

УДК 616.98-076:578.835/636.4

**ИЩЕНКО Л.М.**, канд. вет. наук., e-mail: ischenko\_lm@ukr.net,  
**КОВАЛЕНКО Г.А.**, канд. вет. наук, e-mail: anna31kovalenko@gmail.com,  
**МУЗИКІНА Л.М.**, канд. вет. наук. e-mail: loramuzykina@i.ua,  
**МАНДИГРА С.С.**, e-mail: mandygra@ukr.net,  
**ГАЛКА І.В.**, канд. вет. наук, e-mail: ptica2005@ukr.net,  
**НИЧИК С.А.**, д-р вет. наук, проф., член-кор. НААН, e-mail: ivm\_naan@ukr.net,  
**СПИРИДОНОВ В.Г.**, д-р с-г. наук, проф., e-mail: spyrydonov@ukr.net  
*Інститут ветеринарної медицини НААН*

## КОНСТРУЮВАННЯ ТА АПРОБАЦІЯ ПРАЙМЕРІВ ДЛЯ ДЕТЕКЦІЇ ВІРУСУ НОДУЛЯРНОГО ДЕРМАТИТУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ МЕТОДОМ ПЛР У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Здійснено конструювання праймерів та флуоресцентного зонду для детекції вірусу нодулярного дерматиту методом полімеразної ланцюгової реакції у реальному часі (ПЛР-РЧ). Запропоновані праймери дають можливість детектувати всіх представників роду *Capripoxvirus*. Проведено порівняльні дослідження комерційної ПЛР-суміші *qScript™ XLT (Quanta)* та самостійно приготовленої ПЛР-суміші, в результаті чого отримані однакові результати параметрів ампліфікації, що дозволяє зменшити собівартість дослідження. Проведена апробація запропонованих праймерів на 32 зразках ДНК, отриманих за експериментального зараження великої рогатої худоби вірусом *Lumpy skin disease virus* та вірусом віспи кіз.

**Ключові слова:** нодулярний дерматит, ВРХ, ПЛР-РЧ, праймери.

**Вступ.** Нодулярний дерматит великої рогатої худоби (заразний вузликовий дерматит, *Lumpy skin disease*) – вірусне транскордонне захворювання великої рогатої худоби, характерними ознаками якого є утворення некротичних шкірних вузликів (нодул). Всесвітня організація охорони здоров'я тварин (МЄБ) класифікує нодулярний дерматит, як захворювання, яке підлягає обов'язковій реєстрації через істотні економічні збитки під час спалаху [1, 2].

Загострення епізоотичної ситуації щодо нодулярного дерматиту великої рогатої худоби в світі, а також у Російській Федерації, яка безпосередньо межує із нашою державою, вказує на існування потенційного ризику занесення збудника на територію України. В зв'язку з чим актуальним є розробка та впровадження засобів діагностики та моніторингу поголів'я ВРХ щодо наявності збудника нодулярного дерматиту, особливо в областях, що межують із Російською Федерацією.

У відповідності до діючих рекомендацій МЄБ першочерговим методом діагностики нодулярного дерматиту, як для діагностики тварин перед транспортуванням, так і для підтвердження клінічних випадків хвороби, є полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) [3].

Вірус нодулярного дерматиту (*Lumpy skin disease virus*) разом із вірусом віспи овець (*sheep poxvirus*) та вірусом віспи кіз (*goat poxvirus*) формують рід

*Capripoxvirus*. Гомологічність їх геному становить в середньому 96% [3, 4]. Тому, більшість запропонованих на сьогодні праймерів для ПЛР діагностики нодулярного дерматиту також ідентифікують й інших представників роду *Capripoxvirus* [6, 7]. Проте варто зазначити, що повногеномне секвенування різних представників *Capripoxvirus*, дозволило виявити у їх геномі видоспецифічні ділянки, які, як вважають, пов'язані із видовою чутливістю до господаря [8]. Тому, сьогодні зустрічаються роботи по конструюванні видоспецифічних праймерів до вірусу нодулярного дерматиту [9, 10].

**Мета роботи** – сконструювати праймери та флуоресцентний зонд для детекції вірусу нодулярного дерматиту та провести їх апробацію.

**Матеріали і методи досліджень.** Для конструювання праймерів було обрано ділянку гену вірусу нодулярного дерматиту, яка кодує серцевинний ДНК-зв'язуючий фосфопротейн (GenBank: KX 764645). Розроблені праймери забезпечують ампліфікацію фрагменту геному вірусу розміром 151 н.п.

З метою контролю якості екстракції ДНК та виключення наявності інгібіторів в досліджуваних зразках у роботі використано праймери до ділянки гену PRP, який є видоспецифічним для жуйних тварин.

В таблиці 1 представлена нуклеотидна послідовність праймерів і флуоресцентних зондів.

Таблиця 1

**Нуклеотидні послідовності праймерів і флуоресцентних зондів для детекції вірусу нодулярного дерматиту та гену PRP**

Назва праймеру	Нуклеотидна послідовність, 5'-3'	Призначення
LSDV F	TGGCAGCATATAATTCAC	Ампліфікація цільової мішені
LSDV R	TCCACTTTTAAAATACATGATG	
LSDV Probe	FAM-ATCGCCATCACATTCAACTGTTCTT-BHQ1	
PRF	ACGTGGGCCTCTGCAAGA	Ампліфікація внутрішнього контролю
PRR	GACTGCCCTGTCCTGGGTATC	
PRP Probe	R6G-CGACCAAACCTGGAGGAGGATGGA-BHQ2	

Для апробації праймерів використовували зразки ДНК вірусів роду *Capripoxvirus*, люб'язно надані професором В. Hoffman, завідувачем лабораторії вірусних захворювань ВРХ Інституту Фрідріха Леффлера (Німеччина).

Реакцію ампліфікації проводили в реакційній суміші об'ємом 25 мкл, яка включала: ПЛР буфер, 2,5 мМ MgCl<sub>2</sub>, 2,0 мМ кожного із дезоксинуклеотидтрифосфатів, по 0,5 мкМ прямого і зворотнього праймерів, 0,25 мкМ флуоресцентного зонду як для цільової послідовності так і для внутрішнього контролю та по 0,25 од. Таq-ДНК-полімерази.

Для порівняльної ефективності ампліфікації використано комерційну суміш qScript™ XLT 1-Step RT-qPCR ToughMix® (виробник Quantabio, США).

Ампліфікацію здійснювали в режимі реального часу за допомогою приладу «Rotor-Gene Q» (QIAGEN Hilden, Німеччина). При цьому використовували наступний температурний профіль: 94°C – 5 хв. – активація полімерази та

45 циклів (95°C – 20 с – денатурація ДНК; 55°C – 30 с – відпалювання праймерів; 72°C – 30 с – елонгація ланцюгів ДНК).

Дослідження проводили на базі лабораторії «Науково-дослідний навчальний центр діагностики хвороб тварин» Інституту ветеринарної медицини НААН.

**Результати досліджень та їх обговорення.** У зв'язку з тим, що обрана ділянка геному для конструювання праймерів є гомологічною до такої у вірусів віспи овець та кіз, для апробації запропонованих праймерів використовували зразки ДНК усіх представників роду *Capripoxvirus*. Апробацію проводили в два етапи.

На першому етапі порівнювали якість ампліфікації нуклеїнових кислот за використання комерційної ПЛР-суміші *qScript™ XLT (Quanta)* та самостійно приготовленої ПЛР-суміші із реагентів *Thermo Fisher Scientific*. Для дослідження використовували польові та вакцинні штами вірусів роду *Capripoxvirus*. Результати дослідження наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Аналіз результатів ампліфікації ДНК вірусів роду *Capripoxvirus***

Характеристика зразка	Значення граничного циклу <i>Ct</i>				
	FLI*	Інститут ветеринарної медицини			
		<i>qScript™ XLT (Quanta)</i>		ПЛР-суміш (ІВМ)	
	<i>FAM</i>	<i>FAM</i>	<i>JOE</i>	<i>FAM</i>	<i>JOE</i>
<i>LSDV Neethling</i> вакцинний штам	16,45	14,60	26,73	14,95	25,56
<i>LSDV Macedonia</i> 2016, польовий штам	15,17	14,26	29,30	14,39	29,26
<i>LSDV KSP</i> польовий штам	18,28	17,11	29,30	17,56	30,02
<i>Goat poxvirus</i>	17,60	16,21	27,24	16,12	27,15
<i>Sheep poxvirus</i>	18,81	17,45	27,32	18,24	26,85

**Примітка:** \* – FLI (Friedrich Loeffler Institute) – Інститут Фрідріха Леффлера.

Отримані результати дослідження свідчать про можливість ідентифікації розробленими праймерами генетичного матеріалу вірусів роду *Capripoxvirus*. При порівняльній оцінці параметрів ампліфікації позитивних зразків (значення граничного циклу *Ct* за барвниками *FAM* та *JOE*), отриманих при використанні комерційної ПЛР-суміші та ПЛР-суміші, приготовленої із використанням реагентів фірми *Thermo Fisher Scientific*, показано, що вони суттєво не відрізняються (розбіжність становить не більше  $\pm 1,5$  *Ct*, що допустимо для методу ПЛР-РЧ). Це має суттєву цінову перевагу, оскільки комерційні ПЛР-суміші є досить дорогими, що відповідно впливає на собівартість дослідження.

Наступним кроком в апробації розроблених праймерів було дослідження панелі зразків ДНК, отриманих в результаті експериментального зараження ВРХ вірусом нодулярного дерматиту, та кіз – вірусом віспи кіз в Інституті Фрідріха Леффлера. Панель включала різні типи біологічного матеріалу (кров, сироватка крові, шкіра, змиви із слизової рота та носа, внутрішні органи, шкірні вузли). Результати дослідження наведені у таблиці 3. Для дослідження

чутливості запропонованих праймерів, до панелі було включено зразки із різним значенням порогового циклу Ct (18–34), за даними отриманими в Інституті Фрідріха Леффлера.

Таблиця 3

**Результати апробації праймерів для детекції вірусів роду *Capripoxvirus***

№	Вид тварин/вірус	Номер тварини	Тип зразка	dpi**	Значення граничного циклу Ct у ПЛР в реальному часі		
					FLI* (LSDV)	IBM**	
						LSDV	PRP
1	bovine/LSDV	C R-478	кров з ЕДТА	12	27,4	27,41	28,91
2	bovine/LSDV	C R-478	сироватка	12	30,11	27,73	30,11
3	bovine/LSDV	C R-492	змиви з носа	12	23,16	21,42	31,67
4	bovine/LSDV	C R-492	змиви з рота	12	26,93	25,93	28,87
5	bovine/LSDV	C R-485	кров з ЕДТА	12	34,11	35,89	27,75
6	bovine/LSDV	C R-485	сироватка	12	34,86	34,10	25,57
7	bovine/LSDV	C R-549	змиви з носа	12	31,2	30,22	29,41
8	bovine/LSDV	C R-549	змиви з рота	12	33,47	36,15	30,34
9	bovine/LSDV	A R-489	шкіра	11	24,32	23,30	29,41
10	bovine/LSDV	A R-489	шкіра	11	26,46	25,90	26,43
11	bovine/LSDV	A R-489	шкіра	11	18,46	16,60	29,30
12	bovine/LSDV	A R-489	легені	11	25,96	26,09	29,13
13	bovine/LSDV	C R-478	шкіра	12	28,51	27,03	28,70
14	bovine/LSDV	C R-478	легені	12	26,18	25,08	27,67
15	bovine/LSDV	C R-478	селезінка	12	31,31	32,52	23,96
16	bovine/LSDV	C R-478	трахея	12	29,02	29,52	27,63
17	bovine/LSDV	C R-483	шкірні вузли	49	18,83	15,79	20,97
18	bovine/LSDV	C R-478	шкірні вузли	49	18,79	16,93	23,79
19	goat/GTPV	Z-254	кров з ЕДТА	10	26,12	24,77	25,46
20	goat/GTPV	Z-256	сироватка	13	35,99	38,96	28,56
21	goat/GTPV	Z-256	змиви з носа	13	18,12	15,16	30,67
22	goat/GTPV	Z-256	змиви з рота	13	26,15	23,68	29,54
23	goat/GTPV	Z-257	кров з ЕДТА	10	32,19	30,70	23,32
24	goat/GTPV	Z-259	змиви з носа	13	34,11	35,03	25,19
25	goat/GTPV	Z-259	змиви з рота	13	34,35	34,93	34,88
26	goat/GTPV	Z-253	шкіра	10	32,83	32,99	24,84
27	goat/GTPV	Z-253	шкіра	10	22,36	21,48	31,49
28	goat/GTPV	Z-253	легені	10	20,24	17,63	23,24
29	goat/GTPV	Z-253	селезінка	10	33,49	33,68	23,18
30	goat/GTPV	Z-254	шкіра	10	31,3	29,02	25,17
31	goat/GTPV	Z-254	шкіра	10	25,89	24,49	30,03
32	goat/GTPV	Z-254	печінка	10	34,15	35,20	23,58

Примітка: \*FLI – Friedrich Loeffler Institute, \*\*IBM – інститут ветеринарної медицини;

\*\*dpi – доба після інфікування.

Як видно із даних наведених у таблиці 3, запропоновані праймери дають можливість виявляти віруси нодулярного дерматиту ВРХ та віспи кіз у різнотипному біологічному матеріалі, при цьому отримані результати співпадають із результатами Інституту Фрідріха Леффлера.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Сконструйовані праймери для ідентифікації нодулярного дерматиту мають високу чутливість, 100% специфічність та дають можливість детектувати вірус нодулярного дерматиту та інших представників роду *Capripoxvirus* у різнотипному біологічному матеріалі.

Після проведення відповідних валідаційних досліджень запропонований діагностикум може бути рекомендований для впровадження в лабораторіях ветеринарної медицини з метою ідентифікації вірусу нодулярного дерматиту, а за необхідності, і для ідентифікації інших представників роду *Capripoxvirus*.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Coetzer J.A.W. Lumpy skin disease. Infectious Diseases of Livestock: second Edition / J.A.W. Coetzer, R.C. Tustin. – Oxford, U.K: University Press Southern Africa, 2004. – P. 1268–1276.
2. Capripoxvirus Diseases: Current Status and Opportunities for Control: Review / E.S.M. Tuppurainen, E.H. Venter, J.L. Shisler [et al.]. // *Transboundary and Emerging Diseases*. – 2015. – Vol. 64(3). – P. 729–745.
3. Lumpy Skin Disease [Електронний ресурс]. ОІЕ Terrestrial Manual, Chapter 2.4.13. – 2017. – Режим доступу: [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/2.04.13\\_LSD.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.04.13_LSD.pdf).
4. The genomes of Sheeppox and Goatpox Viruses / E.R. Tulman, C.L. Afonso, Z. Lu [et al.] // *Journal of Virology*. – 2002. – Vol. 76(12). – P. 6054–6061.
5. Genome of Lumpy Skin Disease Virus // E.R. Tulman, C.L. Afonso, Z. Lu [et al.] // *Journal of Virology*. – 2001. – Vol. 75(15). – P. 7122–7130.
6. Rapid preclinical detection of sheep pox virus by a real-time PCR assay / C.A. Balinsky, G. Delhon, G. Smoliga [et al.] // *J. Clin. Microbiol.* – 2008. – Vol. 46(2). – P. 438–442.
7. Tuppurainen E.S.M. The detection of lumpy skin disease virus in samples of experimentally infected cattle using different diagnostic techniques // E.S.M. Tuppurainen., E.H. Venter, J.A.W. Coetzer // *Onderstepoort J. Vet. Res.* – 2005. – Vol. 72 (2). – P. 153–164.
8. Capripoxvirus G-protein-coupled chemokine receptor: a host-range gene suitable for virus animal origin discrimination / Le Goff, C. Lamien, C.E. Fakhfakh [et al.] // *J. Gen. Virol.* – 2009. – Vol.90 (8). – P. 1967–1977.
9. Lamien C.E. Real time PCR method for simultaneous detection, quantitation and differentiation of capripoxviruses / C.E. Lamien, M. Lelenta, W. Goger // *J. Virol. Methods*. – 2011. – Vol. 171(1). –P. 134–140.
10. Real time PCR Assays for the specific detection of field Balkan strains of lumpy skin disease virus / D. Vidanovic, M. Sekler, T. Petrovic [et al.] // *Acta Veterinaria-Beograd*. – 2016. – Vol. 66(4). – P. 444–454.

**КОНСТРУИРОВАНИЕ И АПРОБАЦИЯ ПРАЙМЕРОВ ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ ВИРУСА НОДУЛЯРНОГО ДЕРМАТИТА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ** / Ищенко Л.М., Коваленко А.А., Музыкина Л.М., Мандыгра С.С., Галка И.В., Нычик С.А., Спиридонов В.Г.

*Проведено конструирование праймеров и флуоресцентного зонда для идентификации вируса нодулярного дерматита методом полимеразной цепной реакции в реальном времени. Разработанные праймеры детектируют всех представителей рода Capripoxvirus. Проведены сравнительные исследования на коммерческой ПЦР-смеси qScript™ XLT (Quanta) и на самостоятельно приготовленной ПЦР-смеси, в результате чего получены аналогичные результаты параметров амплификации, что дает возможность уменьшить себестоимость исследования. Проведена апробация разработанных праймеров на 32*

образцах ДНК полученных при экспериментальном заражении крупного рогатого скота вирусом нодулярного дерматита, и вируса оспы коз.

**Ключевые слова:** нодулярный дерматит крупного рогатого скота, ПЦР-РЧ, праймеры.

**DEVELOPMENT AND APPROBATION OF PRIMERS FOR IDENTIFICATION OF LUMPY SKIN DISEASE VIRUS BY qPCR METHOD** / Ishchenko L.M., Kovalenko G.A., Muzykina L.M., Mandygra S.S., Halka I.V., Nychyk S.A., Spyrudonov V.G.

**Introduction.** Lumpy Skin Disease (LSD) is a highly contagious transboundary viral disease of cattle characterized by the formation of necrotizing skin nodules. The OIE requires notification of this disease due to significant economic losses during the outbreak. As the numbers of LSD outbreaks are increasing in the world, including Russia that shares borders with Ukraine, a threat of pathogen introduction into the country is high.

**The goal of the work** was to design primers and a fluorescence probe for LSD virus detection and their approbation with qPCR method.

**Materials and methods.** The specific primers and a fluorescence probe to the part of the viral genome which encoding the core DNA binding phosphoprotein (GenBank: KH 764645) were selected. The developed primers provided amplification of the viral genome fragment with length 151 bp. The Capripoxvirus DNA samples, provided by Dr. Hoffman (FLI, Germany) were used for approbation of developed primers. Both in-house PCR-mix (Thermo Fisher Scientific reagents) and commercial qScript™ XLT (Quanta) were used. Amplification was conducted using Roto-Gene Q.

**Results of research and discussion.** It was confirmed that all Capripoxvirus agents could be detected using the developed primers. The study shown that the results obtained using the in-house PCR-mix were similar to the commercial qScript™ XLT (Quanta). Using the in-house PCR-mix potentially can reduce the test's cost. It was confirmed 100% specificity and high sensitivity of the developed primers on 18 LSD virus and 14 goat poxvirus DNA samples obtained from experimentally infected cows and goats.

**Conclusions and prospects for further research.** The developed primers can be recommended to use in the veterinary medicine labs for diagnosis of both LSD virus and other Capripoxvirus after the appropriate validation will be done.

**Keywords:** lumpy skin disease, cattle, qPCR, primers.

#### REFERENCES

1. Coetzer, J.A.W. & Tustin, R.C. (2004). *Lumpy skin disease. Infectious Diseases of Livestock*, 2nd ed. University Press Southern Africa, Oxford, 1268–1276.
2. Tuppurainen, E.S.M., Venter E.H., Shisler J.L., Gari G., Mekonnen G. A., Juleff N., et al. (2015). Review: Capripoxvirus Diseases: Current Status and Opportunities for Control. *Transboundary and Emerging Diseases*, Vol. 64(3), 729–745.
3. Lumpy Skin Disease (2017). OIE Terrestrial Manual, Chapter 2.4.13. *oie.int*. Retrieved from: [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/2.04.13\\_LSD.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.04.13_LSD.pdf).
4. Tulman, E.R., Afonso, C.L., Lu, Z., Zsak, L., Sur, J.-H., Sandybaev, N.T., Kerembekova, U.Z., et al. (2002). The genomes of Sheeppox and Goatpox Viruses. *Journal of Virology*, Vol. 76(12), 6054–6061.
5. Tulman, E.R., Afonso, C.L., Lu, Z, Zsak, L., Kutish, G.F. & Rock, D.L. (2001). Genome of Lumpy Skin Disease Virus. *Journal of Virology*, Vol. 75(15), 7122–7130.
6. Balinsky, C.A., Delhon G., Smoliga G., Prarat M., French R.A, Geary S.J. et al. (2008). Rapid preclinical detection of sheep pox virus by a real-time PCR assay. *J. Clin. Microbiol.*, Vol.46 (2), 438–442.
7. Tuppurainen, E.S.M., Venter, E.H. & Coetzer, J.A.W. (2005). The detection of lumpy skin disease virus in samples of experimentally infected cattle using different diagnostic techniques. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 72(2), 153–164.

8. Goff, Le, Lamien, C., Fakhfakh, C.E., Chadeyras, A., Aba-Adulugba, E., Libeau, G., Tuppurainen, E., et al. (2009). Capripoxvirus G-protein-coupled chemokine receptor: a host-range gene suitable for virus animal origin discrimination. *J. Gen. Virol.*, Vol.90 (8), 1967–1977.

9. Lamien, C.E., Lelenta, M., Goger, W., Silber, R., Tuppurainen, E. & Matijevic, M. (2011). Real time PCR method for simultaneous detection, quantitation and differentiation of capripoxviruses. *J. Virol. Methods*, Vol. 171 (1), 134–140.

10. Vidanovic, D., Sekler, M., Petrovic, T., Debeljak, Z., Vaskovic, N., Matovic, K., et al. (2016). Real time PCR Assays for the specific detection of field Balkan strains of lumpy skin disease virus. *Acta Veterinaria-Beograd*, Vol. 66(4), 444–454.

**УДК 636.085.05:632.4:633.15**

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

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

**ЄВТУШЕНКО Т.В.**, e-mail: t\_yevtuchenko@ukr.net

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

## **АНАЛІЗ СТАНУ І НЕБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ДЕОКСИНІВАЛЕНОЛОМ ПРОТЯГОМ 2014-2017 РОКІВ**

*У статті наведені дані щодо моніторингу деоксиніваленолу (ДОН) в кукурудзі протягом 2014–2017 років. Виявлено 1–33% зразків з вмістом деоксиніваленолу в кількості 0,134–0,5 мг/кг; 4–17% зразків із вмістом деоксиніваленолу 0,5–1,0 мг/кг і 4–17% зразків із вмістом ДОНу в кількості 1,0–3,943 мг/кг. Відсоток уражених зразків у 2014 році сягає 46% від загальної кількості перевірених зразків зерна, у 2015 році – 72%, у 2016 році – 12%, у 2017 році – 22%.*

**Ключові слова:** мікотоксини, деоксиніваленол (ДОН), імуноферментний аналіз (ІФА), рідинна хроматомаспектрометрія.

**Вступ.** Фактори небезпеки природних забруднювачів, якими є мікотоксини, для організму людей та тварин інколи перевищують небезпеку від хімічних речовин. Забруднення їжі та кормів мікотоксинами може становити ризик для здоров'я людини і тварин. Крім того, в деяких випадках вони також можуть негативно вплинути на якість їжі або корму. Продукти харчування та корми можуть забруднюватися за різних причин та різними шляхами. Ступінь забруднення їжі та кормів та вплив заходів щодо зменшення забруднення оцінюються за допомогою моніторингу та, в разі необхідності, спеціалізованих дослідницьких програм. Основними джерелами токсинів *Fusarium* є продукти з зернових, а саме пшениці та кукурудзи [1].

Деоксиніваленол (ДОН) належить до групи тріхотеценових мікотоксинів і синтезується грибами роду *Fusarium*. Деоксиніваленол часто виявляють у кормах, особливо у злаках. Мікотоксин деоксиніваленол, 3-ацетил- і 15-ацетил-деоксиніваленол найчастіше визначають у пшениці та рисі в країнах Європи і Північної Америки в концентраціях на рівні 1,0 мг/кг. У зв'язку з високою цитотоксичністю та імуносупресивністю цей токсин становить значний ризик