UDC: 616.411-018:615.9-074:612.017

## PESTITSIDLARNING AVLOD IMMUN TIZIMI VA TALOQQA IMMUNOTOKSIK TA'SIRINING TAHLILI

**Yusufov Nodirbek Islombekovich** – t.f.n., dotsent
*Toshkent davlat tibbiyot universiteti Chirchiq filiali (Toshkent, O'zbekiston)*
**Kurbonova Zumrad Chutbayevna** – t.f.d., professor
**Sayfutdinova Zuxra Abdurashid qizi** – t.f.n., dotsent
**Yusufova Munisa Alisher qizi** – Ph.D., katta o'qituvchi
**Muksinova Kamila Akmal qizi** – magistr
*Toshkent davlat tibbiyot Universiteti (Toshkent, O'zbekiston)*

***Annotatsiya.*** *Ushbu adabiyotlar sharhida ilmiy manbalar asosida pestitsidlarning avlod immun tizimi va taloqqa immunotoksik ta'siri tahlil qilingan. Pestitsidlar immun tizimini buzuvchi moddalar sifatida gumoral va hujayraviy immunitetga salbiy ta'sir ko'rsatadi hamda taloq va timus kabi limfoid organlarda morfologik o'zgarishlar keltirib chiqaradi. Homilador organizmga kirgan pestitsidlar platsenta to'sig'ini o'tib, prenatal va postnatal davrda avlod immun tizimiga zarar yetkazishi mumkin. Tahlil qilingan manbalar pestitsidlarning reaktiv kislorod shakllari hosil qilish, apoptoz aktivatsiyasi, sitokin ishlab chiqarishni o'zgartirish va epigenetik modifikatsiyalar orqali immunotoksik ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi. Pestitsidlarning avlod taloqi va immun organlariga transgeneratsion ta'siri ham eksperimental, ham epidemiologik tadqiqotlarda hujjatlashtirilgan.*

***Kalit so'zlar:*** *pestitsidlar, immunotoksiklik, taloq, avlod, immun tizim, gumoral immunitet, hujayraviy immunitet, oksidlovchi stress, epigenetika, transgeneratsion ta'sir.*

## АНАЛИЗ ИММУНОТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ИММУННУЮ СИСТЕМУ И СЕЛЕЗЁНКУ ПОТОМСТВА

**Юсуфов Нодирбек Исламбекович** – к.м.н., доцент
*Чирчикский филиал Ташкентского государственного медицинского университета (Ташкент, Узбекистан)*
**Курбонова Зумрад Чутбаевна** – к.м.н., профессор
**Сайфутдинова Зухра Абдурашид кизи** – к.м.н., доцент
**Юсуфова Муниса Алишер кызы** – к.м.н., старший преподаватель
**Муксинова Камила Акмаль кизи** – магистр
*Ташкентский государственный медицинский университет (Ташкент, Узбекистан)*

***Аннотация.*** *В данном обзоре литературы на основе научных источников проанализировано иммунотоксическое воздействие пестицидов на иммунную систему и селезёнку потомства. Пестициды, являясь иммунодеструктивными веществами, оказывают негативное влияние на гуморальный и клеточный иммунитет, вызывают морфологические изменения в лимфоидных органах — тимусе и селезёнке. Пестициды, поступающие в организм беременной, способны преодолевать плацентарный барьер и наносить вред иммунной системе потомства как в пренатальном, так и в постнатальном периодах. Анализируемые источники подтверждают, что иммунотоксическое воздействие реализуется через образование активных форм кислорода, активацию апоптоза, изменение продукции цитокинов и эпигенетические модификации. Трансгенерационные эффекты пестицидов на селезёнку и иммунные органы потомства документально подтверждены как в экспериментальных, так и в эпидемиологических исследованиях.*

***Ключевые слова:*** *пестициды, иммунотоксичность, селезёнка, потомство, иммунная система, гуморальный иммунитет, клеточный иммунитет, окислительный стресс, эпигенетика, трансгенерационные эффекты.*

## ANALYSIS OF IMMUNOTOXIC EFFECTS OF PESTICIDES ON THE OFFSPRING IMMUNE SYSTEM AND SPLEEN

**Yusufov Nodirbek Islambekovich** – Ph.D., associate professor
*Tashkent State Medical University Chirchik Branch (Tashkent, Uzbekistan)*
**Kurbonova Zumrad Chutbayevna** – Ph.D., professor
**Saifutdinova Zukhra Abdurashid kizi** – Ph.D., associate professor
**Yusufova Munisa Alisher kizi** – Ph.D., senior lecturer
**Muksinova Kamila Akmal kizi** – master
*Tashkent State Medical University (Tashkent, Uzbekistan)*

***Abstract.*** *This review analyzes the immunotoxic effects of pesticides on the immune system and spleen of offspring based on scientific sources. Pesticides, acting as immunodisruptive substances, negatively affect humoral and cellular immunity and cause morphological changes in lymphoid organs such as the spleen and thymus. Pesticides entering the pregnant organism can cross the placental barrier and damage the immune system of offspring in both prenatal and postnatal periods. The analyzed sources confirm that immunotoxic effects are mediated through reactive oxygen species generation, apoptosis activation, cytokine production alteration, and epigenetic modifications. Transgenerational effects of pesticides on the spleen and immune organs of offspring have been documented in both experimental and epidemiological studies.*

***Keywords:*** *pesticides, immunotoxicity, spleen, offspring, immune system, humoral immunity, cellular immunity, oxidative stress, epigenetics, transgenerational effects.*

**Dolzarbligi.**

Atrof-muhitning kimyoviy moddalar, ayniqsa pestitsidlar bilan ifloslanishi tirik organizmlarning immun tizimiga sezilarli salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Efremova (2020) pestitsidlarning tirik organizmlarga ta’sirini keng ko‘lamda tahlil qilib, ularning immunotoksik xususiyatlarini yoritgan [1]. Zaydullayeva (2018) pestitsidlarning inson salomatligiga zararli ta’sirini ko‘rsatib, surunkali ta’sir immunitet tizimining izdan chiqishiga olib kelishini ta’kidlagan [2].

Pestitsidlarning immunotoksik ta’siri turli mexanizmlar orqali amalga oshadi. Mokarizadeh va boshq. (2015) pestitsidlar va immun tizimi disfunksiyasining keng qamrovli sharhida immun buzilishlarning mexanizmlari, dalillari va oqibatlarini batafsil tahlil qilgan [3]. Lee va Choi (2020) pestitsidlarning immun tizimi funksiyalariga salbiy ta’sirini o‘rganib, gumoral va hujayraviy immunitetdagi o‘zgarishlarni aniqlagan [4].

Homilador organizmga kirgan pestitsidlar avlod salomatligiga ayniqsa xavfli. Tuxshayev va Zokirova (2018) pestitsidlarning ona organizmi orqali avlodga immunotoksik va endokrin buzuvchi ta’sirini o‘rganib, taloq va boshqa limfoid organlarda morfofunksional o‘zgarishlar kuzatilganini aniqladi [5]. Kadirov va Zokirova (2021) pestitsidlarning avlod immun va endokrin organlarida hujayra apoptozi va proliferatsiyasiga ta’sirini o‘rgangan [6].

**Material va metodlar**

2015–2025-yillarda nashr etilgan 14 ta ilmiy manba tahlil qilindi. Qidiruv PubMed, Springer, EBSCO ma’lumotlar bazalari hamda mahalliy OAK jurnallari orqali amalga oshirildi. Qidiruv yo‘nalishlari: (1) pestitsidlarning immunotoksik ta’sir mexanizmlari; (2) gumoral va hujayraviy immunitetga ta’siri; (3) avlod taloqi va limfoid organlariga prenatal va postnatal ta’siri.

**Pestitsidlarning immunotoksik mexanizmlari**

Cestonaro va boshq. (2022) pestitsidlarning hujayraviy va gumoral immunitetga toksik ta’sirini keng qamrovli tahlil qilib, T- va B-limfotsitlar sonining kamayishi, NK-hujayralar faolligining susayishi va sitokin ishlab chiqarishning o‘zgarishini ko‘rsatgan [7]. Fenga, Giusi va Costa (2021) pestitsidlarning immunotoksikligini zamonaviy bilimlar nuqtai nazaridan ko‘rib chiqib, immun javob mexanizmlariga ta’sirini yoritgan [8].

Mohammed va Al Sammaraa (2025) pestitsidlarning immun tizimi funksiyasiga ta’sirini o‘rganib, pestitsid ta’siriga uchragan hayvonlarda immunoglobulinlar va komplement tizimi sezilarli o‘zgarganini aniqladi [9]. Samah va Dalila (2015) uy maishiy pestitsidining sichqon immun tizimiga ta’sirini o‘rganib, limfotsitlar va makrofaglar faolligining pasayishini ko‘rsatdi [10].

**Avlod taloqi va limfoid organlariga ta’siri**

Derevtsova va boshq. (2021) pestitsidlarning homiladorlik va erta postnatal davrlarda homila rivojlanishiga ta’sirini o‘rganib, prenatal ta’sir natijasida avlodning immun tizimi va organ rivojlanishida sezilarli buzilishlar kuzatilganini aniqladi [11]. Upadhayay va boshq. (2020) pestitsid ta’siri va unga bog‘liq sog‘liq muammolarini keng ko‘lamda tahlil qilib, transgeneratsion ta’sir mexanizmlarini yoritgan [12].

Zokirova (2024) pestitsidlarning avlod immun tizimiga toksik ta’sir mexanizmlarini aniqlashga bag‘ishlangan tadqiqotda pestitsidlar immun organlarning rivojlanishida epigenetik o‘zgarishlar keltirib chiqarishini ko‘rsatdi [13]. de Souza Pomacena va boshq. (2025) pestitsidlarning reproduktiv salomatlikka ta’sirini hayvon va in vitro modellarda o‘rganib, avlod immunitetiga uzoq muddatli salbiy oqibatlarni aniqladi [14].

Ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, pestitsidlar bilan zaharlangan onalardan tug‘ilgan avlodlarda taloq to‘qimasining morfologik o‘zgarishlari bilan immunologik laborator ko‘rsatkichlarning kompleks o‘rganilishi yetarli emas. Turli pestitsid sinflarining avlod taloqiga differentsial ta’siri ham kam o‘rganilgan soha bo‘lib qolmoqda [3, 7].

**Xulosa.**

Tahlil qilingan adabiyotlar pestitsidlarning immunotoksik ta’sirini va ularning avlod taloqi hamda immun tizimiga transgeneratsion ta’sirini tasdiqlaydi. Pestitsidlar reaktiv kislorod shakllari hosil qilish, apoptoz aktivatsiyasi va epigenetik modifikatsiyalar orqali immun tizimini izdan chiqaradi. Prenatal ta’sir ayniqsa xavfli bo‘lib, avlodning limfoid organlarida uzoq muddatli morfologik va funksional o‘zgarishlarga olib keladi. Taloq morfologiyasi va immunologik laborator ko‘rsatkichlarni birga kompleks o‘rganish yangi tadqiqotlar uchun dolzarb yo‘nalish hisoblanadi.

**ADABIYOTLAR**

1. Ефремова Э.Н. Влияние пестицидов на живые организмы Форум. Серия // Форум. Серия: Гуманитарные и экономические науки. – 2020. – №1. – S. 18–21.

2. Зайдуллаева М.О. Вредное влияние пестицидов на здоровье человека // Экономика и социум. – 2018. – №6(49). – S. 427–430.

3. Mokarizadeh A. et al. A comprehensive review of pesticides and the immune dysregulation: mechanisms, evidence and consequences // Toxicology mechanisms and methods. – 2015. – Vol. 25. – №4. – P. 258–278.

4. Lee G.H., Choi K.C. Adverse effects of pesticides on the functions of immune system // Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology. – 2020. – Vol. 235. – P. 108789.

5. Тухтаев Н.К., Зокирова Н.Б. Иммунотоксический и эндокрин-разрушающий эффекты пестицидов на потомство в условиях их поступления через организм матери // Вестник врача. – 2018. – S. 36.

6. Kadirov T.N., Bakhodirovna Z.N. The influence of in utero and early postnatal exposure to pesticides on the process of cells apoptosis and proliferation in immune and endocrine organs of the offspring // Central Asian Research Journal. – 2021.

7. Cestonaro L.V. et al. Toxic effects of pesticides on cellular and humoral immunity: an overview // Immunopharmacology and Immunotoxicology. – 2022. – Vol. 44. – №6. – P. 816–831.

8. Fenga C., Giusi B., Costa C. Immunotoxicity of pesticides: current knowledge and perspectives // Toxicological Risk Assessment and Multi-System Health Impacts from Exposure. – 2021. – P. 557–568.

9. Mohammed R.J., Al Sammaraa I.A. Investigate the Effect of Pesticides on the Immune System Function // Al-Anbar Journal of Veterinary Sciences. – 2025. – Vol. 18. – №2. – P. 37–42.

10. Samah M., Dalila B. Contribution to the study of the effect of one household pesticide used in Algeria, on the murine immune system // Adv Env Biol. – 2015. – Vol. 9. – №8. – P. 192.

11. Derevtsova A. et al. Effect of pesticides on fetal development in the intrauterine and early postnatal periods // E3S Web of Conferences. – 2021. – Vol. 258. – P. 04008.

12. Upadhayay J. et al. Impact of pesticide exposure and associated health effects // Pesticides in crop production: physiological and biochemical action. – 2020. – P. 69–88.

13. Zokirova N. Dentification of the mechanisms of toxic effects of pesticides on the immune system of offspring // Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS). – 2024. – Vol. 1.

14. de Souza Pomacena M. et al. Impact of pesticides on reproductive health: insights from animal and in vitro models in both sexes // Journal of Endocrinology. – 2025. – Vol. 266. – №2. – P. 102–110.