



**ALLERGIK KASALLIKLAR PROFILAKTIKASIDA FUNKSIONAL
OZIQ-OVQATLAR VA NUTRASEVTIKLARNING O‘RNI**

Komil Eshkuvatov¹², Sabrina Rajabboyeva¹³

¹ Tashkent davlat tibbiyot universiteti, Tashkent, O‘zbekiston

² E-mail: k.eshkuvatov@tashmeduni.uz, <https://orcid.org/0009-0001-0442-5060>

³ E-mail: rajabboyevasabrina353@gmail.com,
<https://orcid.org/0009000036856087>

***Annotatsiya.** Ushbu maqola allergik kasalliklar profilaktikasida funksional oziq ovqatlar va nutrasetiviklarning o‘rnini gigiyenik baholashdan iborat bo‘lib, maqolaning maqsadi allergik kasalliklarning profilaktikasida funksional oziq-ovqatlar va nutrasetiviklarning biologik mexanizmlari, klinik samaradorligi va gigiyenik baholash mezonlarini tizimli ilmiy tahlil asosida ko‘rib chiqish hamda konseptual model taklif etadi.*

***Kalit so‘zlar:** Allergik kasalliklar, nutrasetiviklar, oziq-ovqat, probiotiklar, Omega-3, D vitamini, kvartsetin.*

**АЛЛЕРГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ: РОЛЬ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И НУТРАЦЕВТИКОВ
В ПРОФИЛАКТИКЕ**

Комил Эшкuvatов, Сабрина Раджаббоева

Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент,
Узбекистан

***Аннотация.** Данная статья посвящена гигиенической оценке роли функциональных продуктов питания и нутрацевтиков в профилактике аллергических заболеваний. Целью исследования является системный научный*



анализ биологических механизмов, клинической эффективности и критериев гигиенической оценки функциональных продуктов питания и нутрацевтиков в профилактике аллергических заболеваний, а также разработка концептуальной модели.

Ключевые слова: *аллергические заболевания, нутрацевтики, питание, пробиотики, Омега-3, витамин D, кверцетин.*

THE ROLE OF FUNCTIONAL FOODS AND NUTRACEUTICALS IN THE PREVENTION OF ALLERGIC DISEASES

Komil Eshkuvatov, Sabrina Rajabboyeva

Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. *This article is devoted to the hygienic assessment of the role of functional foods and nutraceuticals in the prevention of allergic diseases. The aim of the study is to systematically analyze the biological mechanisms, clinical effectiveness, and hygienic evaluation criteria of functional foods and nutraceuticals in the prevention of allergic diseases, and to propose a conceptual model.*

Keywords: *allergic diseases, nutraceuticals, nutrition, probiotics, Omega-3, vitamin D, quercetin.*

Kirish. Allergik kasalliklar bugungi kunda global tibbiyot oldidagi eng dolzarb muammolardan biriga aylangan. Dunyo Allergiya Tashkiloti (WAO) ma'lumotlariga ko'ra, hozirgi vaqtda jahon aholisining taxminan 30–40 foizi bronxial astma, atopik dermatit, allergik rinit yoki oziq-ovqat allergiyasining turli shakllaridan aziyat chekmoqda [1]. Global Kasalliklar Yuki (GBD) 2019-yilgi tadqiqotida 204 mamlakat qamrab olinib, bronxial astma va atopik dermatitning mutlaq tarqalish ko'rsatkichlari 1990 yildan 2019 yilgacha barqaror o'sib borishi aniqlandi [2]. Keyingi GBD 2021-yilgi tahlili esa, 2021-yil holatiga ko'ra, dunyo bolalari orasida bronxial astma 95,7 million holat, atopik dermatit esa 72,4 million holat tashkil etishini hujjatlashtirilganligini ko'rsatdi [3]. Allergik rinit kattalar



orasida 10–30%, bolalar orasida esa 40% dan ortiq tarqalish ko‘rsatkichi bilan ajralib turadi [4]. Hozirgi kunda allergik kasalliklarni boshqarishda asosan simptomatik yondashuvlar antigistaminlar, kortikosteroidlar va allergen-spetsifik immunoterapiya qo‘llaniladi. Biroq bu usullar asosiy immunologik disbalansni bartaraf etmaydi, uzoq muddatli qo‘llash esa ko‘pincha nojo‘ya ta’sirlar bilan bog‘liq. Birlamchi profilaktika, ya’ni allergik sezuvchanlikni shakllanishidan oldin oldini olish, klinik amaliyotda hali to‘liq o‘rnini egallamagan. Aynan shu ilmiy bo‘shliq funksional oziq-ovqatlar va nutrasevtiklar orqali immunitet tizimini ovqat-ozuqa vositasida profilaktik tartibga solishga bo‘lgan qiziqishni keskin oshirdi [5]. Ushbu maqolaning maqsadi allergik kasalliklarning profilaktikasida funksional oziq-ovqatlar va nutrasevtiklarning biologik mexanizmlari, klinik samaradorligi va gigiyenik baholash mezonlarini tizimli ilmiy tahlil asosida ko‘rib chiqish hamda konseptual model taklif etishdan iborat.

Nazariy asos va adabiyotlar tahlili. Funksional oziq-ovqat deb oddiy oziqlanish funksiyasidan tashqari, organizmga ilmiy jihatdan tasdiqlangan fiziologik ta’sir ko‘rsatuvchi, tabiiy yoki boyitilgan, odatdagi iste’mol miqdorida qabul qilinadigan mahsulotga aytiladi. Bu tushuncha 1980-yillarda Yaponiyada shakllangan bo‘lib, keyinchalik Codex Alimentarius va Evropa Oziq-Ovqat Xavfsizligi Agentligi (EFSA) tomonidan tartibga solingan. Nutrasevtiklar esa oziq-ovqat manbaidan olingan, tibbiy samaradorligi isbotlangan va konsentrlangan shaklda kapsulalar, kukun yoki suyuqlik ko‘rinishida taqdim etiladigan bioaktiv moddalardir. Ushbu atamani 1989-yilda amerikalik olim Stephen DeFelice muomalaga kiritgan [6].

Gigiyenik baholash kontekstida funksional oziq-ovqatlar va nutrasevtiklar uchta asosiy mezonni qondirishi zarur: xavfsizlik (nojo‘ya ta’sirlarning yo‘qligi, qabul qilish maqbul kunlik dozasi - ADI), samaradorlik (ilmiy jihatdan isbotlangan fiziologik ta’sir) va biologik mavjudlik (bioavailability, faol komponentning organizm tomonidan o‘zlashtirish darajasi) [6]. Nutrasevtiklarning asosiy sinflari quyidagilardan iborat: vitaminlar va minerallar (D vitamini, sink, selen); poliefonollar va o‘simlik ekstraktlari (kvertsetin, kurkumin, resveratrol); polinoytur



yogʻ kislotalari (omega-3 EPA va DHA); probiotik va prebiotik preparatlar. *Allergik kasalliklarning immunopatogenezi*. Allergik kasalliklarning rivojlanishida Th1/Th2 immunologik balansining buzilishi markaziy patogenetik mexanizm sifatida tan olingan. Allergik shaxslarda Th2-dominant reaksiyalar ustunlik qilib, IL-4, IL-5, IL-13 sitokinlari ortiqcha ishlab chiqariladi; bu B-limfotsitlar tomonidan IgE sintezini ragʻbatlantiradi. IgE molekulalari mast-hujayralari va bazofillardagi FcεRI retseptorlarga bogʻlanib, allergen bilan qayta kontaktda gistamin va lekotriyen ajralishiga olib keladi [7]. Regulyator T-hujayralar (Treg) va Th17 subpopulyatsiyalarining balansi esa immunotolerenslik shakllanishida hal qiluvchi rol oʻynaydi. Muhim nazariy poydevor sifatida “gigienik gipoteza” zamonaviy fanda “biodiversitet gipotezasi” koʻrinishida kengaytirildi: ichak va teri mikrobiomining boyitilgan xilma-xilligi allergik kasalliklardan himoyalashning asosiy omillaridan biri ekanligi isbotlandi [8]. Gut-associated lymphoid tissue (GALT) ichak bilan bogʻliq limfoid toʻqima inson immunitet tizimining 70–80 foizini tashkil etib, ichak mikrobiotasining holati adaptiv va innate immunitet reaktivligini bevosita modulyatsiya qiladi [8]. Probiotiklar allergik profilaktikada eng koʻp klinik jihatdan tekshirilgan funksional komponent hisoblanadi. *Frontiers in Pediatrics* jurnalida 2024-yilda chop etilgan keng qamrovli meta-tahlilda 4 765 ishtirokchini qamrab olgan 28 ta randomizatsiyalangan nazorat qilinuvchi sinov tahlil qilinish, probiotiklar bolalar orasida allergik rinitni profilaktika qilish va davolashda klinikalik jihatdan ahamiyatli taʼsir koʻrsatganligi aniqlandi [9]. 2025-yilgi yangilangan tizimli sharh va meta-tahlilda esa *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG) shtammi oziq-ovqat allergiyasida toleranslik shakllantirish borasida kamida 2 yillik qoʻllashda yuqori samaradorlik koʻrsatganligi (RR 0,44; 95% CI 0,29–0,67) isbotlandi [10]. Alohida olingan 2025-yilgi *Frontiers in Nutrition* meta-tahlili esa probiotiklar bronxial astma, allergik rinit va atopik dermatitda ham simptomlarni kamaytirishda ijobiy natijalar berishini koʻrsatdi [11]. Probiotiklar taʼsiri uch asosiy yoʻnalishda amalga oshadi: ichak epitelial toʻsigʻini mustahkamlash (tight junction oqsillar va qisqa zanjirli yogʻ kislotalar SCFA orqali); Treg-hujayralar faoliyatini oshirish va Th2-dominant javobni kamaytirish hamda dendrit hujayralar orqali tolerogen signal yoʻllarini



faollashtirish. 2022-yilgi Nutrients jurnalida chop etilgan tizimli sharh homiladorlik davrida probiotik qo'llashning bolalarda erta yoshdan eczema va atopik sezuvchanlik rivojlanish xavfini kamaytirishi mumkinligini, ammo ushbu ta'sir shtamm turiga bog'liq ekanligini ko'rsatdi [12].

Omega-3 yog' kislotalari va D vitamini. Omega-3 polinoitur yog' kislotalari eykozapentayno kislota (EPA) va dokozageksayno kislota (DHA) resolvinlar, protektinlar va mareksinlar (specialized pro-resolving mediators, SPM) sintezini rag'batlantirish orqali allergik yallig'lanishni faol hal qiladi va Th2-dominant reaksiyalarni modulyatsiya qiladi [13]. 2022-yilda chop etilgan ko'p markazli VITAL randomizatsiyalangan nazorat qilinuvchi sinovida 25 871 ishtirokchi 5,3 yil kuzatildi; D vitamini (kuniga 2000 ME) va omega-3 yog' kislotalari (kuniga 1000 mg) kombinatsiyasi autoimmun kasalliklar rivojlanish xavfini 22% ga kamaytirdi ($p < 0,05$) [14]. Homiladorlik davrida ushbu ikki mikronutrientni birgalikda qo'llashning bolalarda oziq-ovqat allergiyasi rivojlanishini profilaktika qilishdagi imkoniyatlari 2023-yilgi adabiyotlar sharhida batafsil ko'rib chiqildi [15].

D vitamini zamonaviy immunologiyada immunotolerenslikni modulyatsiya qiluvchi progormon sifatida qayta talqin qilingan: uning faol metaboliti kalsitriol Treg-hujayralar induksiyasini rag'batlantiradi, dendrit hujayralarning tolerogen fenotipini ta'minlaydi va Th17 reaksiyalarini bostiradi [15]. D vitamini tanqisligi (< 25 nmol/L) bronxial astma va atopik dermatit rivojlanish xavfini sezilarli darajada oshirishi prospektiv tadqiqotlarda ko'rsatilgan.

Kvertsetin va poliefonollar. Kvertsetin piyoz, alma va kaperslarda ko'p uchraydigan flavonoid bo'lib, antiallergik faoliyati bilan keng o'rganilgan. Uning asosiy mexanizmi FcεRI retseptorlari orqali amalga oshiriluvchi mast-hujayralar degranulatsiyasini inhib qilish, gistamin va prostaglandin D2 ajralishini kamaytirish hamda IL-4, IL-6 va TNF-α kabi yallig'lanish sitokinlari sintezini bostirish bilan bog'liq [16]. 2024-yilgi Journal of Inflammation Research tadqiqoti kvertsetinning MRGPRX2-mediatsiyalangan mast-hujayralar degranulatsiyasini MyD88/IKK/NF-κB va PI3K/AKT/Rac1/Cdc42 signal yo'llari orqali inhib qilishini aniqladi [17]. Biroq kvertsetinning oral biologik mavjudligi ($\approx 2-17\%$) klinikalik qo'llashda asosiy



cheklov bo'lib, liposomal va fitosoma formulalari ushbu muammoni hal qilishga qaratilgan [18]. 2025-yilgi keng qamrovli adabiyotlar sharhida omega-3, D vitamini, kvvertsetin, kurkumin va EGCG ning allergik kasalliklarni profilaktika qilishdagi roli tizimli tahlil qilinib, ushbu bioaktiv moddalar Th2-dominant reaksiyalarni modulyatsiya qilishi, mast-hujayralarni stabillashtirishi va SPM sintezini faollashtirishi isbotlandi; shu bilan birga klinikalik natijalarning geterogenligi va standartlashtirilgan formulalar zaruriyati ta'kidlandi [5]. O'zbekistonda allergik kasalliklarning tarqalishini o'rganuvchi yirik ko'lamli epidemiologik tadqiqotlar hali yetarli bo'lmasa-da, Markaziy Osiyo mintaqasida urbanizatsiya, oziqlanish tuzilmasining o'zgarishi va iqlim-ekologik omillar allergik kasalliklar ko'rsatkichlarining o'sishiga zamin yaratmoqda [19]. Mintaqaviy tadqiqotlar Markaziy Osiyoda allergik rinit va bronxial astmaning tarqalishi tendentsiyasi kuzatilayotganini ko'rsatmoqda. Mahalliy oziq-ovqat resurslaridan anor (*Punica granatum*) polifenollar va tanninlarga, qovoq urug'lari sink va magniyga, anjir (*Ficus carica*) flavonoidlarga boyligiga ko'ra funksional komponent sifatida ilmiy e'tiborni talab qiladi. Bundan tashqari, aholining D vitamini tanqisligi (ayniqsa qishki mavsumda) va omega-3 iste'molining past darajasi — bular allergik kasalliklar profilaktikasida oziqlanish gigiyenasi siyosatini yangi bosqichga ko'tarishni zarur qiladi [20].

Metodologiya. Ushbu ilmiy-amaliy konseptual maqola tizimli adabiyotlar sharhi va qiyosiy tahlil metodologiyasiga asoslanib tayyorlangan. Tadqiqot dizayni sifatida tahliliy-sintetik yondashuv tanlangan bo'lib, u birlamchi klinik tadqiqot o'tkazishni nazarda tutmaydi; aksincha, mavjud ilmiy dalillarni tizimlashtirish, taqqoslab tahlil qilish va amaliy konseptual model shakllantirish maqsadini ko'zlaydi.

Natijalar. Ilmiy manbalar tahlili natijasida to'rtta asosiy nutrasevtik guruh allergik kasalliklar profilaktikasida klinik jihatdan eng ko'p o'rganilgan va daliliy asosi mavjud komponentlar sifatida aniqlandi: probiotiklar, omega-3 yog' kislotalari, D vitamini va kvvertsetin. Ushbu komponentlarning har biri o'ziga xos immunologik ta'sir mexanizmi orqali Th1/Th2 balansini tartibga soladi, allergen-mediatsiyalangan



reaktsiyalarni zaiflashtirada yoki immunotolerenslik shakllanishini rag'batlantiradi. Quyidagi jadval ushbu komponentlarning ta'sir mexanizmlari, asosiy manbalar va klinik dalillilik darajasini umumlashtiradi.

1-jadval.

Asosiy nutrasevtiklar va ularning anti allergik ta'sir mexanizmlari

Nutrasevtik	Asosiy ta'sir mexanizmi	Maqsad immunologik yo'l	Klinik dalillilik darajasi (GRADE)	Asosiy manba
Probiotiklar (L. rhamnosus GG, B. longum, B. breve)	Ichak to'sig'ini mustahkamlash; Treg hujayralari induksiyasi; SCFA ishlab chiqarish	Th2 ↓ · Treg ↑ · IgE ↓	Yuqori (RCT, meta-tahlil)	[9, 10, 11]
Omega-3 (EPA, DHA)	SPM (rezolvinlar, protektinlar) sintezi; Th2-dominant reaksiyalarni modulyatsiya; granulotsitlar sonini kamaytirish	Th2 ↓ · IL-4 ↓ · IL-5 ↓	O'rta-yuqori (VITAL RCT)	[13, 14]
D vitamini (Kalsitriol)	Dendrit hujayralar tolerant fenotipini ta'minlash; Treg induksiyasi; Th17 reaksiyalarini bostirish	Th17 ↓ · Treg ↑ · IgE ↓	O'rta-yuqori (RCT + prospektiv)	[14, 15]
Kvertsetin	Mast hujayralar FcεRI-mediasiyali degranulyatsiyasini	Mast hujayra ↓ · IL-4 ↓ · TNF-α ↓	O'rta (in vitro + kichik RCT)	[16, 17, 18]



	inhib qilish; gistamin va PGD2 ajralishini kamaytirish			
Prebiotiklar (FOS, GOS, Inulin)	Bifidobacterium va Lactobacillus selektiv ko'payishi; SCFA hosil qilish	Mikrobiom xilma-xilligi ↑ · Treg ↑	O'rta (kuzatuv tadqiqotlari)	[8, 20]

Izoh: SPM-specialized pro-resolving mediators; SCFA-qisqa zanjirli yog' kislotalari; FOS-fruktooligosakaridlar; GOS-galaktooligosakaridlar; ↓-kamaytiradi; ↑- oshiradi.

Nutrasevtiklarning gigiyenik baholash ko'rsatkichlari. Gigiyenik baholash nuqtai nazaridan nutrasevtiklarning xavfsizlik profili, biologik mavjudligi va maqbul kunlik dozasi xalqaro me'yoriy hujjatlar va klinik tadqiqotlar asosida quyidagi jadvalda umumlashtirildi.

2-jadval.

Nutrasevtiklarning gigiyenik baholash ko'rsatkichlari

Nutrasevtiklar	Maqbul kunlik doza (ADI)	Biologik mavjudlik (Bioavailability)	Xavfsizlik profili	Qo'llash davri
Probiotiklar	10 ⁹ -10 ¹⁰ KFB/kun	Yuqori (tirik mikroorganizmlar sifatida)	Xavfsiz (immunosupressiya va bemorlarda ehtiyotkorlik)	≥ 8-12 hafta
Omega-3 (EPA+DHA)	250-500 mg/kun (profilaktik); 1000-2000 mg/kun (terapevtik)	O'rta (30-60%)	Yuqori dozada qon suyultiruvchi ta'sir xavfi	Uzoq muddatli (≥ 6 oy)



D vitamini	600–2000 ME/kun (kattalar); 400–1000 ME/kun (bolalar)	Yuqori (yog‘da eriydi, 60–90%)	> 4000 ME/kun dozada toksiklik xavfi	Mavsumi y yoki yil bo‘yi
Kvertsetin	500–1000 mg/kun	Past (2–17%); liposomal formada ↑	Yuqori dozada bosh og‘riq, achishish	8–12 hafta
Prebiotiklar (Inulin)	5–20 g/kun	Bevosita qabul qilinmaydi (fermentatsiya yo‘li)	Yuqori dozada meteorizm mumkin	Uzoq muddatli

Izoh: KFB-koloniya hosil qiluvchi birliklar; ME-xalqaro birlik. Ma'lumotlar EFSA, WHO/FAO va VITAL RCT [14] asosida tuzilgan.

Profilaktika darajalari bo'yicha qiyosiy tahlil. Funktsional oziq-ovqatlar va nutrasevtiklar uchta profilaktika darajasida ham qo'llanilishi mumkin. Quyidagi jadval ularning har bir darajadagi rolini ko'rsatadi.

3-jadval.

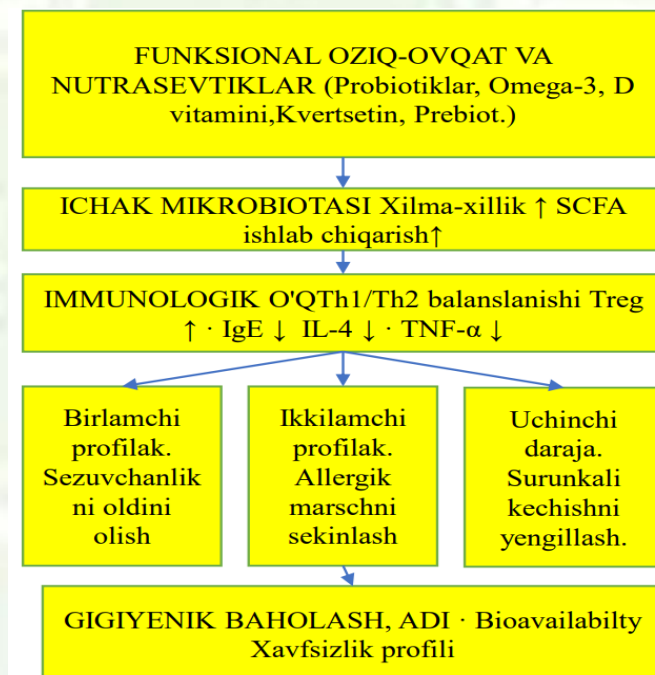
Profilaktika darajalari va nutrasevtiklarning mos strategiyalari

Profilaktika darajasi	Ta'rif	Qo'llaniladigan nutrasevtiklar	Maqsad	Klinik dalil
Birlamchi (Primary)	Allergik sezuvchanlik shakllanishiga qadar oldini olish	Probiotiklar (homiladorlik + erta bolalik), omega-3, D vitamini, prebiotiklar	IgE sezuvchanligini oldini olish; immunotolerentlik shakllantirish	[10, 12, 14, 15]

Ikkilamchi (Secondary)	Sezuvchanlik mavjud, lekin kasallik belgilari hali to'liq rivojlanmagan	Probiotiklar, Kvertsetin, D vitamini	Allergik marsh (atopic march) rivojlanishini sekinlashtirish	[9, 11, 17]
Uchinchi darajali (Tertiary)	Kasallik aniq, surunkali kechish fazasida	Kvertsetin, omega-3, kurkumin	Yallig'lanish intensivligini kamaytirish; nojo'ya dorilar dozasini qisqartirish	[5, 13, 16]

Adabiyotlar tahlili va yuqoridagi jadvallardan olingan natijalar asosida quyidagi konseptual model taklif etiladi. Ushbu model funksional oziq-ovqatlar va nutrasetivklarning immunitet tizimiga ta'siri orqali allergik kasalliklarni profilaktika qilishning gigiyenik asoslarini aks ettiradi.

1-Sxema.



Funksional oziq-ovqatlar va nutrasetivklarning allergik kasalliklar profilaktikasidagi konseptual modeli. Muallif tomonidan tuzilgan, [5, 7, 8, 9, 14] manbalar asosida.

Xulosa. Natijalarning umumiy baholash xulosasi qilsak yuqoridagi tahlillar natijasida quyidagi asosiy xulosalar shakllandi:

Birinchidan, probiotiklar allergik kasalliklarning profilaktikasida eng yuqori klinik dalillilik darajasiga ega (GRADE: Yuqori), ayniqsa homiladorlik va erta bolalik



davrida qo'llanganda atopik dermatit va allergik rinit rivojlanish xavfini sezilarli kamaytiradi [9, 10, 11, 12]. Ikkinchidan, D vitamini va omega-3 yog' kislotalarining kombinatsiyasi birlamchi profilaktikada yuqori samaradorlik ko'rsatib, VITAL sinovida autoimmun va allergik reaksiyalar rivojlanish xavfini 22% ga kamaytirdi [14]. Uchinchidan, kvvertsetin mast-hujayralar faoliyatini modulyatsiya qilishda in vitro va kichik klinik sinovlarda samarali, ammo uning past biologik mavjudligi (oral bioavailability \approx 2–17%) klinikalik amaliyotga tatbiqda hali asosiy cheklov hisoblanadi [17, 18]. To'rtinchidan, gigiyenik baholash ko'rsatkichlari (ADI, bioavailability, xavfsizlik profili) tahlili shuni ko'rsatdiki, barcha ko'rib chiqilgan nutrasevtiklar tavsiya etilgan dozalarda xavfsiz, biroq ularning standartlashtirilgan formulalari va sifat nazorati mexanizmlari O'zbekiston normativ-huquqiy bazasida yanada rivojlantirilishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. World Allergy Organization. Global Allergy & Airways Patient Platform (GAAPP). WAO Statement on Allergy Prevalence [Internet]. 2024.
2. Shin YH, Hwang J, Kwon R, et al. Global, regional, and national burden of allergic disorders and their risk factors in 204 countries and territories, from 1990 to 2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Allergy*. 2023;78(8):2232–2254.
3. Liu X, Liu R, Zhao Y, et al. Global, regional, and national epidemiology of allergic diseases in children from 1990 to 2021: findings from the Global Burden of Disease Study 2021. *BMC Pulmonary Medicine*. 2025;25(1).
4. Al-Motlaq MA, Sellami M, et al. Prevalence, severity, and risk factors of allergic rhinitis among schoolchildren: A national cross-sectional study. *World Allergy Organization Journal*. 2023;16(10).
5. Dominguez-Villar M, et al. Dietary Bioactive Compounds and Their Role in Allergy Prevention: A Comprehensive Review. *Nutrients*. 2025;17(22):3506.
6. Chaudhari A, Dwivedi MK. The concept of probiotics, prebiotics, postbiotics, synbiotics, nutriotics, and pharmabiotics. In: *Probiotics in the Prevention and Management of Human Diseases*. Academic Press; 2022:1–11.



7. Stróżyk A, Horvath A, et al. Global Burden of Allergies: Mechanisms of Development, Challenges in Diagnosis, and Treatment. *Frontiers in Medicine*. 2025. PMID: PMC12194400
8. Lynch SV, Pedersen O. The Human Intestinal Microbiome in Health and Disease. *New England Journal of Medicine*. 2016;375(24):2369–2379.
9. Luo X, Wang H, Liu H, et al. Effects of probiotics on the prevention and treatment of children with allergic rhinitis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Pediatrics*. 2024;12:1352879.
10. Tan-Lim CSC, Esteban-Ipac NAR. Systematic review and meta-analysis on probiotics as treatment for food allergies among pediatric patients: A 2024 update. *Pediatric Allergy and Immunology*. 2025;36(1):e70028.
11. Xi F, Fenglin L, Yun C, Chunrong W. Efficacy of probiotics in the treatment of allergic diseases: a meta-analysis. *Frontiers in Nutrition*. 2025.
12. Colquitt AS, Miles EA, Calder PC. Do Probiotics in Pregnancy Reduce Allergies and Asthma in Infancy and Childhood? A Systematic Review. *Nutrients*. 2022;14(9):1852.
13. Sarkar D, et al. Immunomodulatory Effects of Omega-3 Fatty Acids: Mechanistic Insights and Health Implications. *PMC*. 2025. PMID: PMC1208773
14. Hahn J, Cook NR, Alexander EK, et al. Vitamin D and marine omega 3 fatty acid supplementation and incident autoimmune disease: VITAL randomized controlled trial. *BMJ*. 2022;376:e066452.
15. Feketea G, Kostara M, Bumbacea RS, Vassilopoulou E. Vitamin D and Omega-3 Fatty Acid Supplementation in Pregnancy for the Primary Prevention of Food Allergy in Children. *Children*. 2023;10(3):468.
16. Elsayed S, et al. Quercetin a promising functional food additive against allergic diseases: A comprehensive and mechanistic review. *Food Bioscience*. 2024.
17. Zhao C, Ding Y, Huang Y, et al. Quercetin Attenuates MRGPRX2-Mediated Mast Cell Degranulation via the MyD88/IKK/NF- κ B and PI3K/AKT/Rac1/Cdc42 Pathway. *Journal of Inflammation Research*. 2024;17:7099–7110.



18. Sade K, et al. Quercetin and Resveratrol Differentially Decrease Expression of the High-Affinity IgE Receptor (FcεRI) by Human and Mouse Mast Cells. *Molecules*. 2022;27(19):6704.
19. Alavinezhad A, Boskabady MH. The prevalence of asthma and related symptoms in Middle East countries. *Clinical Respiratory Journal*. 2018;12(3):865–877.
20. Fiocchi A, Cabana MD, Mennini M. Current Use of Probiotics and Prebiotics in Allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*. 2022;10(9):2243–2253.