессиональным заболеванием работников административных учреждений в Северной Европе и Северной Америке. БСЧ характеризуется постоянным чувством усталости, «заложенным носом», ощущением дискомфорта, страхом, приступами кашля, головными болями, воспаленными глазами, затруднением дыхания и головокружениями. У испытуемых наблюдались все признаки БСЧ. Постоянный анализ воздуха показал увеличение в интерьере вредных для человека ароматических углеводородов (формальдегид, бензол и др.). Постоянный приток микродоз фитоорганических веществ живых растений отсутствовал. Внесение в Биодом большого количества различных видов растений-филофильтров (фикусы, хлорофитумы и др.) кардинально изменило самочувствие испытуемых (табл. 4). У испытуемых нормализовалось самочувствие. Ученые НАСА объясняют этот эффект улучшением чистоты воздуха в интерьере герметичного ангара. Таким образом, данный эксперимент наглядно продемонстрировал роль специальных видов растений в улучшении здоровья человека в интерьере закрытых помещений за счет формирования микрофитоклимата и улучшения среды обитания человека [4].

Американцы видят проблему в том, что не существует единого критерия, по которому можно оценить все бесчисленные экологические проблемы, чтобы составить для законодателей четкий перечень экологических законов и критериев их оценки. Этим обосновывается необходимость создания единого правительственного агентства, в юрисдикции которого находилось бы множество экологических факторов, которые вызывают загрязнение воздуха в помещениях. Поэтому, считают американцы, забота о чистом воздухе в домах лежит пока на тех, кто в них живет.

Таблица 4.

Растения как очистители воздуха в интерьере закрытых помещений от полициклических ароматических углеводородов [4].

	формальдегид	бензол	трихлорэтилен	толуол	окись углерода	
Алоэ	+	-	-	-	-	6,5
Араукария **	-	-	-	-	-	7,0
Бегония *	-	-	-	-	-	6,9
Гусмания	+	-	-	+	-	6,0
Драцена	+	+	+	-	-	7,8
Каланхое	+	-	-	-	-	6,2

Кипарис *	-	-	-	-	-	7,5
Нефролепис	+	-	-	-	-	7,5
Пеперомия	+	-	-	-	-	6,2
Плющ	+	+	+	-	-	7,8
Пуансеттия	+	-	-	-	-	6,9
Сансиверия	+	+	+	-	-	6,8
Спатфиллум ***	+	+	+	-	-	7,5
Сциндапус	+	+	-	-	-	7,5
Традесканция	+	-	-	-	-	7,8
Фикус	+	+	+	-	-	8,0
Филодендрон	+	-	-	-	-	7,0
Финик	-	-	-	+	-	7,8
Хамедорея	+	+	+	-	-	8,4
Хлорофитум	+	-	-	-	+	7,8
Циссус	+	-	-	-	-	7,5
Эхмея *	+	-	-	-	-	6,8

Примечание: * поглощает летучие соединения, ** – примеси, *** – ацетон.

При длительном пребывании человека в таких закрытых и плохо вентилируемых помещениях увеличивается насыщенность воздуха вредными ароматическими углеводородами и болезнетворными микроорганизмами. Благоприятные для микробов условия закрытых помещений способствуют их активному размножению и инфекционному заражению воздушно-капельным путем людей друг от друга. Воздух внутри герметично закрытых помещений токсичнее для человека, чем снаружи, в 4-10, а иногда в 100 раз. При этом химические вещества и микробы попадают в организм человека главным образом во время дыхания (табл. 5).

Таблица 5.

Количество воздуха, вдыхаемого условным человеком, литров в час [13].

	Взрослый мужчина	Взрослая женщина	Ребенок 10 лет	Ребенок до 1 года	Новорожденный
При легкой нагрузке	1200	1130	770	250	90
В покое	450	320	280	90	30

Известно, что растения могут усваивать из атмосферы алканы и ароматические углеводороды, карбонильные соединения, кислоты, спирты, эфиры и эфирные масла, из воздушной среды – метан, этан, пропан, бутан, пентаны, формальдегид, бензол, трихлорэтилен, толуол, циклогексан и др. Например, виноград и персик почти не поглощают ароматические углеводороды, бирючина усваивает десятые доли миллиграмма, тополь и вишня – миллиграммы, а лох и клен – десятки миллиграммов [10].

Проникновение химических веществ из воздуха в растение происходит преимущественно через устьичный аппарат, откуда они поступают в межклеточное пространство и сами клетки. Наряду с поглощением экзогенных веществ растение-акцептор одновременно выделяет в атмосферу свои собственные

экзометаболиты. Виды высших растений сильно различаются по степени повреждения, обусловленного разной концентрацией накапливающихся в течение вегетации в листьях соединений серы, хлора, фтора и прочих химических веществ, в 10-30, а иногда и в 50 раз. Так, за май-сентябрь тополь бальзамический может накопить сернистого газа до 180 г, а барбарис обыкновенный – лишь 6 г. Опыты, проведенные с парами радиоактивных меток (для формальдегида и др.), показали, что растения усваивают их из воздуха и включают молекулы этих соединений в общий процесс метаболизма. Так, усвоенные растениями алканы через стадии образования спиртов и альдегидов окисляются в кислоты различного строения и т.д., при этом свет значительно стимулирует окисление [14].

Летучие органические продукты растительного происхождения из цветков, листьев, плодов, прорастающих семян, клубней и других частей высших растений выделяются в атмосферу (в основном в летний период при травмировании или воспалении тканей) почти всеми видами растений: монотерпеновые углеводороды (α-пинен, сантен, камфен, лимонен, терпинолен и др., всего 10-20 идентифицированных компонентов) и другие углеводороды (метан, этан, пропан, бутан и др.), кислородсодержащие соединения (фенхон, фенхол, камфора, изоборнеол, борнеол и др., более 10 компонентов), сесквитерпеновые углеводороды (лонгтфолен, карнофиллен и др.), а также сложные эфиры, фенолы, альдегиды, амины, кетоны, спирты, кислоты, витамины (в выделениях органов цветка и др.), белки (как правило, низкомолекулярные) и многие другие вещества. Отличительной их особенностью является то, что они концентрируются в непосредственной близости от растений и человека. Состав летучих выделений большинства видов разнообразен, уникален и пока мало изучен. К примеру, современными методами для идентификации состава всех летучих компонентов запаха сельдерея потребуется подвергнуть экстракции около 5 т зеленой массы. Установлено влияние летучих легких предельных углеводородов и других веществ, специфичных определенному виду растений, составу почвенного или водного субстрата, разные концентрации которых подавляют или активизируют различные процессы жизнедеятельности многих организмов, включая человека, а также обменные процессы (например, охлаждение и нагревание тканей), воздушное питание микроорганизмов, привлечение насекомых и т.д. Считается, что ежегодный мировой выход соединений, относящихся только к терпеновым производным, составляет 175 млн т. Так, одно дерево сосны или можжевельника в благоприятные дни может выделять до 30 г летучих органических веществ. Весной запасы их в атмосфере пополняются из прогретой почвы. Осенью они поступают в воздух из отмирающих листьев и других растительных органов. Выдвинуты гипотезы о связи окислительных и деструктивных превращений фитоорганических экзометаболитов растений с возникновением гроз и торнадо, миграцией птиц и рыб, образованием нефти и подзолистых почв, а также о важном значении летучих фитоорганических веществ в жизни животных и человека [10].

Для искусственного насыщения воздушной среды помещений парами летучих терпеноидов эфирных масел (мирта, шалфея, лаванды, мяты, пихты и др.) с целью профилактики и лечения различных заболе-

ваний обычно применяется концентрация 0,5-1,5 мг на м³ (см. табл. 6).

Таблица 6.
Оздоровление среды типовых помещений города Москвы с помощью растений Модуля аэрофитотерапевтического типового (МАФТ) [5, 14].

Параметры среды в 1 м ³ воздуха	Агрессивная среда мегаполисов без растений	Здоровая среда при концентрации листьев более 3 м ² на 100 м ³ интерьера помещения
Летучие углеводороды лекарственных и ароматических растений	0	0,001-0,01%
Кислородсодержащие соединения растений	0	0,001% и более
Витамины растений в составе сложных эфиров, фенолов, паров воды и др.	0	до 0,001%
Микробное число (стафилококки, стрептококки, кишечная палочка и др.)	850-1330	122-205
Микроскопические грибы	460-850	55-103
Микрочастицы пыли	до 1000	300-400
Легкие отрицательные аэроионы*	150-250	300-350
Легкие положительные аэроионы*	250-500	600-900
Концентрация CO ₂	0,033-0,050%	0,030-0,032%
Влажность воздуха	50-60%	60-70%
Концентрация формальдегида	0,0004-0,077%	0,0004%
Концентрация бензола	0,0017-0,01%	0,0017%
Концентрация ксилола и толуола	0,04-0,6%	0,04%
Шумопоглощение	Более 2-3 Дб	Снижение на 1-2 Дб
Эстетотерапевтический эффект	0	Улучшается настроение, снимается напряжение

Примечание: * ион/см³, экспериментальные данные комплексной эколого-гигиенической оценки специального помещения ЦКБ Президента (при скорости воздухообмена 0,1 м/сек) НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН, Всероссийским институтом лекарственных и ароматических растений РАСХН, научным центром «ЭкоВИЛАР». По данным ВОЗ, внутрибольничные и интерьерные инфекции, передающиеся воздушно-капельным путем, являются наиболее опасными и прогрессирующими.

А.Н.Толоконин в книге «Мировые оздоровительные системы в практике восстановительной медицины», М., 2007, пишет (с. 45), что «техногенная революция привела к тому, что образ жизни современного человека радикально изменился по сравнению с его предками. Однако геном (генетическая информация) человека не подвержен столь быстрым изменениям как окружающая среда». В мегаполисах произошла дисгармония человека и окружающей среды [16].

Для северных мегаполисов данная проблема особенно актуальна, так как здесь человек около 90% своего времени проводит в помещениях. Нормативных документов, регулирующих ассортимент и количество, а также научных результатов о сре-

доулучшающих свойствах растений, мониторинге условий и разнообразия растений в интерьере недостаточны. Например, по нашим экспериментальным данным, для оздоровления среды обитания человека в помещении 100 м² площадь листовой поверхности специализированных (средоулучшающих) растений должна быть не меньше 3 м, так как окружающая среда в интерьере значительно хуже, чем на открытых площадках. Современная «агрессивная» среда мегаполисов нуждается в изучении взаимосвязи адаптации человека и растений. Данная проблема была рассмотрена в конце мая 2008 г. в Германии на международной конференции «Биологическое разнообразие городских экосистем и дизайн».

Сегодня город является местом суперзагрязнения и местом высокой концентрации большого числа людей. Многие виды растений, как и человек, не приспособлены к негативным факторам городов (загазованность, запыленность, низкая освещенность и др.). В мире из 300 тыс. видов высших растений менее 0,1% комплексно исследованы на предмет практического использования в мегаполисах. Причина в остром недостатке специальных научно-исследовательских работ по изучению адаптивного и средообразующего потенциала видов растений в конкретных городах на основе мобилизации мировых ресурсов, физиологии и селекции, агротехники и защиты растений, гигиены и архитектуры и т.д. Так, в результате интенсивного антропогенного воздействия, несмотря на расширение работ по озеленению, площадь зеленых насаждений Москвы, начиная с 1985 г., уменьшается и составляет в среднем около 17 м² на 1 человека при морально устаревшем нормативе 24 м² (в пределах Садового кольца в 10 раз меньше). Видовой состав состоит из 90 видов деревьев и кустарников, 71% которых представлен лишь 7 видами, находящимися в возрасте физиологической старости, малое биоразнообразие трав, кустарников и лиан со средоулучшающими свойствами. Для интерьеров закрытых помещений мониторинг практически не ведется. По нашим данным, в интерьере встречаются ядовитые растения и крайне мало средоулучшающих видов.

Для гармонизации внутреннего (эндогенного) состояния человека и внешних условий среды в мегаполисах от «пассивной» охраны природы надо перейти к активной разработке новых наукоемких средоулучшающих технологий. По данным ВОЗ, условия и образ жизни, качество окружающей среды играют доминирующую роль в состоянии здоровья человека (в совокупности более 80%).

Генетическое тестирование, создание генетического паспорта применяется уже на практике. И здесь открываются большие перспективы. На основе данных генома человека можно не только прогнозировать токсические проявления отдельных факторов среды у лиц с определенной наследственной предрасположенностью, но и рекомендовать средства профилактики.

Однако не всем это удастся, особенно в мегаполисах, где экологические опасности подстерегают нас везде: и дома, и на работе. В этом случае генетический паспорт позволяет упредить проявление болезни или продлить время до ее наступления. Для этого необходимо просто принять определенные профилактические меры, например, стараться избегать высоких концентраций того или иного химического вещества

(формальдегида, бензола, хлорэтилена и др.) или оставить работу на вредном производстве, либо использовать дополнительные факторы профилактики, например, средоулучшающие фитотехнологии.

Таким образом, в системе потребностей человека (биологических, психологических, информационных, этнических, социальных, трудовых, экономических и т.д.) надо выделить приоритеты, связанные с генетически детерминированными особенностями восприятия среды обитания. Это комфорт городской среды и жилища с учетом эколого-генетических стратегий адаптации человека и растений к условиям мегаполисов, которые, как правило, совпадают. Поэтому исследования влияния мутагенов и рекомбинагенов окружающей среды на наследственный аппарат человека имеют важное значение для изучения управления формированием здоровой средой в локальных средах обитания человека в мегаполисах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубинин Н.П. Генетика. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 532 с.
2. Бочков Н.П., Чеботарев А.Н. Наследственность человека и мутации внешней среды. – М.: Медицина, 1989. – 270 с.
3. Бочков Н.П. Клиническая генетика: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. – 448 с.
4. Ван дер Неер. Все о комнатных растениях, очищающих воздух. – СПб.: ООО «СЗКЭО», 2007. – 128 с. ил.
5. Анисимов В.Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения. – СПб.: Наука, 2008, в двух томах, т.1 – 481с., т.2 – 434 с.
6. Губернский Ю.Д., Лещиков В.А., Рахманин Ю.А. Экологические основы строительства жилых и общественных зданий. – М., 2004.
7. Баранов В.С., Баранова Е.В., Иващенко Т.Э., Асеев М.В. Геном человека и гены «предрасположенности» (Введение в предиктивную медицину). СПб.: Интермедика, 2000. – 272 с.
8. Жученко Н.А., Умнова Н.В., Румак В.С., Ревазова Ю.А., Сидорова И.Е., Хрипач Л.В., Лазаренко Д.Ю., Софронов Г.А. Врожденные морфогенетические варианты и генетический полиморфизм системы детоксикации ксенобиотиков у детей из загрязненных диоксидами районов в южном Вьетнаме // Вестник РАМН, 2006. – № 7. С. 3-10.
9. Спицын В.А. Экологическая генетика человека. М.: Наука, 2008. – 503 с.
10. Жученко А.А. мл. Мобилизация мировых генетических ресурсов и средоулучшающие фитотехнологии. – М., РУДН, 2007.
11. Губернский Ю.Д., Калинина Н.В. Эколого-гигиенические аспекты строительства жилых и общественных зданий города Москвы // Гигиеническая оценка состояния окружающей среды и здоровья населения в Москве. – М., 1997. – С. 114-127.
12. Степень Р.А., Хребтов Г.А. Летучие терпеновые соединения и ограничение ими прозрачности атмосферы // Исследование Земли из Космоса. – 1981. – № 1. – С. 74-77.
13. Человек: медико-биологические данные. Доклад рабочей группы комитета ИМКРЗ по условному человеку. – М., Медицина, 1977.
14. Метаболизм химических загрязнителей биосферы в растениях// Под. ред. С.В. Дурманидзе, Тбилиси, 1979.
15. Жученко А.А. мл., Рабинович А.М., Иванников И.О., Петухова С.В., Батеха Т.И., Орлова Е.В. Использование аэрофитотерапевтического модуля для оздоровления среды обитания человека. – Сб. межд. конф. ВИЛАР, М.: 2001. – С. 171-173.
16. Wolverton B.C. Interior landscape plants and their role in improving Indoor Air Quality, Wolverton Environmental Services inc., Picayune. – Missisipi, 1990.

РЕЗЮМЕ

В статье рассматривается роль средоулучшающих фитотехнологий и генетического паспорта в сохранении здоровья человека в условиях мегаполисов. Обосновывается следующее положение: как бы ни были сложны и серьезны современные проблемы экологической генетики человека, их решения возможны на основе фундаментальных исследований в области генетики человека и разработки новых наукоемких средоулучшающих фитотехнологий.

ABSTRACT

The article discusses the role of improving environment fitotechnologies and human genetic passport in preservation of human health in conditions of megacities. The following thesis is proving: in spite of severity and seriousness of current problems of ecological human genetics, the decision can be made on the basis of fundamental sciences advances (human genetics) and improving environment fitotechnologies.