

обследование на туберкулёз и профилактические мероприятия. Данный подход позволит сэкономить материальные средства и создать систему по раннему выявлению туберкулезной инфекции у больных ВИЧ-инфекцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородулина Е.А., Бородулин Б.Е., Амосова Е.А. Сравнительная оценка кожных туберкулиновых проб // *Туберкулез и болезни легких*. 2010. № 8. С. 18–22.
2. Новый кожный тест для диагностики туберкулёза на основе рекомбинантного белка ESAT-CFP / В.И. Киселев, П.М. Барановский, С.А. Путьшев и др. // *Молекулярная медицина*. 2008. № 4. С. 4–6.
3. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 951 от 29.12.2014 «Об утверждении методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и лечения туберкулеза органов дыхания».
4. Цыганков И.Л. Актуальные вопросы по распространенности туберкулеза среди ВИЧ-инфицированных в г.о. Тольятти (Россия, Самарская область) // *Аспирантский вестник Поволжья*. 2012. № 5–6. С. 263–266.
5. Lawn S.D., Churchyard G. Epidemiology of HIV-associated tuberculosis. *Current Opinion in HIV and AIDS*. 2009. № 4. P. 325–333.
6. Социально экономические аспекты туберкулеза/ О.Б. Нечаева, М.Г. Шестаков, Е.И. Скачкова и др. // *Проблемы управления здравоохранением*. 2010. Том 55. №6. С. 16–22
7. Diagnosis and treatment of pulmonary tuberculosis in patients with HIV / K.D. Pandey, G. Roy, G. Kumar et al. // *The Lancet infectious Diseases*. 2012. Vol. 12, № 4. P. 267.
8. Цыбикова Э.Б. Туберкулез, сочетанный с ВИЧ-инфекцией в начале 21 века // *Социальные аспекты здоровья населения*. 2015. Т. 43, № 3. С. 14.
9. Амосова Е.А., Бородулина Е.А., Балтер И.А. Устройство для постановки кожных туберкулиновых проб // *Патент на полезную модель* № 83186. 2009. Бюл. №15.

БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ АЛЛЕРГОЛОГИИ (Часть 2)

Е.А. Грищенко

ООО «Научно-клинический консультативный центр аллергологии и иммунологии», Москва

В статье приведена информация, отражающая ключевые понятия аллергологии, молекулярной аллергологии, характеризующая основные семейства белков, группы аллергенов и аллергенные молекулы, представленная в опубликованных Европейской академией аллергологии и клинической иммунологии (EAACI) документах «Global Atlas of Allergy» и «Molecular Allergy Users Guide».

Ключевые слова: аллерген, молекула аллергена, семейство белков, механизмы аллергенности, перекрестная реактивность.

Basic concepts of allergology (Part 2)

Е.А. Grishchenko

Scientific and clinical advisory center of an allergology and immunology, Moscow, Russia

This article provides information that reflect key concepts of allergology, molecular allergology, describing the basic protein families, groups of allergens and allergen molecules presented in the published European Academy of Allergy and Clinical Immunology (EAACI) documents «Global Atlas of Allergy» and «Molecular Allergy Users Guide».

Keywords: allergen, allergen molecule, protein family, mechanisms of allergenicity, cross-reactivity.

ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ АЛЛЕРГЕНОВ

Аллергены клещей домашней пыли

Клещи домашней пыли являются наиболее распространенным источником домашних (indoor)

аллергенов, вызывающих аллергию, в высокой степени ассоциированную с астмой. Клещи домашней пыли имеют первостепенное повсеместное значение за исключением небольшого числа регионов на

земном шаре, где они не выживают из-за засухи, экстремально низких температур или высокогорья.

Основными видами клещей, вызывающими аллергическую сенсibilизацию, являются *Dermatophagoides pteronyssinus* и *Dermatophagoides farinae*. Наиболее распространенным и, по существу, единственным видом, обитающим в Австралии и Соединенном Королевстве, является *D. pteronyssinus*; в остальных регионах в основном встречаются оба вида, за исключением регионов центральной и северной Кореи и северной Италии, «богатых» *D. farinae*, и области высоких широт восточной части США, где распространенность клещей низкая. Аллергены данных видов клещей отличаются высокой перекрестной реактивностью.

Исследования по изучению связывания IgE установили, что в то время как продукция антител может быть индуцирована широким диапазоном клещевых белков, большинство же из них индуцирует синтез низких или спорадически обнаруживаемых титров IgE-антител. На примере *D. pteronyssinus* показано, что у большинства людей только 3 аллергена индуцируют синтез IgE в высоком титре: Der p 1, 2 и Der p 23. Аллергены Der p 4, 5, 7 и 21 вызывают синтез IgE-антител у 30–50% субъектов с клещевой аллергией и индуцируют повышение суммарного титра антител, что считается важным для индукции заболевания. Группы аллергенов 1 и 2 можно легко обнаружить в пыли и экстрактах клещей домашней пыли, изготовленных из клещей, культивированных в оптимизированных аллерген-продуцирующих условиях. Распределение других аллергенов клещей домашней пыли в окружающей среде по большей мере неизвестно, и часто они не обнаруживаются в экстрактах.

Эволюционная консервативность аминокислотной последовательности тропомиозина группы 10 делает его потенциальным источником перекрестной реактивности между широким спектром аллергенов. Однако в большинстве регионов данный аллерген индуцирует синтез IgE приблизительно лишь у 10% субъектов с клещевой аллергией (возможно существование исключений: в

неподтвержденных сообщениях из Зимбабве и Японии показан синтез высоких титров антител). Другим примером региональных особенностей является тот факт, что аборигены северной Австралии не имеют IgE к Der p 1, 2 или 10, но вместо этого продуцируют высокий титр антител к Der p 4. Таким образом, профиль аллергенов, ответственных за сенсibilизацию, может варьировать в зависимости от места проведения исследования.

Обсуждается, что биохимические особенности аллергенов могут способствовать их аллергенности (в частности, активность цистеиновых протеаз Der p 1, липополисахарид-связывающая способность Der p 2 и хитин-связывающая способность Der p 23).

Клещ *Blomia tropicalis*, обнаруженный с *D. pteronyssinus* в некоторых тропических и субтропических регионах, представляет еще один источник аллергенов. Наиболее важными аллергенами *Blomia tropicalis* являются Blo t 5 и Blo t 21 [6].

Эпидермальные аллергены

Млекопитающие домашние животные широко распространены в обществе по социальным, рекреационным и профессиональным причинам. Только в США количество владельцев собак и кошек оценивается в 77,5 и 93,6 миллионов, соответственно. Домашние животные являются одними из наиболее распространенных причин аллергии: около 10–15% населения в развитых странах страдают эпидермальной аллергией. Полагают, что развитие сенсibilизации зависит от распространения в воздухе частиц кожи животных, слюны или мочи. После ингаляции и мукозального воздействия данные частицы индуцируют синтез IgE-антител ко многим идентифицированным компонентам, однако многие компоненты еще предстоит установить. Сенсibilизация к эпидермальным аллергенам является фактором риска развития симптомов астмы, риноконъюнктивита и экземы, а в некоторых регионах считается наиболее распространенной причиной детской астмы.

Определены восемь аллергенов кота (*Felis domesticus*), шесть – собаки (*Canis familiaris*), четы-

Сведения об авторе:

Грищенко Елена Андреевна — врач аллерголог-иммунолог ООО «Научно-клинического консультативного центра аллергологии и иммунологии», Москва, 117513, Москва, ул. Островитянова, д. 6, e-mail: lenysionok@mail.ru.

ре – лошади (*Equus caballus*). Мажорными аллергенами данных животных являются Fel d 1, Can f 1 и Equ c 1, соответственно.

Аллерген Fel d 1 кота представляет собой гликопротеин, на 10–20% состоящий из углеводов, которые, как полагают, увеличивают его аллергенность за счет распознавания маннозными рецепторами. Еще одним механизмом аллергенности Fel d 1 является передача сигналов через врожденные Toll-like рецепторы 4 и 2.

Полисенсibilизация к аллергенам домашних животных широко распространена и является фактором риска развития тяжелой астмы. Наиболее значительной группой перекрестно-реагирующих аллергенов является семейство липокалинов, включающее аллергены Fel d 4 кота, Equ c 1 лошади, Can f 6 собаки и Rat n 1 крысы.

Другим перекрестно-реагирующим кластером являются сывороточные альбумины, ответственные за синдром «свинина-кошка» (редкое явление, которое может приводить к развитию тяжелых реакций). IgE-антитела к галактоза- α 1,3-галактозному углеводному остатку, обнаруженному у гелиминтов, млекопитающих (но не у человека), способны приводить к развитию серьезных реакций на фоне лечения некоторыми биофармацевтическими препаратами и, кроме того, ассоциированы с пищевой аллергией на красное мясо [7].

Аллергены пыльцы деревьев

Деревья, относящиеся к букоцветным (*Fagales*), маслиновым (*Oleaceae*) и кипарисовым (*Cupressaceae*), представляют собой наиболее клинически значимые источники аллергенной пыльцы во многих регионах по всему миру. Такой подход к классификации аллергенных деревьев (в соответствии с их филогенией) обеспечивает полезной информацией относительно их географического распределения и типичных сезонов пыления. Так, букоцветные деревья широко распространены в умеренной климатической зоне северного полушария и преимущественно пылят весной. Маслиновые деревья растут в Средиземноморских районах, а также в других частях зоны умеренного климата. В зависимости от географического региона, сезон их пыления варьирует от начала января до июня. Растения семейства кипарисовых широко распространены в странах Европы, Азии и Северной Америки, период их

пыления продолжается с января по апрель, в зависимости от региона.

Аллергия на пыльцу букоцветных в основном вызывается Bet v 1-like аллергенами, которые принадлежат к семейству растительных белков PR-10. Кроме перекрестной реактивности между букоцветными деревьями, сенсibilизация к Bet v 1 часто приводит к аллергическим реакциям на различные фрукты и овощи из-за гомологичных белков, обнаруженных в некоторых семействах растений, включая розоцветные (*Rosaceae*), зонтичные (*Apiacea*) и бобовые (*Fabaceae*). Кроме того, паналлергены, принадлежащие семейству кальций-связывающих белков и профилинов, способствуют широкой пищевой и пыльцевой перекрестной реактивности, наблюдаемой среди пациентов с сенсibilизацией к букоцветным.

Ole e 1-like гликопротеины представляют собой мажорные аллергены деревьев семейства маслиновых, включающих маслину, ясень и бирючину. Было показано, что воздействие высоких концентраций пыльцы маслины может привести к увеличению риска сенсibilизации к минорным аллергенам (белкам-переносчикам липидов, 1,3-бета-глюканазе) и коррелирует с более тяжелыми аллергическими симптомами, включая астму.

Мажорные пыльцевые аллергены деревьев семейства кипарисовых (кипарис, горный кедр, японский кедр) принадлежат к семейству пектацтиаз и полигалактуроназ. Для природных очищенных аллергенов деревьев семейства кипарисовых характерна широкая IgE-перекрестная реактивность, которая частично обусловлена наличием перекрестно-реагирующих углеводных детерминант. Совпадение периода пыления данных деревьев с сезоном острых респираторных заболеваний в зимнее время осложняет постановку диагноза «аллергия на пыльцу кипарисовых деревьев».

Мажорные аллергены букоцветных, маслиновых и кипарисовых деревьев, принадлежащие к различным семействам белков, представляют собой идеальные инструменты для молекулярной диагностики и терапии аллергии на пыльцу деревьев [8].

Аллергены пыльцы злаковых трав

Злаковые травы распространены повсеместно на всех континентах и составляют от 25 до 35% растительности. Пыльца злаковых трав составляет

основу ингаляционных аллергенов в весенний и летний периоды, в зависимости от климата и географического региона.

Семейство злаковых (*Poaceae*) включает более 600 родов и более 11000 видов. Более 95% злаковых трав, вызывающих аллергию, относятся к трем подсемействам: мятликовые (*Pooideae*), хлорисовые (*Chloridoideae*) и просовые (*Panicoideae*). Мятликовые преобладают в умеренных климатических зонах, хлорисовые произрастают в Северной Америке, Африке и Австралии, просовые растут в тропических и субтропических условиях Азии, Австралии, Африки и Южной Америки.

Аллергия на пыльцу злаковых трав является глобальной проблемой. По крайней мере, половина субъектов, сенсibilизированных к аллергенам пыльцы злаковых трав, испытывают симптомы аллергического риноконъюнктивита и/или бронхиальной астмы, особенно в теплое время года в зонах с умеренным климатом.

Аллергены пыльцы злаковых трав распределены по группам в зависимости от их белковой структуры и функции. Их названия соответствуют официальной номенклатуре (www.allergen.org). Например, Phl p 1 – аллерген тимopheевки луговой (*Phleum pratense*) группы 1.

Десять групп аллергенов пыльцы злаковых трав включают мажорные и минорные аллергены. Аллергены 1 и 5 группы считаются иммунодоминантными мажорными аллергенами пыльцы мятликовых. В то время как 5 группа аллергенов ограничивается подсемейством мятликовых, 1 группа представлена во всех подсемействах злаковых. Паналлергены профилины (группа 12) и полкальцины (группа 7) способствуют повсеместной перекрестной реактивности между пыльцой злаков, деревьев и сорных трав у 10–15% субъектов, сенсibilизированных к пыльце злаковых трав.

Определение IgE к мажорным аллергенам (т.е. Phl p 1 и 5) повышает специфичность диагностики умеренной пылевой аллергии на злаковые травы, особенно при сенсibilизации к перекрестно-реагирующим пылевым паналлергенам [9].

Аллергены пыльцы сорных трав

Сорные травы можно обозначить как нежелательные растения. В то время как многие из них являются травянистыми, некоторые (например,

полынь трехзубчатая (*Artemisia tridentata*), полынь холодная (*A. frigida*)) имеют древесные стебли. Сорные травы, принадлежащие к многочисленным ботаническим семействам, могут быть индукторами аллергического ринита и астмы, но на общем фоне выделяются несколько семейств, представляющих основные источники аэроаллергенов.

Амарантовые (*Amaranthaceae*) включают различные виды амаранта (*Amaranthus*), лебеды (*Atriplex*), перекати-поле (*Salsola*, *Kochia*, *Bassia*) и другие виды сорных трав (*Chenopodium*). Последние три группы ранее были включены в отдельное семейство маревых (*Chenopodiaceae*). Однако более поздняя систематика переопределила данную группу как подсемейство амарантовых. Основными представителями североамериканских Великих равнин являются солянка калийная (*Salsola kali*) и кохия веничная (*Kochia scoparia*). Другие виды солянки (*Salsola*) и бассия (*Bassia*) распространены на Ближнем Востоке. Лебеда (*Atriplex*) широко представлена в зонах с засушливым климатом. Амарант колосистый (*A. retroflexus*) является повсеместно встречающейся сорной травой в зонах с умеренным климатом. Высокая перекрестная реактивность характерна для различных видов лебеды, а также амаранта; перекрестная реактивность между другими маревыми более вариабельная.

Семейство астровых (*Asteraceae*), ранее известные как сложноцветные (*Compositae*), является крупнейшим семейством цветковых растений – покрытосеменные (*Angiospermae*) и включает несколько «знаменитых» индукторов поллиноза. Род амброзия (*Ambrosia*) включает все виды амброзии, основными из которых считаются *A. trifida*, *A. artemisiifolia*, *A. psilostachya* и *A. acanthicarpa*. Родиной данных растений является Северная Америка, но многие из них были завезены в Европу, где отмечается их быстрое распространение. В большинстве умеренных регионов сезон пыления данных растений приходится на август и сентябрь. Перекрестная реактивность среди основных видов амброзии высока.

Другим важным представителем астровых является полынь (*Artemisia*). Существует множество различных видов полыни, произрастающих в США. В восточной части США и Европе наиболее распространена полынь обыкновенная (*A. vulgaris*),

в сибирских степях – полынь холодная (*A. frigida*). Перекрестная реактивность между различными видами полыни очень высока.

Семейство крапивных (*Urticaceae*) включает таких важных представителей, как постенница (*Parietaria*) и крапива (*Urtica*). Постенница является одним из основных сезонных аэроаллергенов Средиземноморского бассейна [10].

Пищевые аллергены

В зависимости от пути сенсибилизации пищевая гиперчувствительность немедленного типа является либо результатом реактивности к пищевым аллергенам (за счет их воздействия через желудочно-кишечный тракт) – аллергены I класса, либо результатом вторичной сенсибилизации к перекрестно-реагирующим пищевым аллергенам (вследствие первичной сенсибилизации к гомологичным пылевым аллергенам через дыхательные пути) – аллергены II класса. Аллергены I класса часто резистентны к теплу, расщеплению и процессам переваривания. Аллергены II класса, главным образом, лабильны и легко разрушаются. В соответствии с этим, клинические проявления пищевой аллергии зависят от типа аллергена, к которому сенсибилизирован индивидуум. Аллергены I класса обладают более высоким потенциалом индуцировать серьезные реакции по сравнению с легко разрушающимися пищевыми аллергенами II класса, которые часто индуцируют симптомы, ограничивающиеся ротовой полостью. Поэтому в течение последних нескольких лет были приложены большие усилия для идентификации и характеристики отдельных молекул наиболее распространенных аллергенных пищевых продуктов (<http://www.allergen.org/>; <http://www.allergome.org/>; <http://www.meduniwien.ac.at/allergens/allfam/>) и сравнения сенсибилизирующих структур между различными географическими регионами.

Более 65% растительных пищевых аллергенов являются членами всего лишь четырех белковых семейств/суперсемейств: проламинов, купинов, Bet v 1 и профилинов. Пищевые аллергены животного происхождения в основном принадлежат к трем семействам белков: тропомиозинам, парвальбуминам и казеинам.

В школьном, подростковом и взрослом возрасте доминирует перекрестно-реактивная пищевая

аллергия. По данным эпидемиологических исследований, сенсибилизация к соответствующим пищевым аллергенам в значительной степени зависит от экспозиции и сенсибилизации к ингаляционным аллергенам. В недавнем исследовании, включавшем взрослых участников из восьми европейских центров, частота выявления IgE-антител к пищевым продуктам составила от 6,6% (в Исландии) до 23,6% (в Швейцарии); уровень IgE достоверно коррелировал с преобладанием сенсибилизации к ассоциированным с аллергией на пыльцу березы аллергенам Bet v 1 и Bet v 2 (профилин), тогда как IgE-сенсибилизация к не связанным с пыльцой растений аллергенам распределялась более равномерно.

Данные результаты подтвердили выводы исследований, оценивающих сенсибилизирующие компоненты пищевых аллергенов по всей Европе. Степень сенсибилизации к Bet v 1-гомологичным белкам яблока (Mal d 1), киви (Act d 8), моркови (Dau c 1) или фундука (Cor a 1) была значительно выше в странах с высокой экспозицией пыльцы березы (Нидерланды, Австрия, северная Италия, Швейцария, Дания) по сравнению с такими средиземноморскими странами, как Испания или Греция. Однако пациенты Испании и Греции показали более высокую частоту сенсибилизации к профилину и nsLTPs. Схожая ассоциация между сенсибилизацией к пыльце деревьев семейства березовых и развитием аллергии на фрукты наблюдалась в Японии. Сенсибилизация к пищевым nsLTPs широко распространена в странах Средиземноморья и ассоциирована с более высокой частотой системных реакций. В Китае сенсибилизация к nsLTP персика (Pru p 3) была ассоциирована с повышенным риском развития системных реакций.

Различия в структуре сенсибилизации также были продемонстрированы для детей с аллергией на арахис из трех различных географических регионов. Испанские пациенты в основном были сенсибилизированы к nsLTPs (Ara h 9), шведские – к Bet v 1-гомологичному аллергену Ara h 8, американские – к запасным белкам арахиса Ara h 1, Ara h 2 и Ara h 3 [11].

Инсектные аллергены

Особую важность при аллергии на укусы насекомых имеют социальные жалящие перепончато-

крылые насекомые (*Aculeatae*). У социальных насекомых существует разделение труда: рабочий класс составляют стерильные самки. Рабочие самки имеют жало, с помощью которого впрыскивают яд в кожу. Среди жалящих перепончатокрылых насекомых социальными являются осы (*Vespidae*), пчелы (*Apidae*) и муравьи (*Formicidae*). *Vespidae* подразделяется на подсемейства: *Polistinae* и *Vespinae*. *Vespinae* включает три рода: *Vespula*, *Dolichovespula* и *Vespa*.

Яды насекомых содержат сложный комплекс токсичных белков и пептидов, некоторые из которых могут вызывать IgE-сенсibilизацию. Известны двенадцать молекулярных аллергенов яда медоносной пчелы и пять – яда осы. Для некоторых из этих аллергенов обнаружены изоформы.

Фосфолипаза A2, гиалуронидаза и кислая фосфатаза являются мажорными аллергенами пчелиного яда. Мажорными аллергенами осинового яда являются фосфолипаза A1, гиалуронидаза и антиген 5. Некоторые аллергены осинового и пчелиного яда имеют идентичные последовательности и демонстрируют соответствующую перекрестную реактивность. Чем насекомые таксономически ближе, тем сильнее перекрываются биохимические структуры аллергенов их ядов. Аллергены яда медоносной пчелы демонстрируют более высокую перекрестную реактивность с аллергенами шмеля по сравнению с аллергенами яда различных видов

ос. Аллергены ядов *Polistinae* или *Dolichovespula* имеют большую связь с ядами *Vespula*.

Для рутинной диагностики доступны один рекомбинантный аллергенный компонент яда медоносной пчелы (Api m 1) и два – яда осы (Ves v 1 и 5).

В отличие от определенных видов пищевой аллергии, для которых установлены сенсibilизирующие компоненты, связанные с легким или тяжелым течением аллергических реакций, позволяющие оценивать риск, при аллергии на яды насекомых клиническая релевантность профилей специфических IgE остается неясной.

Еще одной проблемой при диагностике аллергии на яды насекомых является двойная позитивность, в то время как предполагается, что пациент страдает аллергией только к одному насекомому. Двойная позитивность может быть связана с истинной двойной аллергией, перекрестной реактивностью между аллергенами ядов медоносной пчелы и осы и сенсibilизацией к широко распространенным перекрестно-реагирующим углеводным детерминантам (cross-reactive carbohydrate determinants=CCDs), которые присутствуют во многих источниках аллергенов растений и животных. Однако CCDs, как правило, не выступают в качестве аллергенов [12].

Важнейшие молекулы аллергенов и их характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2. Обзор наиболее важных суперсемейств и семейств аллергенов и их источников [3]

№	Аллерген	Источник	Описание
1	Act d 1	Киви (<i>Actinidia deliciosa</i>)	Цистеиновая протеаза актинидин является мажорным аллергеном киви и вызывает на моносенсibilизацию.
2	Act d 8	Киви (<i>Actinidia deliciosa</i>)	Act d 8 представляет PR-10 молекулу (гомолог Bet v 1) киви, способную вызывать перекрестную сенсibilизацию.
3	Act d 9	Киви (<i>Actinidia deliciosa</i>)	Act d 9 является профилином киви. Сенсibilизация к Act d 9 (и Act d 8) характерна для пациентов с аллергией «пыльца-киви».
4	Amb a 1	Амброзия (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	Данный аллерген является маркером сенсibilизации к амброзии и обладает перекрестной реактивностью с Art v 6 полыни.
5	Amb a 6	Амброзия (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	Аллерген Amb a 6, являющийся nsLTP, выступает в качестве специфического маркера сенсibilизации к амброзии.
6	Api g 1	Сельдерей (<i>Apium graveolens</i>)	Данный аллерген, являющийся PR-10 молекулой (гомолог Bet v 1) сельдерея, обеспечивает перекрестную реактивность (до 75%) в регионах с высокой экспозицией пыльцы березы.
7	Api m 1	Медоносная пчела (<i>Apis mellifera</i>)	Данный мажорный аллерген пчелиного яда распознается до 97% пациентов, реагирующих на укусы медоносной пчелы.
8	Api m 2	Медоносная пчела (<i>Apis mellifera</i>)	IgE-антитела к данной гиалуронидазе могут обладать перекрестной реактивностью с Ves v 2 яда осы вследствие идентичной CCD-структуры.
9	Api m 10	Медоносная пчела (<i>Apis mellifera</i>)	Является специфичным белковым маркером аллергии на медоносную пчелу.

Таблица 2. Обзор наиболее важных суперсемейств и семейств аллергенов и их источников [3] (продолжение)

№	Аллерген	Источник	Описание
10	Ara h 1	Арахис (<i>Arachis hypogaea</i>)	Ara h 1 является мажорным аллергеном, к которому сенсibilизированы 63–80% пациентов. Данная термостабильная молекула относится к купинам (вицилин-тип, 7S-глобулин).
11	Ara h 2	Арахис (<i>Arachis hypogaea</i>)	Термостабильный аллерген арахиса Ara h 2 является конглютином (2S-альбумин). Установлена ассоциация между сенсibilизацией к Ara h 2 и Ara h 6 и системными реакциями на арахис.
12	Ara h 3	Арахис (<i>Arachis hypogaea</i>)	11S (купин) – термостабильный аллерген арахиса. Высоко распространена перекрестная реактивность между Ara h 1 и Ara h 3.
13	Ara h 6	Арахис (<i>Arachis hypogaea</i>)	Подобно Ara h 2, Ara h 6 также представляет собой термостабильный конглютин (2S-альбумин). В США и северной Европе 76–96% пациентов с клиническими симптомами аллергии на арахис имеют специфические IgE к Ara h 2 и Ara h 6.
14	Ara h 8	Арахис (<i>Arachis hypogaea</i>)	Данный аллерген арахиса является PR-10-like молекулой (гомолог Bet v 1), неустойчивой к нагреванию. IgE-сенсibilизация к Ara h 8, Ara h 5 и гликопротеинам (CCD), как правило, связана с перекрестной реактивностью с пыльцевыми аллергенами.
15	Art v 1	Полынь (<i>Artemisia vulgaris</i>)	Art v 1 – маркер сенсibilизации к полыни. Является дефенсин-like белком и обладает частичной перекрестной реактивностью с Amb a 4 амброзии.
16	Art v 6	Полынь (<i>Artemisia vulgaris</i>)	Данная молекула является лиазой и обладает перекрестной реактивностью с Amb a 1 амброзии.
17	Asp f 1	Плесневый гриб (<i>Aspergillus fumigatus</i>)	Является мажорным аллергеном, вызывающим аллергический бронхолегочный аспергиллез. Спектр аллергенов плесневых грибов обладает широким разнообразием молекулярных структур, включающих ферменты, секреторные, внутриклеточные и структурные белки.
18	Asp f 2	Плесневый гриб (<i>Aspergillus fumigatus</i>)	Asp f 2 является связанным с аллергическим бронхолегочным аспергиллезом внутриклеточным аллергеном с неизвестной функцией. Несмотря на необходимость дальнейшего изучения, данный аллерген исключительно распознается пациентами с аллергическим бронхолегочным аспергиллезом, астмой и муковисцидозом.
19	Asp f 6	Плесневый гриб (<i>Aspergillus fumigatus</i>)	Данный филогенетически высоко консервативный внутриклеточный аллерген демонстрирует сильную перекрестную реактивность с другими грибковыми белками.
20	Bet v 1	Пыльца березы (<i>Betula verrucosa</i>)	93% пациентов с аллергией на пыльцу березы продуцируют специфические IgE-антитела к данному мажорному аллергену. Гомологи Bet v 1 присутствуют в пыльце раннецветущих деревьев, а также определяются в широком диапазоне растительной пищи. Благодаря перекрестной реактивности, пациенты могут страдать не только от респираторных, но и орофарингеальных симптомов, называемых оральным аллергическим синдромом.
21	Bet v 2	Пыльца березы (<i>Betula verrucosa</i>)	Данная аллергенная молекула принадлежит к профилин-like суперсемейству. Профилины являются основной причиной перекрестной реактивности среди большинства растительных источников вследствие их высоко консервативной структуры и повсеместного распространения.
22	Bla g 1	Немецкий таракан (<i>Blattella germanica</i>)	Наличие Bla g 1 в фекальных частицах делает эту молекулу, совместно с Bla g 2, хорошим маркером экспозиции аллергенов таракана. Описана перекрестная реактивность между Bla g 1 и гомологичными белками (например, Per a 1, Per f 1 и Bla o 1) других видов тараканов, а также с аллергенами других насекомых.
23	Bla g 5	Немецкий таракан (<i>Blattella germanica</i>)	Bla g 5, относящийся к классу глутатион S-трансферазы (GST), является мажорным аллергеном таракана, который вызывает образование высоких титров IgE среди индивидуумов, сенсibilизированных к тараканам. Описана перекрестная реактивность с GSTs из нескольких источников.
24	Bla g 7	Немецкий таракан (<i>Blattella germanica</i>)	Bla g 7 относится к тропомиозинам беспозвоночных и представляет важный паналлерген среди клещей домашней пыли, хирономид, ракообразных, нематод и моллюсков. Частота IgE-связывания тропомиозинов тараканов чрезвычайно варьирует между популяционными группами, что может отражать различия в условиях окружающей среды.
25	Blo t 1	Клещи (<i>Blomia tropicalis</i>)	Данная молекула представляет группу 1 клещевых аллергенов (цистеиновая протеаза). Blo t 1 является основным маркером сенсibilизации к клещу <i>Blomia tropicalis</i> .

Таблица 2. Обзор наиболее важных суперсемейств и семейств аллергенов и их источников [3] (продолжение)

№	Аллерген	Источник	Описание
26	Blo t 2	Клещи (<i>Blomia tropicalis</i>)	Данная молекула представляет группу 2 клещевых аллергенов (семейство белков NPC2=Niemann-Pick disease, type C2). Blo t 2 является основным маркером сенсибилизации к клещу <i>Blomia tropicalis</i> .
27	Blo t 10	Клещи (<i>Blomia tropicalis</i>)	Blo t 10 является тропомиозином клеща <i>Blomia tropicalis</i> . Особое клиническое значение может иметь его перекрестная реактивность с другими тропомиозинами.
28	Bos d 4	Коровье молоко (сыворо- ротка) (<i>Bos domesticus</i>)	Данный альфа-лактальбумин является мажорным аллергеном сыворотки молока.
29	Bos d 5	Коровье молоко (сыворотка) (<i>Bos domesticus</i>)	Данный бета-лактоглобулин принадлежит к группе липокалинов, поэтому он может демонстрировать перекрестную реактивность с различными респираторными аллергенами. Это единственный белок коровьего молока, который не представлен в человеческом грудном молоке.
30	Bos d 6	Коровье молоко (сыво- ротка) (<i>Bos domesticus</i>)	Bos d 6 является респираторным и пищевым аллергеном, поскольку он присутствует в перхоти крупного рогатого скота, молоке и мясе. Также известный как бычий сывороточный альбумин (BSA), он классифицируется как минорный аллерген перхоти животных, но является важным аллергеном мяса и молока в случае употребления в сыром виде.
31	Bos d 8	Свернувшееся коровье молоко (<i>Bos domesticus</i>)	IgE к казеину (Bos d 8) можно обнаружить у 53% пациентов, реагирующих на коровье молоко. Высокие уровни специфических IgE-антител к казеину прогнозируют клиническую реактивность на топленое молоко, поскольку казеин более устойчив к нагреванию, чем другие аллергенные белки. Вследствие гетерогенности, фракция казеина дополнительно разделена на Bos d 9 – Bos d 12.
32	Bos d 9	Свернувшееся коровье молоко (<i>Bos domesticus</i>)	Данный аллерген представляет альфаS1-казеиновую фракцию сыворотки и рассматривается в качестве мажорного пищевого аллергена.
33	Bos d 10	Свернувшееся коровье молоко (<i>Bos domesticus</i>)	Данный аллерген представляет альфаS2-казеиновую фракцию сыворотки и рассматривается в качестве мажорного пищевого аллергена.
34	Bos d 11	Свернувшееся коровье молоко (<i>Bos domesticus</i>)	Данный аллерген представляет бета-казеиновую фракцию сыворотки и рассматривается в качестве мажорного пищевого аллергена.
35	Bos d 12	Свернувшееся коровье молоко (<i>Bos domesticus</i>)	Данный аллерген представляет каппа-казеиновую фракцию сыворотки и рассматривается в качестве мажорного пищевого аллергена.
36	Can f 1	Собака (<i>Canis familiaris</i>)	Данный мажорный аллерген собаки (частота сенсибилизации 50–76%) является видоспецифичным маркером сенсибилизации. Показано, что сенсибилизация к нему в детстве является прогностическим маркером аллергии на собаку в подростковом возрасте. Can f 1 является липокалином, синтезируется в слюнных железах и распространяется в окружающую среду со слюной и перхотью. Обладает умеренной перекрестной реактивностью с Fel d 7.
37	Can f 3	Собака (<i>Canis familiaris</i>)	Данный термолабильный белок представляет собой сывороточный альбумин, который обладает высокой перекрестной реактивностью с другими сывороточными альбуминами.
38	Can f 6	Собака (<i>Canis familiaris</i>)	Данный мажорный аллерген собаки является липокалином, синтезируется в слюнных железах и распространяется в окружающую среду со слюной и перхотью. Обладает умеренной перекрестной реактивностью с Fel d 4 и Equ c 1.
39	Che a 1	Марь (<i>Chenopodium album</i>)	Данный Ole e 1-like белок является маркером сенсибилизации к марю. Показана его перекрестная реактивность с Sal k 5 солянки русской (<i>Russian Thistle</i>).
40	Cor a 1	Орешник (пыльца, орехи) (<i>Corylus avellana</i>)	Данный Bet v 1-связанный пищевой аллерген принадлежит к PR-10-like белкам и является мажорным аллергеном при аллергии на фундук. Одна из его изоформ содержится в основном в пыльце лещины (Cor a 1.01), другая – в орехах (Cor a 1.04).
41	Cor a 8	Фундук (<i>Corylus avellana</i>)	Cor a 8 является nsLTP. Пациенты с сенсибилизацией к nsLTP персика (Pru p 3) могут развить перекрестную сенсибилизацию к другим nsLTPs, например Cor a 8.
42	Cor a 9	Фундук (<i>Corylus avellana</i>)	Cor a 9 представляет распространенный запасной белок семян (11S-глобулин). Выявление IgE-антител к данному аллергену ассоциировано с объективными симптомами аллергии на фундук и положительным двойным слепым плацебо-контролируемым оральным пищевым тестом с фундуком.
43	Cor a 14	Фундук (<i>Corylus avellana</i>)	Cor a 14 представляет 2S-альбумин и относится к запасным белкам семян. Зарегистрированы тяжелые аллергические реакции на данную аллергенную молекулу у детей и взрослых. Однако данный аллерген не следует считать мажорным, поскольку большая часть аллергии на фундук связана с пылью березы (см. Cor a 1).

Таблица 2. Обзор наиболее важных суперсемейств и семейств аллергенов и их источников [3] (продолжение)

№	Аллерген	Источник	Описание
44	CCDs	Вариабельные (растительного происхождения)	<i>In vivo</i> CCDs не выступают в качестве аллергенов и, следовательно, клинически не значимы, но наличие IgE к CCDs может привести к вводящей в заблуждение реактивности <i>in vitro</i> , а также в случае тестирования с использованием экстрактов или CCD-содержащих натуральных очищенных гликопротеинов.
45	Cup a 1	Кипарис (<i>Cupressus arizonica</i>)	Cup a 1 является специфическим маркером сенсибилизации к пыльцевым аллергенам деревьев семейства кипарисовых (<i>Cupressaceae</i>). Высокая идентичность последовательностей и, следовательно, высокая степень перекрестной реактивности между членами семейства кипарисовых позволяют использовать Cup a 1 в качестве репрезентативного маркера всего семейства как для диагностических тестов, так и для терапевтических целей.
46	Cyn d 1	Свиной пальчатый (<i>Cynodon dactylon</i>)	Данный мажорный аллерген бета-экспансин группы 1 является маркером сенсибилизации к свиному пальчатому.
47	Cyp c 1	Сазан, карп (<i>Cyprinus carpio</i>)	Данный мажорный аллерген мышечной ткани рыб является парвальбумином. Парвальбумины – небольшие мышечные белки с удивительной устойчивостью к физико-химическим способам обработки пищевых продуктов. Во время приготовления рыбы они могут появляться в воздухе. Большинство пациентов с аллергией на рыбу имеют специфические IgE к данным аллергенам.
48	Der p 1	Клещ домашней пыли (<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>)	Der p 1 является мажорным клещевым аллергеном (распространенность сенсибилизации 70–100%). В качестве активной цистеиновой протеазы данный аллерген определяется в фекальных частицах и тесно ассоциирован с развитием астмы. Установлен его важнейший вклад в развитие симптомов ринита и астмы.
49	Der p 2	Клещ домашней пыли (<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>)	Der p 2 является мажорным клещевым аллергеном (распространенность сенсибилизации 80–100%). Он обнаруживается в фекальных частицах и тесно ассоциирован с развитием астмы. Данная молекула обладает активностью, сравнимой с миелоидным фактором дифференцировки 2.
50	Der p 10	Клещ домашней пыли (<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>)	Der p 10 является тропомиозином клеща домашней пыли, присутствующим в мышечных и не мышечных клетках. Аминокислотная последовательность тропомиозина высоко консервативна среди моллюсков и других беспозвоночных, что объясняет высокий уровень перекрестной реактивности. Симптомы, которые могут возникать в ответ на прием пищи или ингаляцию аллергенов, варьируют от легких реакций до анафилаксии. Пациенты с аллергией на клеща домашней пыли в Европе не демонстрируют высокую распространенность IgE-сенсибилизации к Der p 10. Наблюдаемая сенсибилизация может быть рассмотрена как результат перекрестной реактивности, а также как маркер «широкой» сенсибилизации.
51	Der p 23	Клещ домашней пыли (<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>)	Der p 23 – аллерген клеща домашней пыли, обнаруживаемый в фекальных частицах и в перитрофической выстилке кишечника. Эта недавно описанная молекула представляет перитрофин-like белок, который, по-видимому, ассоциирован с развитием астмы.
52	Equ c 1	Лошадь (<i>Equus Caballus</i>)	Данный мажорный аллерген лошади является видоспецифичным маркером сенсибилизации. Он относится к липокалинам, синтезируемым в слюнных железах и распространяющимся в окружающую среду со слюной и перхотью. Equ c 1 обладает умеренной перекрестной реактивностью с Fel d 4 и Can f 6 и, как известно, свойствами поверхностно-активных веществ.
53	Equ c 3	Лошадь (<i>Equus Caballus</i>)	Equ c 3 представляет собой сывороточный альбумин – термолabileльный белок, синтезируемый в печени. Данный аллерген присутствует в перхоти лошади, секретах и мясе. Обладает высоким риском перекрестной реактивности с другими сывороточными альбуминами.
54	Fel d 1	Кот (<i>Felis domesticus</i>)	Fel d 1 является мажорным аллергеном кота и видоспецифичным маркером сенсибилизации. Показано, что сенсибилизация к данному аллергену в детском возрасте является прогностическим маркером аллергии на кота в подростковом возрасте. Данная молекула, синтез которой связан с половыми гормонами, является утероглобином и экспрессируется в коже и слюнных железах.
55	Fel d 4	Кот (<i>Felis domesticus</i>)	Данный мажорный аллерген кота является липокалином, синтезируемым в слюнных железах и распространяющимся в окружающую среду со слюной и перхотью. Обладает умеренным риском перекрестной реактивности с Can f 6 и Equ c 1.

Таблица 2. Обзор наиболее важных суперсемейств и семейств аллергенов и их источников [3] (продолжение)

№	Аллерген	Источник	Описание
56	Gad c 1	Треска (<i>Gadus callarias</i>)	Доминирующим мажорным аллергеном мышечной ткани рыб является парвальбумин, первым из которых был идентифицирован Gad c 1. Уровни парвальбуминов значительно отличаются в разных тканях и у различных видов рыб. Большинство пациентов с аллергией на рыбу имеют специфические IgE к парвальбуминам.
57	Gal d 1	Куриное яйцо (<i>Gallus domesticus</i>)	Овомукоид является термостабильным и высоко аллергенным белком яичного белка. IgE-ответ на Gal d 1 указывает на риск развития реакции на любые виды яиц (с точки зрения термической обработки). Высокие уровни специфических IgE к данному аллергену могут указывать на продолжительную аллергию на яйца.
58	Gal d 2	Куриное яйцо (<i>Gallus domesticus</i>)	Овальбумин является наиболее распространенным белком яичного белка. Поскольку он термоллабилен, IgE-ответы к Gal d 2 указывают на риск развития клинических симптомов при употреблении сырых или слегка термически обработанных яиц, а также при введении некоторых вакцин.
59	Gal d 3	Куриное яйцо (<i>Gallus domesticus</i>)	Овотрансферрин, или кональбумин, является термостабильным белком яичного белка с железосвязывающей способностью и антимикробной активностью. IgE-антитела к Gal d 3 увеличивают риск развития клинических реакций при употреблении сырых или слегка термически обработанных яиц.
60	Gad m 1	Атлантическая треска (<i>Gadus morhua</i>)	Данная молекула является парвальбумином – доминирующим мажорным аллергеном мышечной ткани рыб.
61	Gly m 1	Соя (<i>Glycine max</i>)	Gly m 1 является мажорным ингаляционным аллергеном кожуры соевых бобов, воздействию которых пациенты подвергаются при вдыхании пыли соевых бобов.
62	Gly m 4	Соя (<i>Glycine max</i>)	Аллерген сои Gly m 4 является PR-10-like белком (гомолог Bet v 1), который имеет низкую тепловую и пищеварительную стабильность. Аллергия на сою вследствие Bet v 1-перекрестной реактивности считается наиболее распространенной в северной и средней Европе, а также, предположительно, в северных частях Азии и в Северной Америке (Канада, северные штаты США), зависящей от степени экспозиции пыльцы березы.
63	Gly m 5	Соя (<i>Glycine max</i>)	Сенсибилизация к Gly m 5 (вицилин (7S-глобулин)) сои указывает на повышенный риск развития атопического дерматита и тяжелой пищевой аллергии на сою и связанные с ней растительные продукты у детей.
64	Gly m 6	Соя (<i>Glycine max</i>)	Сенсибилизация к Gly m 6 (легумин (11S-глобулин)) сои указывает на повышенный риск развития атопического дерматита и тяжелой пищевой аллергии на сою и связанные с ней растительные продукты у детей.
65	Hev b 1	Каучуковое дерево (<i>Hevea brasiliensis</i>)	Hev b 1 представляет фактор элонгации каучука (rubber elongation factor=REF), который вследствие нерастворимости является плохо ингалируемым. Таким образом, для сенсибилизации к данной молекуле, по всей видимости, требуется контакт с кровью или слизистыми. Сенсибилизация к Hev b 1 менее распространена среди медицинских работников, но он выступает в качестве мажорного аллергена у пациентов со <i>spina bifida</i> .
66	Hev b 3	Каучуковое дерево (<i>Hevea brasiliensis</i>)	Hev b 3 является трудно ингалируемым (вследствие нерастворимости) аллергеном каучука. Сенсибилизация к Hev b 3 менее распространена среди медицинских работников, но данный аллерген является мажорным у пациентов со <i>spina bifida</i> .
67	Hev b 5	Каучуковое дерево (<i>Hevea brasiliensis</i>)	Hev b 5 представляет собой устойчивый к воздействию кислот и нагреванию белок каучукового дерева. В настоящее время гHev b 5, совместно с гHev b 6.01, является мажорным аллергеном среди медицинских работников, сенсибилизированных к латексу. Помимо этого, он представляет мажорный аллерген у пациентов со <i>spina bifida</i> .
68	Hev b 6.01	Каучуковое дерево (<i>Hevea brasiliensis</i>)	Данный аллерген каучукового дерева является прогевином. В настоящее время гHev b 6.01, совместно с гHev b 5, является мажорным аллергеном среди медицинских работников, сенсибилизированных к латексу. Помимо этого, он представляет мажорный аллерген у пациентов со <i>spina bifida</i> .
69	Hev b 8	Каучуковое дерево (<i>Hevea brasiliensis</i>)	Данный аллерген каучукового дерева является профилином (актин-связывающим белком), который обсуждается в качестве ответственного за перекрестную реактивность «латекс-фрукт».

Таблица 2. Обзор наиболее важных суперсемейств и семейств аллергенов и их источников [3] (продолжение)

№	Аллерген	Источник	Описание
70	Jug r 1	Грецкий орех (<i>Juglans regia</i>)	Jug r 1 представляет собой 2S-альбумин. Сенсибилизация к 2S-альбуминам орехов деревьев, включая грецкий орех, может быть ассоциирована с более тяжелыми аллергическими реакциями.
71	Jug r 3	Грецкий орех (<i>Juglans regia</i>)	Jug r 3 представляет собой nsLTP. Пациенты с сенсибилизацией к nsLTP персика (Pru p 3) могут развивать перекрестную сенсибилизацию к грецкому ореху.
72	Mal d 1	Яблоко (<i>Malus domestica</i>)	Данный аллерген является PR-10-like молекулой (гомолог Bet v 1) яблока, вследствие чего возможно возникновение перекрестной реактивности между пылью и пищей.
73	Mal d 3	Яблоко (<i>Malus domestica</i>)	Mal d 3 представляет собой nsLTP и является небольшим стабильным белком, устойчивым к низким значениям pH окружающей среды и термической обработке. Пациенты с сенсибилизацией к nsLTPs, в основном полученным из персика (Pru p 3), могут развивать перекрестную сенсибилизацию к nsLTPs других фруктов. Клинические проявления варьируют от локальных ринофарингитальных симптомов до анафилаксии. Клиническая картина зависит от кофакторов.
74	Mala s 6	Дрожжевой гриб (<i>Malassezia sympodialis</i>)	Данный аллерген <i>Malassezia sympodialis</i> является циклофилином и обнаруживается у 92% сенсибилизированных пациентов, страдающих atopическим дерматитом.
75	Mala s 11	Дрожжевой гриб (<i>Malassezia sympodialis</i>)	Данный аллерген <i>Malassezia sympodialis</i> является марганец-супероксиддисмутазой. У пациентов, страдающих atopическим дерматитом, сенсибилизация к данному аллергену коррелирует с тяжестью заболевания. Mala s 11 обладает высокой перекрестной реактивностью с Asp f 6.
76	Mus m 1	Мышиная моча (<i>Mus musculus</i>)	Данный мажорный аллерген мыши является преальбумином и липокалин-одорант-связывающим белком, принадлежащим к семейству мажорных белков мочи (major urinary proteins=MUP). MUPs продуцируются в печени и экзокринных железах под контролем гормонов и секретируются с мочой. Вероятно, они играют комплексную роль в хемосенсорной передаче сигналов между грызунами.
77	Ole e 1	Оливковое дерево (<i>Olea europaea</i>)	Ole e 1 является наиболее распространенной сенсибилизирующей молекулой пыльцы оливы. Данный аллерген используется в диагностических и терапевтических экстрактах и может детерминировать иммунологические изменения при проведении АИТ пыльцой оливы.
78	Par j 1	Постенница (<i>Parietaria judaica</i>)	Пыльца постенницы является единственным видом пыльцы, мажорный аллерген которой (Par j 1) относится к nsLTP. Поллиноз, вызванный постенницей, часто ассоциирован с астмой.
79	Par j 2	Постенница (<i>Parietaria judaica</i>)	Par j 2, nsLTP, является высоко специфичным маркером сенсибилизации к постеннице.
80	Pen a 1	Коричневая креветка (<i>Penaeus aztecus</i>)	Мажорный аллерген креветки Pen a 1 является одним из наиболее клинически значимых аллергенных тропомиозинов. Идентифицированы пять основных IgE-связывающих участков Pen a 1, обладающих перекрестной реактивностью с креветками, омарами, клещами домашней пыли и тараканами. Термостабильность данного аллергена частично объясняет его высокую аллергенность.
81	Per a 1	Американский таракан (<i>Periplaneta americana</i>)	Per a 1 является белковым гомологом микроворсинок средней кишки американского таракана. Он обладает перекрестной реактивностью с гомологичным белком Bla o 1 немецкого таракана.
82	Per a 2	Американский таракан (<i>Periplaneta americana</i>)	Per a 2 является аспарагиновой протеаза-like белком американского таракана. Сенсибилизация к Per a 2 чаще выявляется у пациентов с персистирующей астмой, чем у пациентов с изолированным ринитом, подтверждая, что данный аллерген может быть маркером более тяжелого заболевания дыхательных путей.
83	Per a 7	Американский таракан (<i>Periplaneta americana</i>)	Per a 7 является тропомиозином американского таракана. Частота IgE-связывания тропомиозинов тараканов и клещей сильно варьирует, в зависимости от популяционных групп. Более высокие значения отмечаются в тропических странах, ниже – в США и Европе, что может отражать различия в условиях окружающей среды.
84	Phl p 1	Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i>)	Данный мажорный аллерген пыльцы тимopheевки является маркером истинной видоспецифичной сенсибилизации. Он выделяет эпитопы 1 группы аллергенов среди других злаковых трав и демонстрирует IgE-перекрестную реактивность с

Таблица 2. Обзор наиболее важных суперсемейств и семейств аллергенов и их источников [3] (продолжение)

№	Аллерген	Источник	Описание
			большинством других аллергенов злаковых трав группы 1. Сенсибилизация к Phl p 1, как правило, предшествует сенсибилизации к пыльце других трав и вызывает наиболее распространенный IgE-специфический ответ у пациентов с аллергией на пыльцу злаковых трав.
85	Phl p 4	Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i>)	Phl p 4 является триптаза-резистентным гликопротеином и может быть обозначен как мажорный аллерген. Он демонстрирует IgE-перекрестную реактивность с другими аллергенами 4 группы пыльцевых аллергенов трав. Кроме того, показана его перекрестная реактивность с мажорным аллергеном амброзии Amb a 1 и пылью масличного рапса. Естественный аллерген Phl p 4 содержит CCD, который может вызывать IgE-перекрестную реактивность с широким спектром растений и растительных продуктов.
86	Phl p 5	Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i>)	Phl p 5 является еще одним мажорным пыльцевым аллергеном трав, обеспечивающим более низкую распространенность сенсибилизации, но часто продукцию более высоких титров IgE. Phl p 5, являющийся цитоплазматической рибонуклеазой, важен для ферментативной деградации РНК. Он обладает широкой IgE-перекрестной реактивностью с другими аллергенами группы 5 трав подсемейства мятликовых.
87	Phl p 7	Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i>)	Phl p 7 и Phl p 12 являются минорными аллергенами, представляющими паналлергены растений. Phl p 7, полкальцин, является кальций-связывающим белком, присутствующим во многих видах пыльцы и, следовательно, обладающим широкой перекрестной реактивностью. Сенсибилизация к Phl p 7 может быть использована в качестве маркера общей пыльцевой сенсибилизации.
88	Phl p 12	Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i>)	Phl p 12, член семейства профилинов, является актин-связывающим белком, присутствующим во всем растительном мире. Поскольку профилины повсеместно распространены в растительных клетках, сенсибилизация к ним приводит к перекрестной реактивности с такими растениями и растительными продуктами, как береза, соя, кукуруза, латекс и растительная пища.
89	Pla a 1	Платан (<i>Platanus acerifolia</i>)	Pla a 1 и Pla a 2 могут служить маркерами первичной сенсибилизации к пыльце платана, поэтому «полезны» при назначении АИТ, в то время как nsLTP Pla a 3 ассоциирован с сенсибилизацией к LTPs растительных продуктов.
90	Pla l 1	Подорожник ланцетолистный (<i>Plantago lanceolata</i>)	Pla l 1, Ole e 1-like белок, является высоко специфичным маркером аллергена подорожника ланцетолистного из-за ограниченной перекрестной реактивности с другими членами семейства белков.
91	Pru p 3	Персик (<i>Prunus persica</i>)	Pru p 3 является мажорным аллергеном персика. Данная молекула, относящаяся к nsLTP, представляет небольшой белок, устойчивый к крайним значениям pH, термической обработке и протеолитическому расщеплению. Он сосредоточен в перикарпии плодов, при этом в мякоти его содержится примерно в 220 раз меньше, чем в кожуре. Идентичность его последовательности с аналогичными белками яблока, абрикоса, сливы, вишни, апельсина, клубники, винограда колеблется от 62 до 81%. Персик является наиболее частой причиной nsLTP-аллергии. Сенсибилизация к Pru p 3, вероятно, играет роль предшественника при сенсибилизации к другим nsLTPs.
92	Pru p 4	Персик (<i>Prunus persica</i>)	Pru p 4 является профилином персика. Профилины являются небольшими белками, встречающимися повсеместно среди царства растений. Они важны для передачи различных клеточных сигналов и связывания актина. Они обладают низкой стабильностью при термообработке. Сенсибилизация к профилинам часто встречается среди пациентов, однако нередко характеризуется низкой клинической значимостью. Аллергены семейства профилинов обнаружены в яблоке, груше, вишне и клубнике.
93	Rat n 1	Моча крысы (<i>Rattus norvegicus</i>)	Аналог аллергенов мыши, мажорный аллерген крысы Rat n 1 является преальбумином, который принадлежит к группе липокалинов и семейству MUPs. Аминокислотная идентичность между MUPs мышей и крыс составляет приблизительно 65%. Моча самцов крыс содержит гораздо больше Rat n 1, чем моча самок.
94	Sal k 1	Солянка русская (<i>Salsola kali</i>)	Sal k 1, пектинметилэстераза, является маркером сенсибилизации к солянке. Данный аллерген содержит N-гликаны, таким образом, результат диагностики может быть ложно-положительным, если пациент является «CCD-положительным».

Таблица 2. Обзор наиболее важных суперсемейств и семейств аллергенов и их источников [3] (продолжение)

№	Аллерген	Источник	Описание
95	Sal s 1	Атлантический лосось (<i>Salmo salar</i>)	Доминирующий мажорный аллерген мышечной ткани рыб, являющийся пар-вальбумином.
96	Sus s 1	Свинья (<i>Sus scrofa domestica</i>)	Sus s 1 является альбумином свиньи. Его перекрестная реактивность с альбумином кошки объясняет синдром «кошка-свинина».
97	Tri a 14	Пшеница (<i>Triticum aestivum</i>)	Данная молекула представляет собой nsLTP, отличается высокой термостабильностью и, вероятно, не обладает перекрестной реактивностью с пылью злаковых трав. Это может иметь особое значение при пшеница-зависимой индуцированной физической нагрузкой анафилаксии (wheat-dependent, exercise-induced anaphylaxis=WDEIA), а также в некоторых случаях пищевой аллергии.
98	Tri a 19	Пшеница (<i>Triticum aestivum</i>)	Tri a 19 представляет собой белок семян пшеницы. Данная молекула, являющаяся ω-5-глиадином, недостаточно хорошо представлена в экстрактах пшеницы вследствие плохой растворимости в воде. 50–70% пациентов с аллергией на пшеницу сенсибилизированы к данному аллергену. Tri a 19 часто отвечает за WDEIA.
99	Ves v 1	Оса (<i>Vespula vulgaris</i>)	Данная фосфолипаза A1 является мажорным аллергеном и, следовательно, белковым маркером при аллергии на осиный яд.
100	Ves v 5	Оса (<i>Vespula vulgaris</i>)	Ves v 5 является белковым маркером при аллергии на осиный яд. Функция данного белка неизвестна, но его содержание в яде крайне высоко. Сенсибилизация к Ves v 5 84,5–100% пациентов делает данную молекулу мажорным аллергеном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ronald van Ree. Allergens – structure and function // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 6–8.
2. Glossary of immunological assays in molecular allergology // *Molecular Allergology Users Guide Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2016. P. 375–378.
3. Heimo Breiteneder. Allergen families and databases // *Molecular Allergology Users Guide Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2016. P. 57–67.
4. Heimo Breiteneder. Mechanisms of allergenicity of allergens // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 9–10.
5. Barbara Bohle. Allergens and cross-reactivity // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 11–12.
6. Wayne R. Thomas. House dust mite allergens // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 13–14.
7. Hans Grönlund. Pet allergens // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 15–17.
8. Fatima Ferreira, Gabriele Gadermaier, Michael Wallner. Tree pollen allergens // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 18–21.
9. Jörg Kleine-Tebbe, Janet Davies Grass. Pollen allergens // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 22–26.
10. Richard W. Weber. Weed pollen allergens // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 27–28.
11. Barbara Ballmer-Weber. Food allergens // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 29–31.
12. Franziska Rüeff. Venom allergens // *Global Atlas of Allergy Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2014. P. 32–33.
13. Stephanie Hofmaier, Karin Hoffmann-Sommergruber, Heimo Breiteneder. Important allergenic molecules and their characteristics // *Molecular Allergology Users Guide Published by the European Academy of Allergy and Clinical Immunology*. 2016. P. 365–374.