

### К вопросу оценки экспозиции аллергенных и пирогенных соединений в пыли помещений на современном этапе

Ахапкина И. Г., канд. биологических наук, ФГБНУ научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И. И. Мечникова, Россия, 105064, Москва, М. Казенный пер., д.5А, e-mail: isun1@rambler.ru

**Рассмотрены существующие методы оценки экспозиции аллергенных и пирогенных соединений в пыли помещений. Актуальность такого рода обследований помещений обусловлена ростом числа людей с гиперчувствительностью в популяции. Комплексный подход, а именно одновременное количественное определение аллергенов из разных источников и пирогенных соединений, позволяет получать наиболее полную характеристику помещения в плане комфортности пребывания в нем людей с гиперчувствительностью к бытовым аллергенам.**

**Ключевые слова:** клещевые, грибные, пыльцевые аллергены, бета-глюканы, эндотоксин.

Количество людей с различными аллергическими заболеваниями год от года только увеличивается. Например, в 2008 году было отмечено, что в России от 19 до 40% взрослого населения, более 27% детей и подростков и от 22 до 48% работников промышленных предприятий страдают различными аллергическими заболеваниями [1]. Можно предположить, что данная тенденция не изменится в обозримом будущем, поскольку известно, что важным фактором аллергии является генетическая предрасположенность индивидуума к реакциям гиперчувствительности. Современные медицинские методы и средства позволяют предотвращать тяжелые последствия аллергических реакций. Следовательно, с течением времени в популяции будет увеличиваться процент носителей генетической предрасположенности к гиперчувствительности, в связи с чем насущной проблемой жизнеобеспечения аллергиков становится создание комфортной среды обитания. Одной из задач этого направления является оценка экспозиции аллергенных и пирогенных соединений в жилых и общественных помещениях.

Актуальность задачи обусловлена неопределенностью современных данных как о предельно допустимых концентрациях аллергенов и пирогенов в окружающей среде, так и концентрациях, вызывающих развитие толерантности [2, 3, 4]. Причем в настоящее время основной методологический подход к определению количественных характеристик аллергенной нагрузки окружающей среды предполагает использование косвенных методов, а именно определение количества

источников аллергенных и пирогенных соединений. В частности, проводят визуальный подсчет пыльцевых зерен растений или клещей домашней пыли, микробиологическое определение количества колониеобразующих единиц (КОЕ) микроскопических грибов и бактерий.

У названных способов, безусловно, есть свои преимущества. Например, опытный исследователь может одновременно определить и количество пыльцевых зерен, и видовой состав пыльцы в образце. Данный метод хорошо себя зарекомендовал при характеристике пыльцевого состава в воздушной среде, особенно в период активного пыления того или иного растения. Однако при изучении образцов пыли помещений, где пыльца скапливается в течение некоторого периода времени, подвергаясь при этом деструкции, невозможно подсчитать все осколки зерен, тем более определить, к какому виду растений они принадлежат. Но не учитывать эти фрагменты при оценке аллергенности помещения нельзя, поскольку известно, что разрушенные зерна сохраняют долгое время способность выделять в окружающую среду аллергены [5]. (Удалять из помещений механическим способом мелкие фрагменты пыльцевых зерен затруднительно даже при использовании современных приборов.) Визуальный подсчет пыльцевых зерен также требует высокой квалификации персонала и значительное время для обработки одной пробы. Иммуноферментный анализ содержания пыльцевых аллергенов в пыли помещений, как было показано на примере определения количества аллергенов пыльцы березы, ока-

зался достаточно эффективным и удобным при обследовании большого количества помещений [6]. Следует заметить, что пыльца растений ассоциирована с микроскопическими грибами [7, 8, 9]. Показано, что средняя численность грибов, выделенных с пыльцы березы, составляет  $5,8 \times 10^4 \pm 1,9 \times 10^4$  КОЕ/г пыльцы. Причем видовое разнообразие грибов, выделяемых с пыльцы растений, достаточно велико. Например, с пыльцы березы выделено 57 видов из 23 родов микромицетов [10]. Таким образом, пыльца растений, попадая в помещения и скапливаясь в пыли, привносит дополнительное количество микроскопических грибов, тем самым увеличивая микогенную нагрузку биотопа.

Распространенность гиперчувствительности к аллергенам клещей домашней пыли очень велика и варьируется от 65 до 130 миллионов человек во всем мире, причем порядка 50% пациентов с бронхиальной астмой демонстрируют сенсibilизацию к клещевым аллергенам [11]. В московском регионе частота сенсibilизации к аллергенам клещей домашней пыли составляет 67,16% [12]. Ранее высокую степень распространения сенсibilизации к аллергенам клещей домашней пыли во многом связывали с использованием перовых изделий в домах. Перья животных являются и пищевым субстратом для пироглифидных клещей, и удобным местом обитания. Но несмотря на рекомендации по изменению качества спальных принадлежностей и предметов быта аллергические заболевания, обусловленные гиперчувствительностью к аллергенам клещей домашней пыли, продолжают сохранять свои лидирующие позиции во многих странах.

Широко распространенный акарологический анализ образцов пыли, собранных по определенной методике, позволяет оценить численность популяции клещей домашней пыли и их видовой состав. Недостатками метода являются время проведения анализа, подготовка персонала. Но более значимыми факторами, влияющими на результат анализа, представляются цикличность развития популяции, постоянная миграция клещей по мере истощения пищевого субстрата, невозможность учесть продукты жизнедеятельности и фрагменты тел клещей, которые также обладают сенсibilизирующими свойствами. Иными словами, изучение численности клещей не дает полного представления об экспозиции клещевых аллергенов [13]. Более того, клещи домашней пыли ассоциированы с микроскопическими грибами и также являются их переносчиками [14], т. е. так же, как и пыльца растений, пироглифидные клещи способствуют увеличению количества грибов в помещении.

Ранее для оценки клещевого аллергизирующего фона часто использовали колориметрический или гуаниновый метод. Этот метод основан на определении количества гуанина в образцах домашней пыли. Метод прост, недорог, но достоверен в случае высокой численности клещей в биотопе [15]. Кроме того, гуанин является продуктом метаболизма других членистоногих и некоторых растений. Поэтому в настоящее время большее распространение получают иммуноферментные методы определения клещевых аллергенов в окружающей среде. В этом случае открывается возможность быстро (не более 5 часов) проанализировать большое количество проб. В мировой практике для проведения иммуноферментного анализа чаще используют моноклональные антитела (Indoor Biotechnologies, UK), при этом обычно анализ построен на выявлении главных аллергенов клещей домашней пыли (Der p1 Der p2 и Der f1 Der f2). Это является существенным минусом проведение скрининга – такое построение иммуноферментного анализа может привести к значительному и систематическому занижению результатов.

На наш взгляд, использование специфических поликлональных антисывороток в иммуноферментном анализе позволяет ориентировать мониторинг на максимальное разнообразие аллергенов клещей домашней пыли, что важно для людей, гиперчувствительность которых обусловлена не главными аллергенами. Также это удешевляет анализ [13, 16].

Сенсibilизация к аллергенам микроскопических грибов широко распространена. Причем чаще выявляется сочетанная гиперчувствительность как к аллергенам разных родов грибов, так и к грибным и пыльцевым аллергенам или аллергенам клещей домашней пыли [12, 17]. Спектр аллергенов, продуцируемых одним видом грибов, достаточно широк, обычно выделяют более десяти соединений [www.allergen.org]. Какие именно аллергены присутствуют в помещении, зависит от таксономического разнообразия грибов, на которое влияют разные факторы – микроклимат помещения, климато-географический регион, время года и т. д. Поэтому для постановки дифференциального диагноза и лечения обязательно проводят микологическое обследование жилых или рабочих помещений. Но данный метод трудоемок, требует высококвалифицированного персонала и значительного времени (не менее двух недель). При этом, как и в случае с другими источниками аллергенов, микологический анализ не позволяет получить данные о количественном содержании микоаллергенов в данном помеще-

нии, он позволяет выявить количество жизнеспособных, т. е. колониеобразующих единиц (КОЕ). А данные об экспозиции микоаллергенов крайне важны для предотвращения провокации обострения состояния сенсibilизированных людей в данном помещении. В настоящее время в мире представлены иммуноферментные тест-системы для определения основных аллергенов двух видов грибов – *Alternaria alternata* (Alt a1) и *Aspergillus fumigatus* (Asp f1) (Indoor Biotechnologies Ltd, Cardiff, UK). В данных тест-системах используются моноклональные антитела против основных аллергенов названных грибов. Как было отмечено выше, определение всего одного антигена сужает возможности количественного анализа. Для определения микоаллергенной нагрузки помещения можно разрабатывать несколько направлений. В свое время Chrzanowski R. R. с коллегами было показано, что только аллерген с массой 18 кДа был выявлен в мушине всей группы обследованных больных синуситом, обусловленном грибами [18]. По аналогии можно предположить, что в качестве определяемого вещества следует выбрать аллергенный компонент, присущий большинству видов микромицетов, как например сериновая протеаза. Другой путь – это использование панели для определения экспозиции аллергенов разных грибов, причем основанной на поликлональных антисыворотках, полученных против аллергенных экстрактов микроскопических грибов, наиболее широко представленных в данном регионе. Рассматривая грибы в качестве источников аллергенных соединений, следует обратить внимание на то, что микроартроподы, пыльца растений и грибы в свою очередь вносят в помещения различные полисахаридные соединения, обладающие пирогенными свойствами, такие, как например бета-глюканы различной структуры – разветвленные, линейные.

В любом помещении создается свой бактериальный фон, на формирование которого влияют такие параметры, как расположение помещения, климатические условия, сезон, качество и количество поступающих воздушных масс, время присутствия и количество людей, животных, птиц. Бактерии выделяют в окружающую среду токсические и пирогенные соединения, которые по-разному могут стимулировать иммунную систему человека. В частности грамотрицательные бактерии приносят в помещения липополисахариды (ЛПС), которые также относятся к пирогенным соединениям. Микробиологические методы позволяют определить как общее количество микробов, так и количество грамотрицательной флоры в воздухе или пыли помещений. Но, как и в предыдущих

случаях, выявление количества бактерий с определенной характеристикой не дает возможности получить данные о содержании продуктов их деструкции, в частности ЛПС [19].

Внимание к содержанию пирогенных соединений в помещениях обусловлено их способностью провоцировать синтез провоспалительных цитокинов, демонстрировать адьювантные свойства, при высоких концентрациях препятствовать развитию атопических заболеваний [20, 21, 22]. Таким образом, от совместного действия пирогенных и аллергенных соединений на иммунную систему зависит конечная активность аллергической реакции индивидуума.

Полисахаридные соединения скапливаются в пыли помещений, причем элиминация их достаточно затруднительна. Поэтому экспозиция этих соединений может служить определенной биологической характеристикой конкретного помещения.

Определение ЛПС обычно проводят в единицах активности или пг при помощи Lal-реагента, который представляет собой лизат амебоцитов мечехвоста, *Limulus polyphemus*. Существуют несколько модификаций Lal-теста – гель-тромб-тест, хромогенный тест по конечной точке (Associates of Cape Cod Inc.). Гель-тромб-тест, вероятно, следует отнести к полуколичественному методу. Чаще его используют для определения пирогенности жидких лекарственных препаратов, для которых известно пороговое содержание эндотоксина. Однако его успешно можно использовать для определения содержания эндотоксина в окружающей среде, а именно в пыли помещений [19]. В этом случае результатом определения является количество эндотоксина в известных концентрационных пределах, числовые значения которых устанавливаются исследователем. Более точным определением содержания эндотоксина является определение по конечной точке. Но данный способ требует специального дорогостоящего оборудования.

Для определения бета-глюканов наиболее часто используют тест-набор «GlucateLL» («CAPE COD», USA). Данный метод является количественным и основан на полимеризации бета-глюканов под действием каскада ферментов Lal-реагента. В мире существуют и другие тест-наборы, например, «BETA-Glucan Test Maruha» («MARUHA», Japan), «BETA-Glucan Test Wako» («WAKO», Japan), «FUNGITEC G Test» («FUNGITEC-G», Japan), «Fungitell» (MA, USA). Но указанные тест-наборы дороги, а некоторые недоступны в нашей стране. Существенным недостатком названных тест-наборов является необходимость использова-

ния только апиrogenных расходных материалов и реагентов. В нашей лаборатории разработан иммуноферментный способ определения линейных бета-глюканов и их производных, основанный на использовании в качестве покровного антигена и иммуногена для получения специфических поликлональных антисывороток конъюгата синтетического нона- $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3)-D-глюкозида с бычьим сывороточным альбумином [23]. Чувствительность тест-системы составляет не менее 2,0 мкг/мл синтетического линейного нона- $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3)-D-глюкозида. Заметим, Brooks C. R. с сотрудниками было показано, что результаты иммуноферментного определения бета-глюканов в одних и тех же образцах, но полученных разными способами проведения ИФА в разных лабораториях, были различны [24]. Вероятно, как это принято в практике, например, биохимических анализов крови, следует устанавливать количественные параметры содержания бета-глюканов в образцах пыли для каждого применяемого метода.

Таким образом, актуальность проблемы создания комфортных условий проживания и работы для людей с гиперчувствительностью не вызывает сомнения. Для этого необходим комплексный подход в плане получения количественных характеристик аллергенности и пирогенности помещений. Наиболее эффективным путем, очевидно, является совмещение и модификация существующих методов и разработка новых. В частности, иммуноферментный анализ с использованием поликлональных специфических антисывороток для определения различных аллергенов в пыли помещений, представляется наиболее успешным, поскольку относится к рутинным методам, является недорогим и дающим количественный результат через 4–5 часов. Причем мы полагаем, что следует учитывать значительную степень перекрестных реакций между пыльцевыми аллергенами, грибными, клещевыми аллергенами [25, 26, 27, 28]. Поэтому при определении общей аллергенной нагрузки помещения, на наш взгляд, эффективнее использовать смесь специфических антисывороток, полученных против наиболее распространенных в данном регионе пыльцевых аллергенных экстрактов, также – грибных либо клещей домашней пыли. Параллельно следует определять пирогенность окружающей среды, поскольку пирогенные соединения активируют синтез провоспалительных цитокинов, т. е. активируют Th2-тип иммунного ответа.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №15-04-03634.*

#### Список использованной литературы References

- 1. Богова А. В., Ильина Н. И., Лусс П. В.** Тенденции в изучении эпидемиологии аллергических заболеваний в России за последние 10 лет. // Рос. аллергол. журн. 2008. №6. С. 3–14. / Bogova A. V., Il'ina N. I., Luss P. V. Tendencii v izuchenii jepidemiologii allergicheskikh zabolevanij v Rossii za poslednie 10 let. // Ros. allergol. zhurn. 2008. №6. S. 3–14 (in Russian).
- 2. Bolte G., Bischof W., Borte M. et al.** Early endotoxin exposure and atopy development in infants: results of a birth cohort study. // Clin. Exp. Allergy. 2003. 33(6). P. 770–776.
- 3. Gehring U., Bischof W., Fahlbusch B. et al.** House dust endotoxin and allergic sensitization in children. // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2002. 166(7). P.939–944.
- 4. Eisenbarth S. C., Piggott D. A., Huleatt J. W. et al.** Lipopolysaccharide-enhanced, Toll-like receptor 4-dependent T helper cell type 2 responses to inhaled antigen. // J. Exper. Med. 2002. 196(12). P. 1645–1651.
- 5. Pehkonen E., Rantio-Lehtimäki A.** Variations in airborne pollen antigenic particles caused by meteorologic factors. // Allergy. 1994. 49. P. 472–477.
- 6. Ахапкина И. Г.** Актуальность использования иммуноферментного анализа для характеристики аллергенной нагрузки жилых помещений. // Пест-менеджмент, 2011. №4. С. 13–17. / Akhapkina I. G. Aktual'nost' ispol'zovaniya immunofermentnogo analiza dlja harakteristiki allergennoj nagruzki zhilyh pomeshhenij. // Pest-menedzhment, 2011. №4. S. 13–17 (in Russian).
- 7. Ахапкина И. Г.** Иммунохимическая активность пыльцы березы (*Betula pendula*). // Иммунология. 2007. №6. С. 362–364. / Akhapkina I. G. Immunohimicheskaja aktivnost' pyl'cy berezy (*Betula pendula*). // Immunologija. 2007. №6. S. 362–364 (in Russian).
- 8. Глушакова А. М., Желтикова Т. М., Чернов И. Ю.** Группировки дрожжей в квартирной пыли и источники их формирования. // Микробиология. 2004. №73(1). С. 111–117. / Glushakova A. M., Zheltikova T. M., Chernov I. Ju. Gruppировki drozhzhej v kvartirnoj pyli i istochniki ih formirovaniya. // Mikrobiologija. 2004. №73(1). S. 111–117 (in Russian).
- 9. Антропова А. Б., Биланенко Е. Н., Мокеева В. Л., Чекунова Л. Н., Желтикова Т. М.** Микробиоты, ассоциированные с пылью березы повислой (*Betula pendula* poth). II Съезд микологов России. Тез. докладов, Т. 2, разд. 8, С. 216. / Antropova A. B., Bilanenko E. N., Mokeeva V. L.,

Chekunova L. N., Zheltikova T. M. Mikromicety, asociirovannye s pyl'coj berezy povisloj (Betula pendula poth). II S"ezd mikologov Rossii. Tez. dokladov, T. 2, razd. 8, S. 216 (in Russian).

**10. Мухина М. А., Антропова А. Б., Мокеева В. Л. и др.** Микромицеты пыльцы березы повислой, лещины обыкновенной и ежи сборной. // Микология и фитопатология. 2014. Т. 48. №5. С. 299–308. / Mukhina M. A., Antropova A. B., Mokeeva V. L. i dr. Mikromicety pyl'cy berezy povisloj, leshhiny obyknovennoj i ezhi sbornoj. // Mikologija i fitopatologija. 2014. Т. 48. №5. С. 299–308 (in Russian).

**11. Calderón M. A, Linneberg A, Kleine-Tebbe J, et al.** Respiratory allergy caused by house dust mites: What do we really know? // Allergy Clin Immunol. 2014. Nov 22. pii: S0091-6749(14)01482-1. doi: 10.1016/j.jaci. 2014.10.012.

**12. Ахапкина И. Г., Краханенкова С. Н., Мамленкова Е. А., Добронравова Е. В., Шушпанова Е. Н.** Частота встречаемости гиперчувствительности к грибным и клещевым аллергенам. // Клини. лабор. диагностика. 2009. №7. С. 33–35. / Akhapkina I. G., Krakhanenkova S. N., Mamlenkova E. A., Dobronravova E. V., Shushpanova E. N. Chastota vstrechaemosti giperchuvstvitel'nosti k gribnym i kleshhevym allergenam. // Klin. labor. Diagnostika. 2009. №7. С. 33–35 (in Russian).

**13. Ахапкина И. Г., Желтикова Т. М.** Сравнительный анализ содержания клещей домашней пыли и их аллергенов в жилых помещениях г. Москвы. // Иммунология. 2013. №34(2). С. 108–111. / Akhapkina I. G., Zheltikova T. M. Sravnitel'nyj analiz soderzhanija kleshhej domashnej pyli i ih allergenov v zhilyh pomeshhenijah g. Moskvy. // Immunologija. 2013. №34(2). С. 108–111 (in Russian).

**14. Петрова-Никитина А. Д., Антропова А. Б., Мокеева В. Л. и др.** К изучению биоценологических отношений пироглифидных клещей (Acariformes: Pyroglyphidae) и плесневых грибов. // Acarina. 2005. №13(1). С. 75–84. / Petrova-Nikitina A. D., Antropova A. B., Mokeeva V. L. i dr. K izucheniju biocenoticheskikh otnoshenij piroglifidnyh kleshhej (Acariformes: Pyroglyphidae) i plesnevyyh gribov. // Acarina. 2005. №13(1). С. 75–84 (in Russian).

**15. Зарицкая Л. В., Черняк Б. А., Кочкин А. В., Желтикова Т. М.** Сравнительная оценка информативности гуанинового («Acarex-test») и акарологического методов обнаружения клещей домашней пыли. // Аллергология. 2001. №2. С. 22–24. / Zarickaja L. V., Chernjak B. A., Kochkin A. V., Zheltikova T. M. Sravnitel'naja ocenka informativnosti guaninovogo («Acarex-test») i akarologicheskogo

metodov obnaruzhenija kleshhej domashnej pyli. // Allergologija. 2001. №2. С. 22–24 (in Russian).

**16. Sander I, Zahradnik E, Kraus G, Mayer S, Neumann H. D, Fleischer C, Brüning T, Raulf-Heimsoth M.** Domestic mite antigens in floor and airborne dust at workplaces in comparison to living areas: a new immunoassay to assess personal airborne allergen exposure. // PLoS One. 2012. 7(12). e52981. doi: 10.1371/journal.pone.0052981. Epub 2012 Dec 21.

**17. Ахапкина И. Г., Краханенкова С. Н., Добронравова Е. В., Шушпанова Е. Н.** Изучение профиля гиперчувствительности к пыльцевым и грибным аллергенам в московском регионе. // Клини. лабор. диагностика. 2014. №5. С. 41–44. / Akhapkina I. G., Krakhanenkova S. N., Dobronravova E. V., Shushpanova E. N. Izuchenie profilja giperchuvstvitel'nosti k pyl'cevyim i gribnym allergenam v moskovskom regione. // Klin. labor. diagnostika. 2014. №5. С. 41–44 (in Russian).

**18. Chrzanowski R. R, Rupp N. T, Kuhn F. A, Phillips A. E, Dolen W. K.** Allergenic fungi in allergic fungal sinusitis. // Ann Allergy Asthma Immunol. 1997. Nov; 79(5). P. 431–435.

**19. Ахапкина И. Г., Желтикова Т. М.** Бактерии и полисахаридные соединения в пыли жилых помещений г. Москвы. // Пест-менеджмент. 2012. №4(84). С. 10–13. / Akhapkina I. G., Zheltikova T. M. Bakterii i polisaharidnye soedinenija v pyli zhilyh pomeshhenij g. Moskvy. // Pest-menedzhment. 2012. №4(84). С. 10–13 (in Russian).

**20. Ахапкина И. Г., Антропова А. Б., Ахматов Э. А., Желтикова Т. М.** Индукция синтеза цитокинов синтетическим фрагментом линейного (1-3)-бета-глюкана в опытах in vitro // Успехи медицинской микологии. Материалы III международного микологического форума. М.: Национальная академия микологии, 2015. Т. 14. С. 381–383. / Akhapkina I. G., Antropova A. B., Akhmatov Je. A., Zheltikova T. M. Indukcija sinteza citokinov sinteticheskim fragmentom linejnogo (1-3)-beta-gljukana v opytah in vitro // Uspekhi medicinskoj mikologii. Materialy III mezhdunarodnogo mikologicheskogo foruma. M.: Nacional'naja akademija mikologii, 2015. Т. 14. С. 381–383 (in Russian).

**21. Instanes C., Ormstad H., Rydjord B. et al.** Mould extracts increase the allergic response to ovalbumin in mice. // Clin. Exp. Allergy. 2004. V. 34, N 10. P. 1634–1641.

**22. Schram-Bijkerk D., Doekes G., Boeve M. et al.** Bacterial and fungal agents in house dust and wheeze in children: the PARSIFAL study. // Clin. & Exp. Allergy. 2005. N35. P. 1272–1278.

**23. Ахапкина И. Г., Желтикова-Вострокнутова Т. М., Антропова А. Б., Егорова О. В., Калинкина М. А., Яшунский Д. В., Цветков Ю. Е., Карелин А. А., Нифантьев Н. Э., Михайлова Н. А.** Иммуноферментная тест-система для количественного определения микополисахаридов и их производных в пыли окружающей среды. Патент №2543323 от 27.01.2015. RU. / Akhapkina I. G., Zheltikova-Vostroknutova T. M., Antropova A. B., Egorova O. V., Kalinkina M. A., Jashunskij D. V., Cvetkov Ju. E., Karelin A. A., Nifant'ev N. Je., Mihajlova N. A. Immuofermentnaja test-sistema dlja kolichestvennogo opredelenija mikopolisaharidov i ih proizvodnyh v pyli okruzhajushhej sredy. Patent №2543323 ot 27.01.2015. RU (in Russian).

**24. Brooks C. R, Siebers R, Crane J, Noss I, Wouters I. M, Sander I, Raulf-Heimsoth M, Thorne P. S, Metwali N, Douwes J.** Measurement of  $\beta$ -(1,3)-glucan in household dust samples using *Limulus* amoebocyte assay and enzyme immunoassays: an inter-laboratory comparison. // *Environ Sci Process Impacts*. 2013. Feb;15(2). P. 405–11. doi: 10.1039/c2em30749a. Epub 2012 Dec 5.

**25. Ахапкина И. Г., Желтикова Т. М.** Изучение иммуногенной активности аллергенных экстрактов пыльцы растений для выявления минорных чужеродных антигенов. // *Иммунология*. 2015. №36(3). С. 172–175. / Akhapkina I. G., Zheltikova T. M. Izuchenie immunogennoj aktivnosti allergennyh jekstraktov pyl'cy rastenij dlja vyjavlenija minornyh chuzherodnyh antigenov. // *Immunologija*. 2015. №36(3). S. 172–175 (in Russian).

**26. Ахапкина И. Г.** Изучение иммунной активности аллергенного экстракта *Candida albicans*. // *Иммунология*. 2009. №1. С. 27–30. / Akhapkina I. G. Izuchenie immunnoj aktivnosti allergennogo jekstrakta *Candida albicans*. // *Immunologija*. 2009. №1. S. 27–30 (in Russian).

**27. Ахапкина И. Г.** Получение и свойства поликлональной антисыворотки, полученной против суспензии гриба *Aspergillus penicilloides*. // *Аллергология и иммунология*. 2009. Т. 10. №3. С. 390–392. / Akhapkina I. G. Poluchenie i svojstva poliklonal'noj antisyyvorotki, poluchennoj protiv suspenzii griba *Aspergillus penicilloides*. // *Allergologija i immunologija*. 2009. T. 10. №3. S. 390–392 (in Russian).

**28. Ахапкина И. Г.** Иммунохимическая активность клещевых аллергенных экстрактов, полученных разными способами. // *Иммунология*. 2008. Т. 29, №4. С. 217–219. / Akhapkina I. G. Immunohimicheskaja aktivnost' kleshhevyh allergennyh jekstraktov, poluchennyh raznymi sposobami. // *Immunologija*. 2008. T. 29, №4. S. 217–219 (in Russian).

### To the question of evaluation of allergenic and pyrogenic compounds exposure in the dust of dwellings now

*Akhapkina I. G., Ph.D. (Biol.) II Mechnikov Research Institute of Vaccines and Sera., M. Kazenny per. 5a, Moscow, 105064, Russia  
e-mail: isun1@rambler.ru*

Current methods of evaluation of allergenic and pyrogenic compounds exposure in the dust of dwellings are reviewed. The relevance of this kind of surveys of premises is caused by increasing number of people with hypersensitivity in the population. Integrated approach, namely the simultaneous quantification of allergens from different sources and pyrogenic compounds allows to obtain the most complete characterization of the dwellings in terms of comfort for people with hypersensitivity to household allergens.

Keywords: dust mites, fungal, pollen allergens, beta-glucans, endotoxin.