

**КАРТИРОВАНИЕ IGE-ПЕРЕКРЕСТНОЙ АКТИВНОСТИ
АЛЛЕРГЕНОВ СОИ GLY М 4, GLY М 5 И GLY М 6 У БОЛЬНЫХ С
АТОПИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ**

Самойликов П. В. ¹,

Васильева Г. В. ¹,

Конаныхина С. Ю. ¹,

Поддубиков А. В. ¹

¹ ФГБНУ научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И.И.
Мечникова, Москва, Россия.

**MAPPING OF IGE-CROSS ACTIVITY OF SOYBEAN ALLERGENS GLY
M 4, GLY M 5 AND GLY M 6 IN PATIENTS WITH ATOPIC DISEASES**

Samoilikov P. V. ^a,

Vasilyeva G. V. ^a,

Konanykhina S. Yu. ^a,

Poddubikov A. V. ^a

^a Research Institute of Vaccines and Serums them. I.I. Mechnikov, Moscow, Russia.

Резюме

На сегодняшний день значительная часть потребляемой пищи состоит из множества различных ингредиентов. Белки соевых бобов стали активно использовать для производства таких комбинированных продуктов питания. Между тем белки сои могут содержать широкий спектр аллергенов, каждый из которых, присутствуя в небольшом количестве, способен провоцировать тяжелые аллергические реакции вследствие перекрестной реактивности.

Цель исследования – оценить распространенность сенсибилизации к алергокомпонентам сои Gly m 4, Gly m 5 и Gly m 6 и составить карту их IgE-перекрестной реактивности с гомологичными белками суперсемейств Bet v 1 подобных белков и белков купин у больных с atopическими заболеваниями.

Было проанализировано 54 образца сыворотки крови больных с подозрением на аллергические заболевания. В этих сыворотках определяли специфические IgE к 112 алергокомпонентам растительного и животного происхождения методом ImmunoCap ISAC (Phadia, Швеция). Статистическую обработку данных проводили при помощи программы MS Excel с использованием параметрических методов исследования.

У больных с atopическими заболеваниями sIgE к белкам сои были выявлены преимущественно к алергокомпоненту rGly m 4 (5 пациентов из 29; 17,24%). Среднее значение уровня этих антител по группе было выше нормы и составило $0,43 \pm 0,13$ ISU-E. Сенсибилизация к rGly m 5 (3 пациента из 29; 10,24%) и rGly m 6 (1 пациент из 29; 3,44%) была не такая значимая. Перекрестно-реагирующие sIgE выявлялись только к алергенам суперсемейства Bet v 1 подобных белков. Наиболее сильная зависимость была выявлена между уровнем sIgE к rGly m 4 и rBet v 1 ($R=0,68$; $p=0,001$). Еще одна IgE перекрестная реакция была найдена между rGly m 4 сои и rAln g 1 пыльцы ольхи ($R=0,681$; $p=0,000$). IgE-АТ к rGly m 4 могут также перекрестно связываться с rAct d 8 киви ($R=0,59$; $p=0,001$). Мы также выявили слабую достоверную корреляцию между уровнем sIgE к rGly m 4 сои и двум изоформам rCor a 1 фундука: rCor a 1.01 ($R=0,42$; $p=0,023$) и rCor a 1.04 ($R=0,39$; $p=0,036$). Изученный нами профиль IgE-перекрестной активности алергенов сои имеет важное значение для наилучшей стратегии тестирования на наличие причинно значимых алергенов, что позволит избежать развитие скрытых перекрестных реакций, запускающих как оральные, так и респираторные аллергические процессы у людей с алергопатологией. Кроме того, это позволит назначать оптимальные диеты и разрабатывать технологические решения для создания гипоаллергенных продуктов питания.

Ключевые слова: IgE, соя, Gly m 4, Gly m 5, Gly m 6, перекрестная реакция.

Abstract

Today a significant portion of the food consists of many different ingredients. Soybean proteins have been actively used for production of these combined foodstuffs. Meanwhile, soy proteins can contain a wide range of allergens, and even if they present in small amounts can cause severe allergic reactions due to cross-reactivity.

Aims. To evaluate the prevalence of sensitization to soybean allergen components Gly m 4, Gly m 5 and Gly m 6 and to map their IgE cross-reactivity with homologous proteins of Bet v 1-like proteins and cupin proteins in patients with atopic diseases.

We detected sIgE to 112 allergenic components of plant and animal origin in serum of 54 patients with history of allergy by the ImmunoCap ISAC method. The results were analyzed using MS Excel program by parametric research methods.

In patients with atopic diseases we detected sIgE to the allergic component rGly m 4 (5 patients of 29; 17.24%). Frequency of sIgE detection to rGly m 5 (3 patients of 29; 10.24%) and rGly m 6 (1 patient of 29; 3.44%) was not significant. Cross-reactive sIgE was detected only to allergens of the Bet v 1 superfamily. The strongest relationship was found between sIgE level to rGly m 4 and rBet v 1 ($R=0.68$; $p=0.001$). Another IgE cross reaction was found between soybean rGly m 4 and alder pollen rAln g 1 ($R=0.681$; $p=0.000$). IgE-AT to rGly m 4 can also cross-link with kiwi rAct d 8 ($R=0.59$; $p=0.001$). We also found weak significant correlation between sIgE to soybean rGly m 4 and two hazelnut rCor a 1 isoforms: rCor a 1.01 ($R=0.42$; $p=0.023$) and rCor a 1.04 ($R=0.39$; $p=0.036$). The IgE cross-reactivity profile of soy allergens announced in this study is important for the best testing strategy for the presence of causally significant allergens. This will help to avoid the development of hidden cross-reactions that trigger both oral and respiratory allergic processes in people with allergic pathology. In addition, this will make it possible to prescribe optimal diets and develop technological solutions for the creation of hypoallergenic food products.

Keywords: IgE, soy, Gly m 4, Gly m 5, Gly m 6, cross reaction.

1 Введение

В современном обществе питание становится все более разнообразным. Значительная часть потребляемой пищи готовится вне дома, а блюда часто состоят из множества различных ингредиентов. Начиная с прошлого века, белки соевых бобов (семян) стали активно использовать для производства комбинированных продуктов [3, 9]. Причем такие продукты могут содержать широкий спектр аллергенных белков, каждый из которых, присутствуя в небольшом количестве, не требует маркировки [11]. Такие «скрытые аллергены» сои способны спровоцировать тяжелые аллергические реакции вследствие выраженной перекрестной реактивности [2].

В настоящее время идентифицировано 16 белковых молекул сои, которые могут вызывать сенсibilизацию у больных с atopическими заболеваниями. Эти аллергены выполняют разные биологические функции в клетках сои: метаболические, накопительные, рецепторные и защитные. Они принадлежат к 5 суперсемействам белков (проламины, дефензины, профилины, купины, а также Bet v 1 подобные белки) [8]. Белковые молекулы, входящие в состав одного суперсемейства, характеризуются консервативными трехмерными структурами, что может привести к многочисленным перекрестным реакциям между паналлергенами растений. Однако наличие клинически значимых перекрестных реакций показано только между аллергенами с высокой гомологией в аминокислотной последовательности [10]. Например, суперсемейство белков проламинов содержит наибольшее количество аллергенов растительного происхождения. К этому суперсемейству принадлежат два аллергена сои Gly m 1 (семейство белков nsLTP) и Gly m 8 (семейство белков 2S альбумины), которые содержат характерную консервативную трехмерную структуру, но имеют низкую гомологию в аминокислотной последовательности или почти ее не имеют с аллергенами суперсемейства проламинов других растений. Наиболее часто IgE-перекрестные реакции с аллергенами сои могут возникать на белки, входящие только в два суперсемейства белков – Bet v 1 подобные белки (Gly m 4) и купины (Gly m 5 и Gly m 6).

Таким образом, целью работы является оценка распространенности сенсibilизации к аллергокомпонентам сои Gly m 4, Gly m 5 и Gly m 6 и составление карты их IgE-перекрестной реактивности с гомологичными белками суперсемейств Bet v 1 подобных белков и белков купинов у больных с atopическими заболеваниями.

2 Материалы и методы

В общей сложности было проанализировано 54 образца сыворотки крови больных с подозрением на аллергические заболевания. В этих сыворотках определяли sIgE к 112 аллергокомпонентам растительного и животного происхождения методом ImmunoCap ISAC (Phadia, Швеция). Далее были отобраны 29 образцов сывороток больных atopическими заболеваниями (бронхиальная астма, риноконъюнктивит и atopический дерматит) с пищевой и ингаляционной сенсibilизацией, из них 14 мужчин (48%) и 15 женщин

(52%). Средний возраст пациентов – 18 ± 15 лет (от 1 года до 55 лет). У этих больных определяли уровень sIgE к алергокомпонентам суперсемейства Bet v 1 подобных белков (rBet v 1, rCor a 1.01, rAln g 1, rGly m 4, rAra h 8, rCor a 1.04, rAct d 8, rApi g 1, rMal d 1, rPru p 1, nCyn d 1, rPhl p 1, rPhl p 2, nPhl p 4, rPhl p 5), а также к алергокомпонентам суперсемейства купинов (rAna o 2, rBer e 1, nCor a 9, rJug r 1, nJug r 2, nSes i 1, rAra h 1, rAra h 2, rAra h 3, nAra h 6, nGly m 5, nGly m 6, nFag e 2, rTri a 19.0101). Все исследования были проведены в соответствии с методическими рекомендациями производителя [5]. Повышенный уровень sIgE к изучаемым аллергенным молекулам находился в диапазоне от 0,3 ISU-E и выше ([0,3 - 1) ISU-E – 1-й класс аллергической реакции; [1 - 15) ISU-E – 2-й класс аллергической реакции; от 15 ISU-E включительно и выше – 3-й класс аллергической реакции). Исследование выполнено с использованием научного оборудования центра коллективного пользования «НИИВС им. И.И. Мечникова» - при финансовой поддержке проекта Российской Федерацией в лице Минобнауки России, Соглашение № 075-15-2021-676 от 28.07.2021.

Статистическую обработку данных проводили при помощи программы MS Excel с использованием параметрических методов исследования. Для описательной статистики использовали среднее значение и двойную стандартную ошибку. Корреляционный анализ проводили методом Пирсона. Силу связи коэффициента корреляции (R) определяли при помощи шкалы Чеддока (табл. 1). Критическую величину уровня значимости (p) приняли 0,05.

3 Результаты

Мы выявили повышенный уровень sIgE ко всем изучаемым алергокомпонентам сои. При этом наиболее часто выявляли sIgE к rGly m 4 (5 пациентов из 29, 17,24%). Уровень этих антител составил $0,43 \pm 0,13$ ISU-E. Повышенный уровень sIgE к nGly m 5 ($0,34 \pm 0,07$ ISU-E) выявляли у 3 пациентов (10,34%). Уровень sIgE к Gly m 6 ($0,31 \pm 0,02$ ISU-E) был повышен только в сыворотке одного пациента (3,44%). Мы также определили уровень sIgE к другим представителям семейств Bet v 1 подобных белков и белков купинов, чтобы оценить их IgE-перекрестную реактивность с алергокомпонентами сои.

У всех больных был выявлен повышенный уровень sIgE к алергокомпонентам суперсемейства Bet v 1 подобных белков (табл. 2), который находился в диапазоне между 0,3 ISU-E и 61 ISU-E. Среди представителей этого суперсемейства наиболее часто выявляли sIgE к rBet v 1 и rMal d 1 (17 пациентов из 29; 58,62%), уровень которых составил $9,93 \pm 5,89$ ISU-E и $3,62 \pm 2,04$ ISU-E, соответственно. Минимальная частота выявления sIgE к белкам данного семейства была к rApi g 1, rPhl p 2 и nPhl p 4 (4 пациента из 29; 13,79%), их уровень составил $0,43 \pm 0,14$ ISU-E; $1,2 \pm 0,9$ ISU-E и $0,49 \pm 0,21$ ISU-E, соответственно.

Сенсибилизация к молекулам аллергенов купинов была менее выражена по сравнению с суперсемейством Bet v 1 подобных белков (табл. 2). Только в сыворотках 6 больных (20,68%) определялись sIgE к алергокомпонентам

белков купингов, их уровень варьировал от 0,3 ISU-E до 10 ISU-E. Частота выявления sIgE к rAna o 2, rJug r 1, nJug r 2, nGly m 6 и rTri a 19.01 была минимальна (1 пациента из 29, 3,44%). Уровень этих антител составил 0,32±0,03 ISU-E; 0,46±0,32 ISU-E; 0,31±0,02 ISU-E; 0,31±0,02 ISU-E и 0,42±0,23 ISU-E, соответственно. Стоит также отметить, что не были выявлены повышенные уровни sIgE к rBer e 1, rAra h 1, rAra h 3 и nFag e 2.

Далее мы провели корреляционный анализ значений уровня sIgE к аллергокомпонентам суперсемейства Bet v 1 подобных белков, для того чтобы выявить перекрестную сенсibilизацию к гомологичным молекулам аллергенов этого суперсемейства. Силу связи коэффициента корреляции Пирсона оценивали в соответствии со шкалой Чеддока (табл. 1). Результаты представлены в таблице 3.

Была выявлена прямая достоверная взаимосвязь между уровнем sIgE к аллергокомпоненту сои rGly m 4 и другими членами суперсемейства Bet v 1 подобных белков.

Коэффициент корреляции между уровнем sIgE к Gly m 4 и rBet v 1 составил 0,68 ($p = 0,001$), что соответствует средней силе связи этих двух параметров. Точечные значения уровня этих антител представлены на рисунке 1. Их значения находились в диапазоне до 1,5 ISU-E для Gly m 4 и до 61,0 ISU-E для rBet v 1.

Сила связи значений уровня sIgE к rGly m 4 и rAln g 1 была примерно такой же, как и для rBet v 1 ($R = 0,681$; $p = 0,000$). Результаты корреляционного анализа представлены на рисунке 2. Уровень sIgE к rAln g 1 находился в диапазоне до 6,5 ISU-E.

При дальнейшем изучении корреляционных взаимоотношений уровня sIgE к rGly m 4 была найдена прямая достоверная взаимосвязь с уровнем sIgE к rAct d 8 ($R = 0,59$; $p = 0,001$). Линейная диаграмма разброса значений уровня этих антител представлена на рисунке 3. Коэффициент корреляции соответствовал средней силе связи в соответствии со шкалой Чеддока, как и у двух предыдущих корреляционных распределений. Максимальное значение уровня sIgE к rAct d 8 составило 1,5 ISU-E.

Слабая достоверная сила связи была найдена между уровнем sIgE к rGly m 4 и sIgE к rCor a 1.01. Коэффициент корреляции составил 0,42 с уровнем значимости 0,023. Корреляционный анализ этих двух параметров представлен на рисунке 4. Значение уровня sIgE к rCor a 1.01 находился в диапазоне до 6,8 ISU-E.

Минимальное значение коэффициента корреляции ($R = 0,39$; $p = 0,036$) было получено между уровнем sIgE к rGly m 4 и rCor a 1.04. При этом значение уровня sIgE к rCor a 1.04 находилось в диапазоне до 16 ISU-E. Результаты представлены на рисунке 5.

Кроме того, была выявлена прямая значимая ($p < 0,05$) взаимосвязь между уровнями sIgE к трем и более аллергокомпонентам данного семейства. Уровень sIgE к rAra h 8 коррелировал с уровнем sIgE к rApi g 1 ($R = 0,86$; $p = 0,00$), к rMal d 1 ($R = 0,58$; $p = 0,001$) и к rPru p 1 ($R = 0,78$; $p = 0,000$). Значение

коэффициента корреляции Пирсона было минимальным ($R=0,36$; $p < 0,05$; слабая сила связи) между уровнем sIgE к rBet v 1 (береза) и уровнем sIgE к rAln g 1 (ольха). С другой стороны, сила связи коэффициента корреляции Пирсона была максимальной ($R=0,96$; $p < 0,05$; очень высокая) между уровнем sIgE к nCyn d 1 (свиной) и sIgE к rPhlp5 (тимофеевка).

Сенсибилизация к аллергокомпонентам суперсемейства белков купинов была выявлена только у 5 пациентов. Значимой корреляции между уровнями sIgE к молекулам белков этого суперсемейства обнаружить не удалось.

4 Обсуждение

В нашем исследовании мы показали, что у больных с атопическими заболеваниями sIgE к белкам сои были выявлены преимущественно к аллергокомпоненту rGly m 4 (5 пациентов из 29; 17,24%). Среднее значение уровня этих антител по группе было выше нормы и составило $0,43 \pm 0,13$ ISU-E. Сенсибилизация к rGly m 5 (3 пациента из 29; 10,24%) и rGly m 6 (1 пациент из 29; 3,44%) была не такая значимая. Стоит также отметить, что rGly m 5 и rGly m 6 относятся к суперсемейству белков купинов, IgE антитела к которым выявлялись редко по сравнению с аллергенами суперсемейства Bet v 1 подобных белков (см. табл.2). В связи с этим провести значимый корреляционный анализ IgE-перекрестной активности аллергенов суперсемейства белков купинов не представлялось возможным. Перекрестно-реагирующие sIgE выявлялись только к аллергенам суперсемейства Bet v 1 подобных белков.

Проведенный нами корреляционный анализ выявил достоверную прямую взаимосвязь между sIgE к аллергену сои rGly m 4 и аллергенам других таксономически разных растений (береза, ольха, киви и лещина).

Наиболее сильная зависимость была выявлена между уровнем sIgE к rGly m 4 и rBet v 1. Коэффициент корреляции составил 0,68 ($p=0,001$), что соответствует средней силе связи по шкале Чеддока. Gly m 4 и Bet v 1 относятся к семейству термолабильных PR-10 белков, их биологическая функция обусловлена защитой растения от патогенов. У больных с аллергопатологией Gly m 4 вызывает, в основном, оральные симптомы аллергической реакции. Выявленная в нашем исследовании взаимосвязь объясняется структурной гомологией белка сои Gly m 4 с белком пыльцы березы Bet v 1. Полученные данные по перекрестным реакциям подтверждаются результатами других авторов. Например, в работе Kleine T.J. [7] у 17 из 20 больных с оральным синдромом и анафилаксией, возникшей в связи с приемом диетического соевого порошка, обнаружены sIgE к rBet v 1. В другом исследовании у 78,6% больных с аллергией к главному компоненту пыльцы березы Bet v 1 были выявлены sIgE к rGly m 4 [4]. При исследовании тех же сывороток методом иммуноблота установлена IgE связывающая активность рекомбинантных rGly m 4 (86,4%) и rGly m 3 (25%), а также других белков сои (64%).

Еще одна IgE перекрестная реакция была найдена между rGly m 4 сои и rAln g 1 пыльцы ольхи. Коэффициент корреляции между этими аллергенами

был примерно такой же, как и для Bet v 1 и составил 0,681 ($p=0,000$). Скорее всего, это связано с тем, что среди аллергенов семейства PR-10 белков аллерген Aln g 1 имеет высокую степень гомологии (86,8%) по аминокислотному составу с Gly m 4. Белок Aln g 1 так же, как и Bet v 1 экспрессирован в пыльце деревьев и вызывает респираторные симптомы.

IgE-АТ к rGly m 4 сои могут также перекрестно связываться с rAct d 8 киви. Причем коэффициент корреляции ($R=0,59$; $p=0,001$) был немного меньше, чем с rBet v 1 и rAln g 1, но, тем не менее, также соответствовал средней силе связи в соответствии со шкалой Чеддока (табл. 1).

Нами также была выявлена слабая достоверная корреляция между уровнем sIgE к rGly m 4 сои и rCor a 1 фундука, причем к двум его изоформам rCor a 1.01 ($R=0,42$; $p=0,023$) и rCor a 1.04 ($R=0,39$; $p=0,036$). Следует отметить, что Cor a 1.01 содержится в пыльце лещины и представляет собой ингаляционный аллерген, тогда как Cor a 1.04 экспрессирован в орехах и является пищевым аллергеном.

Насколько нам известно, исследований по изучению IgE перекрестной активности белков сои среди широкого спектра аллергокомпонентов растительного происхождения проводилось немного. В работе Westman M. [13] также показано наличие sIgE к Gly m 4 и перекрестных реакций с аллергокомпонентами PR-10 белков. Однако это исследование проводилось только у детей до 16 лет с аллергическим ринитом, проживающих в странах западной Европы. В нашем исследовании принимали участия как дети, так и взрослые, проживающие в московском регионе. Кроме того, мы изучали IgE перекрестную активность белков сои среди широкого спектра аллергокомпонентов как суперсемейства Bet v 1 подобных белков, так и суперсемейства белков купин. Результаты нашего исследования представляют детальный профиль сенсibilизации к аллергенам семейства PR-10 белков у больных с atopическими заболеваниями и дополняют ранее проведенные научные работы по этому направлению (табл. 3).

Мы показали наличие IgE- перекрестной активности между аллергеном сои Gly m 4 и аллергенами березы Bet v 1, ольхи Aln g 1, киви Act d 8 и двух изоформ фундука Cor a 1. Причем взаимосвязь между уровнями sIgE к Gly m 4 и аллергокомпонентами березы, ольхи и киви соответствовала средней силе связи, что может говорить о клинически значимой перекрестной реактивности. Наличие такой реактивности в патогенезе atopического заболевания зависит от многих факторов, например, индивидуальные особенности иммунной системы сенсibilизированного организма, степень экспозиции аллергена. Как правило, для запуска перекрестных аллергических реакций требуется многократное воздействие аллергена. Уровень sIgE и их аффинность также являются важным фактором для возникновения подобных реакций [1].

Индуктирование иммунной системы к продукции высокоаффинных иммуноглобулинов класса Е к гомологичным белкам таксономически разных видов растений и животных рассматривается как важный компонент

патогенеза аллергического заболевания. Данный феномен довольно широко обсуждается в научной литературе и представляет собой один из эндогенных механизмов поддержания иммунопатологических процессов при развитии атопических реакций [6, 12].

5 Заключение

Изученный нами профиль IgE-перекрестной активности аллергенов сои имеет важное значение для наилучшей стратегии тестирования на наличие причинно-значимых аллергенов, что позволит избежать развитие скрытых перекрестных реакций, запускающих как оральные, так и респираторные аллергические процессы у людей с аллергопатологией. Кроме того, это позволит назначать оптимальные диеты и разрабатывать технологические решения для создания гипоаллергенных продуктов питания.

ТАБЛИЦЫ

Таблица 1. Шкала Чеддока.

Table 1. Chaddock scale.

Коэффициент корреляции Пирсона Pearson's correlation coefficient	Сила связи correlation strength
(0 – 0,3]	очень слабая very weak
(0,3 – 0,5]	слабая weak
(0,5 – 0,7]	Средняя middle
(0,7 – 0,9]	Высокая high
(0,9 – 1]	очень высокая very high

Таблица 2. Содержание sIgE к аллергокомпонентам суперсемейств Bet v 1 подобных белков и купинов.

Table 2. The content of sIgE to allergens of superfamilies of Bet v 1 like proteins and cupin.

Аллерген Allergen		частота выявления повышенного уровня sIgE (%) high sIgE levels frequency (%)	количество больных с повышенным уровнем sIgE amount of patients with high sIgE levels	среднее значение уровня sIgE (ISU-E) mean of sIgE levels (ISU-E)	удвоенная стандартная ошибка (ISU-E) twice the standard error (ISU-E)
суперсемейства Bet v 1 подобных белков superfamily Bet v 1 like proteins	rBet v 1	58,62	17	9,93	5,89
	rCor a 1.01	31,03	9	0,86	0,50
	rAln g 1	24,13	7	0,94	0,61
	rGly m 4	17,24	5	0,43	0,13
	rAra h 8	55,17	16	0,92	0,39
	rCor a 1.04	37,93	11	2,71	1,46
	rAct d 8	27,58	8	0,41	0,12
	rApi g 1	13,79	4	0,43	0,14
	rMal d 1	58,62	17	3,62	2,04
	rPru p 1	31,03	9	1,27	0,79
	nCyn d 1	20,68	6	1,27	1,48
	rPhl p 1	41,37	12	3,27	2,60
	rPhl p 2	13,79	4	1,20	0,9
	nPhl p 4	13,79	4	0,49	0,21
	rPhl p 5	20,68	6	2,31	2,68
суперсемейства купинов cupin superfamily	rAna o 2	3,44	1	0,32	0,03
	rBer e 1	0	0	0,30	0,00

	nCor a 9	6,89	2	0,50	0,32
	rJug r 1	3,44	1	0,46	0,32
	nJug r 2	3,44	1	0,31	0,02
	nSes i 1	6,89	2	0,46	0,23
	rAra h 1	0	0	0,30	0,00
	rAra h 2	6,89	2	0,67	0,65
	rAra h 3	0	0	0,30	0,00
	nAra h 6	6,89	2	0,48	0,29
	nGly m 5	10,34	3	0,34	0,07
	nGly m 6	3,44	1	0,31	0,02
	nFag e 2	0	0	0,30	0,00
	rTri a 19.01	3,44	1	0,42	0,23
N=29					

Таблица 3. Корреляционный анализ уровня sIgE к алергокомпонентам суперсемейства Bet v 1 подобных белков.

Table 3. IgE correlation analysis between allergens of the Bet v 1 superfamily of similar proteins.

		rCor a 1.01	rAln g 1	rGly m 4	rAra h 8	rCor a 1.04	rAct d 8	rApi g 1	rMal d 1	rPru p 1	nCyn d 1	rPhl p 1	rPhl p 2	nPhl p 4	rPhl p 5
rBet v 1	R p	0,78⁴ 0,000	0,36² 0,05	0,68³ 0,001	0,18 0,337	0,71⁴ 0,000	0,61³ 0,001	0,17 0,392	0,49² 0,007	0,15 0,434	-0,12 0,522	-0,10 0,619	0,31 0,100	-0,14 0,466	-0,16 0,409
rCor a 1.01	R p		0,69³ 0,000	0,42² 0,023	0,11 0,587	0,80⁴ 0,000	0,89⁴ 0,000	-0,03 0,876	0,66³ 0,000	0,36² 0,05	-0,10 0,623	-0,12 0,537	0,02 0,907	-0,08 0,693	-0,11 0,554
rAln g 1	R p			0,68³ 0,000	0,18 0,346	0,69³ 0,000	0,59³ 0,001	0,09 0,655	0,43² 0,021	0,38² 0,041	-0,10 0,621	-0,15 0,434	-0,11 0,569	-0,13 0,504	-0,11 0,572
rGly m 4	R p				0,20 0,294	0,39² 0,036	0,59³ 0,001	0,12 0,543	0,30 0,111	0,30 0,117	-0,10 0,622	-0,16 0,420	-0,11 0,570	-0,13 0,505	-0,11 0,573
rAra h 8	R p					0,34 0,074	0,11 0,555	0,86⁴ 0,000	0,58³ 0,001	0,78⁴ 0,000	-0,13 0,487	-0,12 0,519	0,04 0,842	-0,12 0,537	-0,16 0,416
rCor a 1.04	R p						0,68³ 0,000	0,22 0,252	0,71⁴ 0,000	0,56³ 0,001	-0,15 0,439	-0,18 0,342	0,06 0,768	-0,20 0,293	-0,17 0,375
rAct d 8	R p							-0,07 0,706	0,69³ 0,000	0,43² 0,019	-0,08 0,682	-0,12 0,529	-0,10 0,615	-0,07 0,715	-0,09 0,625
rApi g 1	R p								0,40² 0,031	0,66³ 0,000	-0,08 0,679	0,00 0,983	0,25 0,191	-0,11 0,575	-0,09 0,635
rMal d 1	R p									0,82⁴ 0,000	-0,13 0,489	-0,17 0,373	-0,15 0,433	-0,16 0,410	-0,16 0,392
rPru p 1	R p										-0,11 0,563	-0,12 0,550	-0,13 0,505	-0,10 0,605	-0,12 0,526
nCyn d 1	R p											0,83⁴ 0,000	0,73⁴ 0,000	0,25 0,182	0,96⁵ 0,000
rPhl p 1	R p												0,65³ 0,000	0,19 0,313	0,88⁴ 0,000
rPhl p 2	R p													0,19 0,313	0,71⁴ 0,000
nPhl p 4	R p														0,38² 0,042

Примечание: R – коэффициент корреляции Пирсона; p – уровень значимости.

1 – очень слабая сила связи (0 – 0,3]; 2 – слабая сила связи (0,3 – 0,5]; 3 – средняя сила связи (0,5 – 0,7]; 4 – высокая сила связи (0,7 – 0,9]; 5 – очень высокая сила связи (0,9 – 1], в соответствии со шкалой Чеддока.

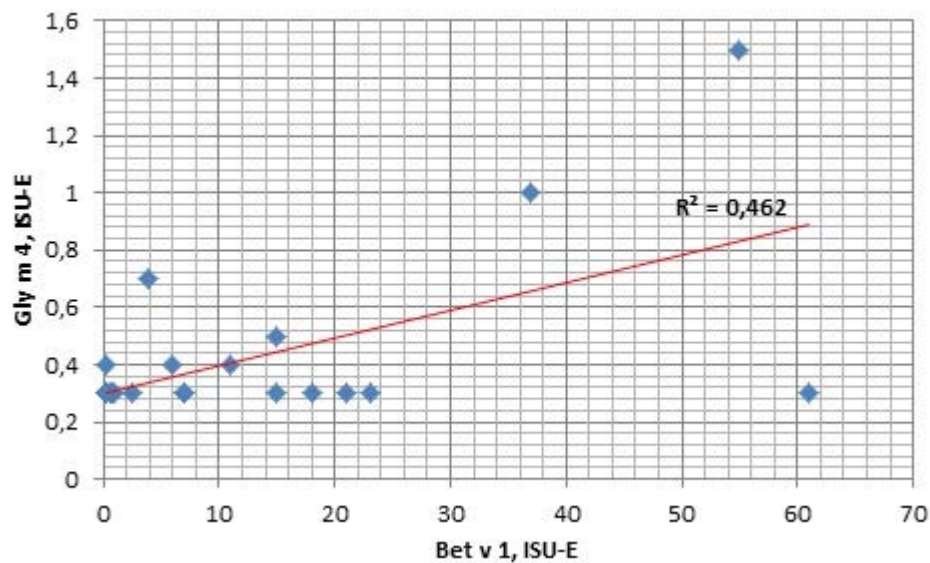
Note: R – Pearson's correlation coefficient; p – significance level.

1 – very weak correlation strength (0 – 0,3]; weak correlation strength (0,3 – 0,5]; 3 – middle correlation strength (0,5 – 0,7]; 4 – high correlation strength (0,7 – 0,9]; 5 – very high correlation strength (0,9 – 0,1]

РИСУНКИ

Рисунок 1. Корреляция между уровнем sIgE к rGly m 4 и rBet v 1.

Figure 1. Correlation between the level of sIgE to rGly m 4 and rBet v 1.

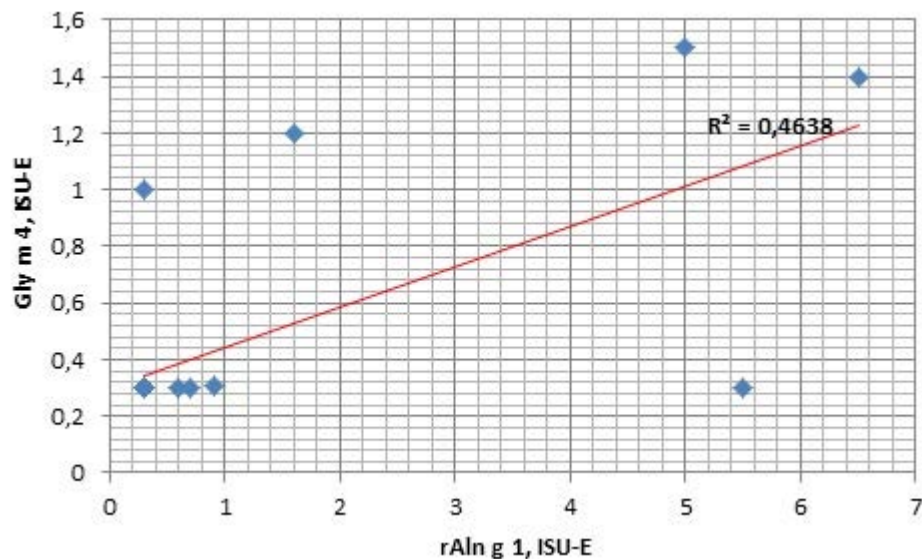


Примечание: Красной линией обозначена линейная аппроксимация. Коэффициент корреляции Пирсона (R) = 0,68. Коэффициент детерминации (R^2) = 0,462. $N = 29$.

Note: The red line indicates the linear approximation. Pearson's correlation coefficient (R) = 0.68. Coefficient of determination (R^2) = 0.462. $N = 29$.

Рисунок 2. Корреляция между уровнем sIgE к rGly m 4 и rAln g 1.

Figure 2. Correlation between the level of sIgE to rGly m 4 and rAln g 1.

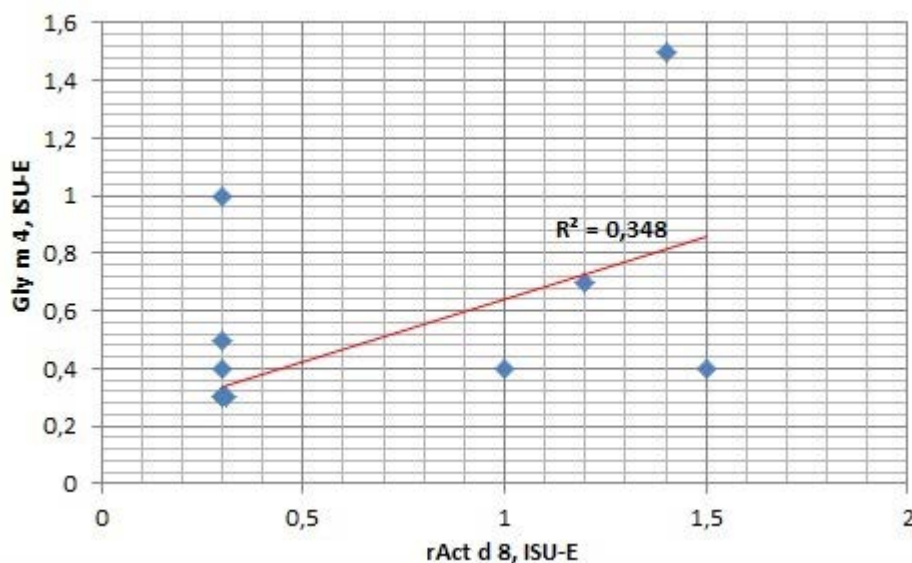


Примечание: Красной линией обозначена линейная аппроксимация. Коэффициент корреляции Пирсона (R) = 0,681. Коэффициент детерминации (R^2) = 0,4638. $N = 29$.

Note: The red line indicates the linear approximation. Pearson's correlation coefficient (R) = 0.681. Coefficient of determination (R^2) = 0.4638. $N = 29$.

Рисунок 3. Корреляция между уровнем sIgE к Gly m 4 и rAct d 8.

Figure 3. Correlation between the level of sIgE to Gly m 4 и rAct d 8.

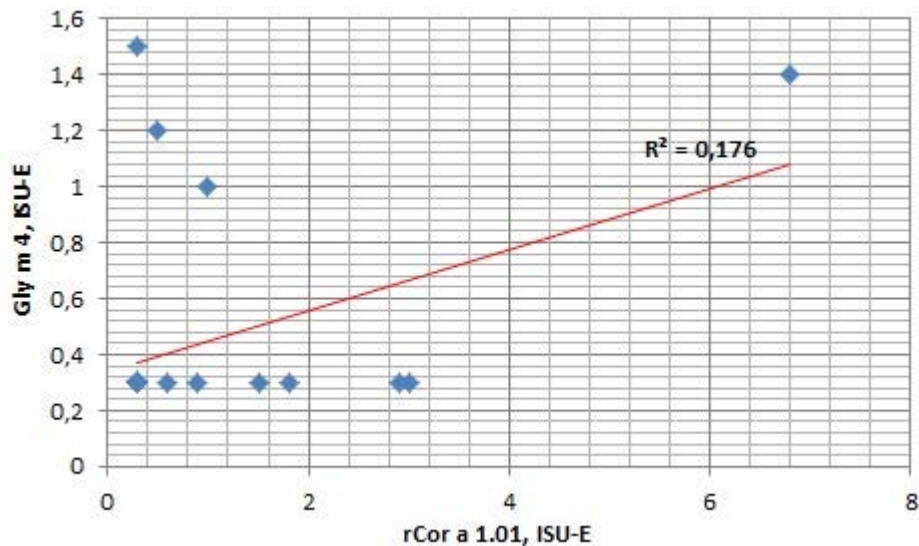


Примечание: Красной линией обозначена линейная аппроксимация. Коэффициент корреляции Пирсона (R) = 0,59. Коэффициент детерминации (R^2) = 0,348. $N = 29$.

Note: The red line indicates the linear approximation. Pearson's correlation coefficient (R) = 0.59. Coefficient of determination (R^2) = 0.348. $N = 29$.

Рисунок 4. Корреляция между уровнем sIgE к Gly m 4 и rCor а 1.01.

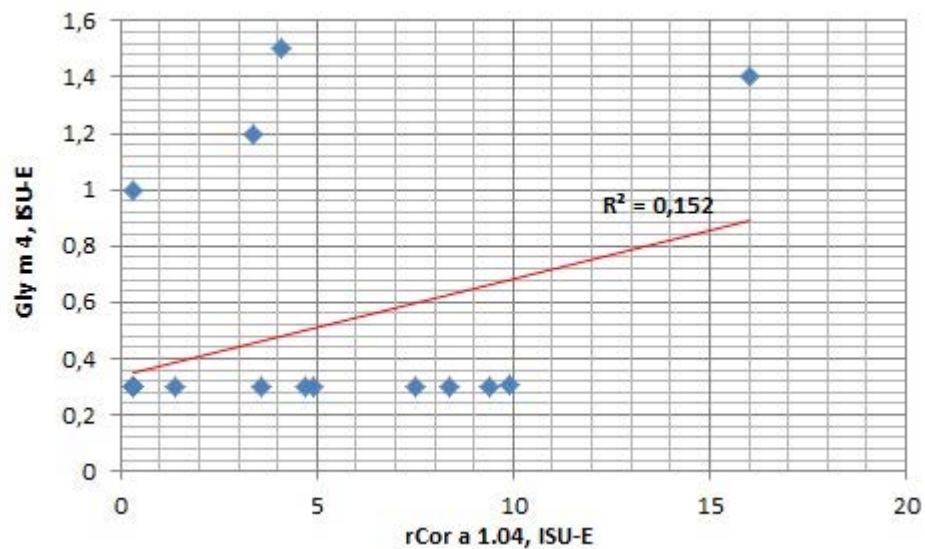
Figure 4. Correlation between the level of sIgE to Gly m 4 и rCor а 1.01.



Примечание: Красной линией обозначена линейная аппроксимация. Коэффициент корреляции Пирсона (R) = 0,42. Коэффициент детерминации (R^2) = 0,176. $N = 29$.

Note: The red line indicates the linear approximation. Pearson's correlation coefficient (R) = 0.42. Coefficient of determination (R^2) = 0.176. $N = 29$.

Рисунок 5. Корреляция между уровнем sIgE к rGly m 4 и rCor a 1.04.
Figure 5. Correlation between the level of sIgE to Gly m 4 и rCor a 1.04.



Примечание: Красной линией обозначена линейная аппроксимация. Коэффициент корреляции Пирсона (R) = 0,39. Коэффициент детерминации (R^2) = 0,152. $N = 29$.

Note: The red line indicates the linear approximation. Pearson's correlation coefficient (R) = 0.39. Coefficient of determination (R^2) = 0.152. $N = 29$.

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ_МЕТАДАННЫЕ

Блок 1. Информация об авторе ответственном за переписку

Самойликов Павел Владимирович – кандидат медицинских наук, старший

научный сотрудник лаборатории аллергодиагностики;

адрес: 105064, г. Москва, Малый Казенный переулок, дом 5А;

телефон: 8(926)707-41-52;

e-mail: samoilikov@mail.ru

Samoylikov Pavel Vladimirovich – Ph.D., senior researcher, laboratory of allergodiagnosics;

address: 105064, Moscow, Malyu Kazennyu pereulok, 5a;

telephone: 8(926)707-41-52;

e-mail: samoilikov@mail.ru

Блок 2. Информация об авторах

Васильева Галина Витальевна – младший научный сотрудник лаборатории аллергодиагностики.

Vasilyeva Galina Vitalyevna – junior researcher, laboratory of allergodiagnosics;

Конаныхина Светлана Юрьевна – ведущий научный сотрудник лаборатории иммунологических методов исследования.

Konanykhina Svetlana Yurevna – leading researcher, laboratory of immunological research methods;

Поддубиков Александр Владимирович – кандидат медицинских наук; заведующий лабораторией микробиологии условно патогенных бактерий.

Poddubikov Alexander Vladimirovich – Ph.D., head of laboratory of microbiology of opportunistic bacteria.

ФГБНУ научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И.И. Мечникова, Москва, Россия.

Research Institute of Vaccines and Serums them. I.I. Mechnikov

Блок 3. Метаданные статьи

КАРТИРОВАНИЕ IGE-ПЕРЕКРЕСТНОЙ АКТИВНОСТИ АЛЛЕРГЕНОВ
СОИ GLY M 4, GLY M 5 И GLY M 6 У БОЛЬНЫХ С АТОПИЧЕСКИМИ
ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

MAPPING OF IGE-CROSS ACTIVITY OF SOYBEAN ALLERGENS GLY M 4,
GLY M 5 AND GLY M 6 IN PATIENTS WITH ATOPIC DISEASES

Сокращенное название статьи для верхнего колонтитула:

IGE-ПЕРЕКРЕСТНАЯ АКТИВНОСТЬ СОИ

IGE-CROSS ACTIVITY OF SOYBEAN

Ключевые слова: IgE, соя, Gly m 4, Gly m 5, Gly m 6, перекрестная реакция.

Keywords: IgE, soy, Gly m 4, Gly m 5, Gly m 6, cross reaction.

Оригинальные статьи.

Количество страниц текста – 6,

Количество таблиц – 3,

Количество рисунков – 5.

21.02.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Порядковый номер ссылки	Авторы, название публикации и источника, где она опубликована, выходные данные	ФИО, название публикации и источника на английском	Полный интернет-адрес (URL) цитируемой статьи или ее doi
1	Andorf S., Borres M.P., Block W., Tupa D., Bollyky J. B., Sampath V., Elizur A., Lidholm J., Jones J., Galli S., Chinthrajah R., Nadeau K. Association of clinical reactivity with sensitization to allergen components in multifoood-allergic children. J Allergy Clin Immunol Pract., 2017, Vol. 5, no. 5, pp. 1325-1334.		doi: 10.1016/j.jaip.2017.01.016
2	Asero R., Ariano R., Aruanno A., Barzaghi C., Borrelli P, et all. Systemic allergic reactions induced by labile plant-food allergens: Seeking potential cofactors. A multicenter study. Allergy, 2021, Vol. 76, no. 5, pp. 1473-1479.		doi: 10.1111/all.14634

3	Bohrer BM. An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. Food Sci Hum Well, 2019, Vol. 8, no. 4, pp. 320–329.		doi: 10.1016/j.fshw.2019.11.006
4	Hao G.D., Zheng Y.W., Wang Z.X., Kong X.A., Song Z.J., Lai X.X., Spangfort M. High correlation of specific IgE sensitization between birch pollen, soy and apple allergens indicates pollen-food allergy syndrome among birch pollen allergic patients in northern China. J Zhejiang Univ Sci B., 2016, Vol. 17, no. 5, pp. 399-404.		doi: 10.1631/jzus.B1500279
5	ImmunoCAP ISAC sIgE 112 Directions for Use 81 0002 – 62/02.		www.thermofisher.com
6	Kamath S.D., Bublin M., Kitamura K., Matsui T., Ito K., Lopata A.L. Cross-reactive epitopes and their role in food allergy. J Allergy Clin Immunol., 2023, Vol. 151, no. 5, pp. 1178-1190.		doi: 10.1016/j.jaci.2022.12.827
7	Kleine-Tebbe J., Wangorsch A., Vogel L., Crowell D.N., Hausteil U-F, Viethsl S. Severe oral allergy syndrome and		doi: 10.1067/mai.2002.128946

	anaphylactic reactions caused by a Bet v 1 related PR 10 protein in soybean, SAM22. J Allergy Clin Immunol., 2002, Vol. 110, no. 5, pp. 797-804.		
8	Matricardi P. M., Kleine-Tebbe J., Hoffmann H. J., Valenta R., Hilger C., et all. EAACI Molecular Allergology User's Guide. Pediatric Allergy and Immunology, 2016, Vol. 27, no. S23, pp. 1–250.		doi: 10.1111/pai.12563
9	Polak R, Phillips EM, Campbell A. Legumes: health benefits and culinary approaches to increase intake. Clin Diabetes, 2015, Vol. 33, no. 4, pp. 198–205.		doi: 10.2337/diaclin.33.4.198
10	Radlović N., Leković Z., Radlović V., Simić D., Ristić D., Vuletić B. Food allergy in children. Srp Arh Celok Lek., 2016, Vol. 144, no. 1-2, pp. 99-103.		doi: 10.2298/sarh1602099r
11	Rahaman T, Vasiljevic T, Ramchandran L. Effect of processing on conformational changes of food proteins related to		doi: 10.1016/j.tifs.2016.01.001

	allergenicity. Trends Food Sci. Technol., 2016, Vol. 49, pp. 24–34.		
12	Smits M., Verhoeckx K., Knulst A., Welsing P., Aard de Jong, Gaspari M., Ehlers A., Verhoeff P., Houben G., Le Th. Co-sensitization between legumes is frequently seen, but variable and not always clinically relevant. Front Allergy, 2023, Vol. 16, no. 4, pp. 1115022.		doi: 10.3389/falgy.2023.1115022
13	Westman M, Lupinek C., Bousquet J., Andersson N., Pahr S., Baar A., Bergström A., Holmström M., Stjärne P., Carlsen K.C.L., Carlsen K.H., Antó J.M., Valenta R., Hage M., Wickman M. Early childhood IgE reactivity to pathogenesis-related class 10 proteins predicts allergic rhinitis in adolescence. J Allergy Clin Immunol., 2019, Vol. 135, no. 5, pp. 1199-1206.		doi: 10.1016/j.jaci.2014.10.042