

УДК 619:084/615.371

DOI: 10.31073/vet_biotech36-06

ЖОВНІР О.М., канд. вет. наук, e-mail: Zhovnir73@ukr.net,**АНДРІЯЦУК В.О.***, канд. вет. наук, e-mail: and_valentina@hotmail.com,**МІНЦЮК Є.П.**, e-mail: jeckmints@gmail.com*Інститут ветеринарної медицини НААН***Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи*

ВМІСТ ЗАГАЛЬНИХ ІМУНОГЛОБУЛІНІВ У СИРОВАТКАХ КРОВІ КРОЛІВ, ЩЕПЛЕНИХ ВАКЦИНАМИ, ЯКІ МІСТЯТЬ НАНОЧАСТИНКИ МЕТАЛІВ

В статті висвітлено результати наукових досліджень із порівнянням ефективності застосування вакцин, виготовлених за традиційною та за новітньою технологією, що містять наночастинки металів. Представлені результати серологічних досліджень з вивчення вмісту загальних імуноглобулінів сироваток крові кролів щеплених експериментальними зразками вакцин. Результати досліджень показали перевагу вакцин виготовлених за новітньою технологією. Так на 14 добу після другого щеплення, вакцинами «Вельшіколісан+AuNP» та «Вельшіколісан+AgNP», спостерігалось вірогідне зростання рівня загальних імуноглобулінів у сироватці крові дослідних кролів на 78,6% та 11,2% порівняно з початковими показниками. Цим дослідженнями доведено перспективність використання наночастинок металів в біотехнології виготовлення вакцин.

Ключові слова: кролі, вакцини, неспецифічна резистентність, імуноглобуліни, імунна відповідь, наночастинки металів.

Вступ. На сьогодні інфекційні захворювання продовжують залишатися однією з першочергових проблем галузі тваринництва України. Важливе місце в забезпеченні епізоотичного благополуччя господарства займає боротьба з асоційованими інфекціями тварин. Саме тому продовжує залишатися актуальним і затребуваним розроблення асоційованих вакцин, що здатні забезпечити несприйнятливості організму одночасно до кількох захворювань [1–4]. Це свідчить про необхідність розроблення нових та удосконалення існуючих засобів специфічної профілактики інфекційних захворювань, зокрема асоційованих. Перевага асоційованих вакцинних препаратів полягає у створенні за короткий термін несприйнятливості організму тварин одночасно до кількох захворювань.

В усьому світі зберігається тенденція до пошуку нових засобів, що забезпечуватимуть покращення імунного статусу організму [5, 6].

Цього, зокрема, можна досягти за допомогою використання вакцинних препаратів. За щеплення тварин, поряд зі специфічними імунологічними механізмами у формуванні захисту організму беруть участь клітинні та гуморальні фактори неспецифічної резистентності. Вченими доведено, що за проведення щеплень тварини повинні мати високі показники неспецифічної резистентності, так як саме вони сприяють формуванню специфічної відповіді організму. Тому вивчення впливу вакцинації на показники неспецифічної резистентності тварин є актуальним [7].

Метою роботи було вивчити вміст загальних імуноглобулінів в сироватках крові кролів, щеплених вакцинами «Вельшіколісан+AuNP», «Вельшіколісан+AgNP», «Вельшіколісан».

Матеріали і методи досліджень. Експериментальні дослідження були проведені на базі лабораторії анаеробних інфекцій ім. В.П. Риженка ІВМ НААН, віварію інституту ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України та відділу колоїдної технології природних систем Інституту біоколоїдної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка НАН України.

Для проведення експерименту було сформовано 4 групи клінічно здорових тварин ($n=13$, живою вагою $2,5\pm 0,2$ кг, 10–12-місячного віку), 3 дослідних та одну контрольну (3 кролі). Група №1 – тварини щеплені вакциною «Вельшіколісан+AuNP», 3 кролі; група №2 – вакциною «Вельшіколісан+ AgNP», 4 кролі; група №3 – вакциною «Вельшіколісан», 3 кролі. Тварини були щеплені вакцинами власного виробництва, дворазово з інтервалом в 14 діб.

Експериментальні зразки вакцин з наночастинками металів виготовлені у лабораторії анаеробних інфекцій. Визначення стерильності вакцин здійснювали згідно ДСТУ 4483:2005 «Препарати ветеринарні імунобіологічні. Методи визначення бактеріальної і грибною контамінації» [5].

Оцінка безпечності експериментальних вакцин з наночастинками металів здійснювали шляхом дослідження генотоксичності – методом ДНК-комет у лужних умовах; цитотоксичності – методом оцінки життєздатності клітин у тесті з кристалічним фіолетовим та в МТТ-тесті [6].

Відбір зразків крові для отримання сироваток і подальших досліджень здійснювали перед початком щеплень та через 7, 14 та 21 діб після повторного щеплення. Щеплення тварин проводили згідно з тимчасовими настановами по застосуванню експериментальних вакцин «Вельшіколісан», «Вельшіколісан+AuNP» та «Вельшіколісан+AgNP» інактивованих концентрованих проти токсикоінфекцій тварин, спричинених *Clostridium perfringens* та *E. coli*, в дозах передбачених цими настановами.

Кількісне визначення загальних імуноглобулінів в сироватці крові кролів проводили за загально прийнятими методиками із використанням 18% розчину сульфату натрію. Фотометрію проводили на КФК-2 із зеленим світлофільтром при довжині хвилі 400 нм у кюветі 5 мм проти 18% розчину сульфату натрію в якості контролю. За величиною отриманих показників визначали вміст загальної кількості імуноглобулінів за таблицею М.О. Костини (1983) [8–10].

Результати досліджень та їх обговорення. Динаміка утворення антитіл залежить від сили антигенного впливу (дози антигену), частоти впливу і стану імунної системи тварини. При первинному і повторному введенні антигену динаміка антитілоутворення також різна і протікає в кілька стадій.

Аналіз результатів досліджень вмісту загальних імуноглобулінів в сироватках крові у дослідних та контрольній групах тварин на початок експерименту коливалася від $9,0 \pm 0,17$ мг/см³ до $10,63 \pm 0,16$ мг/см³ (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст загальних імуноглобулінів в сироватках крові кролів щеплених експериментальними зразками вакцин, $n_k=3$; $n_{д1}=3$; $n_{д2}=4$; $n_{д3}=3$, $M \pm m$

Групи тварин	Початкові дані	Вміст імуноглобулінів, мг/см ³				
		Перша вакцинація		Повторна вакцинація		
		7	14	7(21)	14(28)	21(35)
Дослідна №1	$10,3 \pm 0,2$	$10,4 \pm 0,27$	$10,7 \pm 0,7^*$	$17,4 \pm 1,6^{*/\circ}$	$18,4 \pm 0,6^{**/\circ\circ}$	$17,94 \pm 1,1^{***/\circ\circ\circ}$
Дослідна №2	$10,63 \pm 0,16$	$9,1 \pm 0,4^{\circ}$	$9,7 \pm 0,25^{*/\circ}$	$11,85 \pm 0,34^{**/\circ}$	$11,9 \pm 0,4^{*/\circ}$	$11,6 \pm 0,27^{***/\circ}$
Дослідна №3	$9,0 \pm 0,17$	$8,5 \pm 0,15^{*/\circ}$	$10,5 \pm 0,17^{**/\circ\circ}$	$10,3 \pm 0,13^{\circ\circ}$	$11,3 \pm 0,2^{**/\circ\circ}$	$11,0 \pm 0,3^{***/\circ\circ}$
Контрольна	$9,5 \pm 0,2$	$9,5 \pm 0,25$	$8,5 \pm 0,22^{\circ}$	$10,7 \pm 0,2^{\circ}$	$9,5 \pm 0,2$	$8,5 \pm 0,2^{\circ}$

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$, порівняно з початковими даними;
 \circ – $p < 0,05$; $\circ\circ$ – $p < 0,01$; $\circ\circ\circ$ – $p < 0,001$, порівняно з показниками тварин контрольної групи.

Дослідження сироваток крові тварин, щеплених експериментальним зразком вакцини «Вельшіколісан+AuNP», дослідна група №1, встановлено концентрацію імуноглобулінів на початку експерименту на рівні $10,3 \pm 0,2$ мг/см³. Цей показник змінювався з 14 доби експерименту, що вказувало на початок фази первинної імунної відповіді. Так, на 14 добу він зріс на 3,9%, а на 7 добу після повторної імунізації (21 доба від початку експерименту) відмічалось зростання показника на 68,9%. Це засвідчило про активну фазу вироблення імунітету, яка триває у вакцинованих тварин від 14 до 30 днів. Максимальне зростання концентрації імуноглобулінів фіксували на 14 добу після повторного щеплення (28 день від початку експерименту), яка становила $18,4 \pm 0,6$ мг/см³ (78,6%), що перевищувало в 1,7 рази початкові значення та в 1,9 рази показники тварин контрольної групи. Проте на 35 добу від початку експерименту концентрація загальних імуноглобулінів знизилась і

становила $17,94 \pm 1,1$ мг/см³ ($p < 0,001$), це вказувало на настання фази зниження утворення імуноглобулінів, що зазвичай триває від 1 до 6 місяців і більше [10].

Показник вмісту загальних імуноглобулінів у сироватках крові кролів, щеплених вакциною «Вельшіколісан+AgNP», дослідна група №2, на початок експерименту становив $10,63 \pm 0,16$ мг/см³. Через 7 діб після повторного щеплення цей показник зріс на 11,95% ($11,85 \pm 0,34$ мг/см³), проти початкових даних та на 11,2% перевищував показники тварин контрольної групи. Зростання показників загальних імуноглобулінів відмічалось аналогічно як і в дослідній групі тварин хоч із значно нижчими абсолютними показниками. Зниження концентрації загальних імуноглобулінів на 7 добу від початку експерименту пояснюється реакцією організму на стрес якому піддалися тварини.

При дослідженні сироваток крові кролів, на вміст загальних імуноглобулінів дослідної групи №3, щеплених вакциною «Вельшіколісан», виготовленою за традиційною технологією, відмічали наступне: вміст загальних імуноглобулінів у сироватці крові кролів від 7 до 28 доби експерименту мав тенденцію до збільшення порівняно з контрольною групою, що свідчить про реакцію імунної відповіді на вакцину. На початку дослідження вміст загальних імуноглобулінів становив в №3 групі $9,0 \pm 0,17$ мг/см³, а на 28 добу експерименту він зріс до $11,3 \pm 0,2$ мг/см³, що перевищувало початкові показники на 25,6% ($p < 0,05$).

За результатами проведених досліджень з визначення вмісту загальних імуноглобулінів встановлено, що у кролів дослідних груп, щеплених експериментальними зразками вакцин виготовлених за традиційною технологією та за використання новітніх технологій з додаванням наночастинок металів, спостерігалось зростання вмісту загальних імуноглобулінів. Проте найбільш ефективним виявилось експериментальний зразок вакцини «Вельшіколісан+AuNP», оскільки через 14 діб після другого щеплення спостерігалось вірогідне зростання рівня загальних імуноглобулінів у сироватках крові дослідних кролів в 1,7 рази.

Висновки і перспективи подальших досліджень:

1. Результати проведених експериментальних досліджень з визначення вмісту загальних імуноглобулінів у сироватці крові кролів щеплених експериментальними зразками вакцин, виготовлених за традиційною технологією та за використання новітніх технологій, доводять перспективність використання наночастинок металів в біотехнології виготовлення вакцин.

2. Найбільш ефективним виявився експериментальний зразок вакцини «Вельшіколісан+AuNP», оскільки через 14 діб після другого щеплення спостерігалось вірогідне зростання рівня загальних імуноглобулінів у сироватках крові дослідних кролів в 1,7 рази.

3. Виявлено, що дворазове щеплення тварин вакциною «Вельшіколісан+AgNP» забезпечувало зростання загальних імуноглобулінів в 1,12 рази на 35 добу експерименту.

Проведені дослідження є початковим етапом для комплексного випробування впливу згаданих імунобіологічних засобів на організм тварин. В майбутньому планується проведення досліджень впливу експериментальних вакцин на різні ланки імунної системи організму тварин.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Риженко В.П. Стан імунокомпетентних клітин периферичної крові овець одночасно щеплених проти некробактеріозу та сальмонельозу / В.П. Риженко, Г.Ф. Риженко, О.І. Горбатюк [та ін.] // Ветеринарна медицина. – 2011. – № 95. – С. 304–308.
2. Жовнір О.М. Експериментальні дослідження факторів природної резистентності у овець за одночасного щеплення проти некробактеріозу і сальмонельозу / О.М. Жовнір, В.О. Андріяшук, С.М. Белік [та ін.] // Ветеринарна біотехнологія. – 2010. – № 17. – С. 76–81.
3. Риженко В.П. Гематологічні та біохімічні показники периферичної крові овець, щеплених одночасно проти некробактеріозу, колибактеріозу і сальмонельозу / В.П. Риженко, Г.Ф. Риженко, О.І. Горбатюк [та ін.] // Біологія тварин. – 2010. – Т. 12, № 2. – С. 323–328.
4. Hudson L. Practical Immunology / L. Hudson, F. Hay. – Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1989. – Т. 3. – 384 с.
5. Препарати ветеринарні імунобіологічні. Методи визначення бактеріальної і грибною контамінації: ДСТУ 4483:2005. – [Чинний від 10.01.2006]. – К: Держспоживстандарт України, 2006. – 20 с. – (Національний стандарт України).
6. Оцінка безпеки лікарських нанопрепаратів: методичні рекомендації / І.М. Трахтенберг, З.Р. Ульберг, І.С. Чекман [та ін.]. – Київ, 2013. – 108 с.
7. Плященко С.И. Естественная резистентность организма животных / С.И. Плященко, В.Т. Сидоров. – Л., 1979. – 181 с.
8. Дослідження крові тварин та клінічна інтерпретація отриманих результатів: метод. рек. / В.І. Левченко, В.М. Соколюк, В.М. Безух [та ін.]. – Біла Церква, 2002. – 56 с.
9. Біохімічні методи досліджень крові тварин: методичні рекомендації / В.І. Левченко, Ю.М. Новожицька, В.В. Сахнюк та ін. – Київ, 2004. – 21 с.
10. Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів: методичні рекомендації / І.Я. Коцюмбас, Г.І. Коцюмбас, Є.М. Голубій [та ін.]. – Львів: Тріада плюс, 2006. – 64 с.

СОДЕРЖАНИЕ ОБЩИХ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КРОЛИКОВ, ПРИВИТЫХ ВАКЦИНАМИ С НАНОЧАСТИЦАМИ МЕТАЛЛОВ / Жовнір А.М., Андріяшук В.А., Минцюк Е.П.

В статье отражены результаты научных исследований по сравнению эффективности применения вакцин, изготовленных по традиционной и по новейшей технологии, которые содержат наночастицы металлов. Представлены результаты серологических исследований по изучению содержания общих иммуноглобулинов сыворотки крови кроликов привитых экспериментальными образцами вакцин. Результаты исследований показали преимущество вакцин, изготовленных по новейшей технологии.

Так на 14 сутки после второй прививки, вакцинами «Вельшиколисан + AuNP» и «Вельшиколисан + AgNP», наблюдалось достоверное возрастание уровня общих иммуноглобулинов в сыворотке крови опытных кроликов на 78,6% и 11,2% по сравнению с исходными показателями. Этим исследованиями доказано перспективность использования наночастиц металлов в биотехнологии изготовления вакцин.

Ключевые слова: кролики, вакцины, неспецифическая резистентность, иммуноглобулины, иммунный ответ, наночастицы металлов.

TOTAL IMMUNOGLOBULINS MEASUREMENT IN BLOOD SERUM OF RABBITS VACCINATED WITH VACCINES CONTAINING METAL NANOPARTICLES / Zhovnir A.M., Andriyashchuk V.A., Mintsyuk E.P.

Introduction. Mixed infections play an important role in the etiology of infectious diseases. That is why it is necessary to create mixed vaccines that ensuring that animals have immune resistance to several diseases at the same time. Therefore, an urgent issue is the improvement of existing and the development of new vaccines for specific prevention of infectious diseases, especially those that have an associative course.

The goal of the work was to study total immunoglobulins indices in the serum of rabbits vaccinated with the vaccines «Velshicolisan + AuNP», «Velshicolisan + AgNP», «Velshicolysan».

Materials and methods. Experimental studies were conducted in the V.P. Ryzhenko laboratory of anaerobic infections of the Institute of veterinary medicine of the NAAS, vivarium of the V.P. Komisarenko Institute of endocrinology and metabolism of the NAMS and department of colloidal technology of natural system of the F.D. Ovcharenko Institute of biocolloid chemistry of the NAS.

Blood sampling for studies was performed before vaccination and in 7, 14, and 21 days after revaccination. Vaccination of animals was carried out in accordance with temporary guidelines for the use of experimental vaccines «Velshicolisan + AuNP», «Velshicolisan + AgNP», «Velshicolisan» against animals toxicosis caused by *Clostridium perfringens* and *E. coli* in the doses prescribed in these guidelines.

Quantitative determination of total immunoglobulins of the serum of rabbits was performed according to generally accepted methods using 18% sodium sulfite solution.

Results of research and discussion. Analysis of the results of studies of the content of total immunoglobulins in the experimental and control groups of animals showed that at the beginning of the experiment it ranged from 9.0 mg/ml to 10.63 mg/ml; after 14 days of the experiment it increased by 3.9% and on the 7th day after revaccination (21 days from the beginning of the experiment) an increase of the indicator by 68.9% observed. The highest level of immunoglobulins observed on the 14 day after reimmunization (28 from the beginning of the experiment), this indicator was 18.4 mg/ml (78.6%), which increased by 1.7 times against the initial data and by 1.9 times against indicator of control animals.

Results of the research of the serum of rabbits vaccinated with the vaccine «Velshicolisan + AgNP» (experimental group No. 2) showed that at the beginning of the experiment, the indicator of total immunoglobulin content was 10.63 mg/ml. After the second vaccination (7 days from the beginning of the experiment) this indicator increased by 11.95% to 11.85 mg/ml, compared to the initial data and was 11.2% higher than in animals of the control group.

In the third group of experimental animals the total immunoglobulins indicator increased from day 7 after the beginning of the experiment to day 28. This indicates the positive effect of the vaccine on the synthesis of immunoglobulins.

Conclusion and prospect for future research:

1. *The results of experimental studies confirm the effectiveness of using metal nanoparticles in biotechnology for vaccine manufacturing.*

2. *Experimental sample of the «Velshikolisan + AuNP» vaccine was the most effective, after 14 days after the second vaccination a significant increase of total immunoglobulins level in the blood serum of experimental rabbits was observed.*

3. *Double vaccination of animals with the vaccine «Velshikolisan + AuNP» provided the growth of total immunoglobulins 1.12 times at the end of the experiment.*

4. *The research is the initial stage for a complex test of the impact of the mentioned immunobiological agents on the animal organism. In the future, it is planned to conduct research on the effect of experimental vaccines on various parts of the animal immune system.*

Keywords: *rabbits, vaccines, immunoglobulins, metal nanoparticles.*

REFERENCES

1. Ryzhenko, V.P., Ryzhenko, H.F., Horbatiuk, O.I., et al. (2011). Stan imunokompetentnykh klityn peryferychnoi krovi ovets odnochasno shcheplenykh proty nekrobakteriozu ta salmonelozu [Condition of immunocompetent cells of peripheral blood of sheep simultaneously vaccinated against necrobacteriosis and salmonellosis]. *Veterynarna medytsyna – Veterinary medicine*, 95, 304-308 [in Ukrainian].

2. Zhovnir, O.M., Andriiashchuk, V.O., Bielik, S.M., et al. (2010). Eksperymentalni doslidzhennia faktoriv pryrodnoi rezystentnosti u ovets za odnochasnoho shcheplennia proty nekrobakteriozu i salmonelozu [Experimental studies of natural resistance factors in sheep with simultaneous vaccination against necrobacteriosis and salmonellosis]. *Veterynarna biotekhnolohiia – Veterinary biotechnology*, 17, 76-81 [in Ukrainian].

3. Ryzhenko, V.P., Ryzhenko, H.F., Horbatiuk, O.I., et al. (2010). Hematolohichni ta biokhimichni pokaznyky peryferychnoi krovi ovets, shcheplenykh odnochasno proty nekrobakteriozu, kolibakteriozu i salmonelozu [Hematologic and biochemical indices of sheep peripheral blood vaccinated simultaneously against necrobacteriosis, colibacteriosis and salmonellosis]. *Biolohiia tvaryn – Animal biology*, 12(2), 323-328 [in Ukrainian].

4. Hudson, L., & Hay, F. (1989). *Practical Immunology*. Oxford: Blackwell Scientific Publication.

5. Preparaty veterynarni imunobiolohichni. Metody vyznachennia bakterialnoi i hrybnoi kontaminatsii [Veterinary immunobiological preparations. Methods for determining bacterial and fungal contamination]. (2006). DSTU 4483:2005 from 10th January 2006. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].

6. Trakhtenberh, I.M., Ulberh, Z.R., Chekman, I.S., et al. (2013). *Otsinka bezpeky likarskykh nanopreparativ: metodychni rekomendatsii [Safety Assessment of Medicinal Nanoparticles: guidelines]*. Kyiv: DNKIBShM [in Ukrainian].

7. Plyashchenko, S.I., & Sidorov, V.T. (1979). *Yestestvennaya rezistentnost organizma zhivotnykh [Natural resistance of the animal's organism]*. Leningrad: Kolos [in Russian].

8. Levchenko, V.I., Sokoliuk, V.M., Bezukh V.M., et al (2002). *Doslidzhennia krovi tvaryn ta klinichna interpretatsiia otrymanykh rezultativ: metodychni rekomendatsii [Animal blood testing and clinical interpretation of the results: guidelines]*. Bila Tserkva: BNAU [in Ukrainian].

9. Levchenko, V.I., Novozhytska, Yu.M., Sakhniuk, V.V., et al. (2004). *Biokhimichni metody doslidzhen krovi tvaryn: metodychni rekomendatsii* [Biochemical methods of animal blood testing]. Kyiv: DNDILDVSE [in Ukrainian].

10. Kotsiumbas, I.Ia., Kotsiumbas, H.I., & Holubii, Ye.M. (2006). *Doklinichni doslidzhennia veterynarnykh likarskykh zasobiv: metodychni rekomendatsii* [Preclinical studies of veterinary medicinal products: guidelines]. Lviv: Triada plus [in Ukrainian].

УДК 636.09:614.31:616.992:633.368

DOI: 10.31073/vet_biotech36-07

КАМІНСЬКА О.В., e-mail: mikology@ukr.net,

МАРЧЕНКО Т.В., e-mail: taya.marchenko@ukr.net,

ПІЛЬКЕВИЧ Н.Я., e-mail: nata0811@ukr.net,

КУПРИЧ О.М., e-mail: mikologi2018@ukr.net,

ШЕВЧЕНКО Л.В., д-р вет. наук, проф., e-mail: shevchenko_laris@ukr.net

Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи

КОНТАМІНАЦІЯ АФЛАТОКСИНАМИ АРАХІСУ ТА ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБКИ

Методом високоефективної рідинної хроматографії встановлено, що у 2018 році вміст афлатоксину В1 у 96,2% проб бобів арахісу і 25% проб продуктів переробки арахісу не перевищував МДР. Сума кількості афлатоксинів В1, В2, G1 та G2 у бобах арахісу знаходилась у межах МДР у 96,2% проб, у продуктах переробки арахісу – половина всіх-проб була не придатна до вживання. У 2019 році під час дослідження проб бобів арахісу встановлено, що афлатоксин В1 не перевищував МДР у всіх зразках, а у продуктах його переробки – лише в 44,4%. За сумою афлатоксинів В1, В2, G1 та G2 були придатні для вживання всі партії бобів арахісу і лише 33,3% проб продуктів переробки досліджені протягом 2019 року.

***Ключові слова:** афлатоксини, арахіс, високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ), максимально допустимий рівень (МДР).*

Вступ. Забруднення харчових продуктів різного роду токсикантами є причиною порушення обміну речовин у тканинах, зниження резистентності організму та виникнення захворювань у людей, які важко піддаються діагностиці та лікуванню. Однією з таких патологій є онкологічні хвороби, які можуть викликатися мікотоксинами, у тому числі афлатоксинами, що накопичуються у продуктах харчування і потрапляють в організм людини.