

# Trichotecenų kaupimosi dėsningumai žieminių ir vasarinių javų grūduose

Lina Kavaliauskienė<sup>1</sup>,

Audronė Mankevičienė<sup>2</sup>,

Zenonas Dabkevičius<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Aleksandro Stulginskio universitetas,  
Studentų g. 11,  
LT-53361 Akademija, Kauno r.  
El. paštas: linazalbaaite@gmail.com;  
dabkevičius@lzi.lt

<sup>2</sup> Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro  
Žemdirbystės institutas,  
Instituto al. 1,  
LT-58344 Akademija, Kėdainių r.  
El. paštas: audre@lzi.lt

Grūdų užterštumas trichotecenų grupės mikotoksinais deoksinivalenoliu (DON), T-2 (T2) ir HT-2 toksinu tirtas žieminio bei vasarinio kviečio (*Triticum aestivum* L.) ir vasarinio miežio (*Hordeum vulgare* L.) 2006–2010 m. derliaus grūdų mėginiuose LAMMC Žemdirbystės institute. DON, T2 ir HT2 toksinų koncentracijos nustatytos CD-ELISA metodu sumaltuose grūdų mėginiuose naudojant Neogen Europe Ltd diagnostinius mikotoksinų nustatymo testus. Duomenys apdoroti kompiuterine programa STAT-ENG.

Atlikus tyrimus nustatyta, kad A grupės trichotecenas DON dažnai aptinkamas žieminių ir vasarinių javų grūduose, išaugintuose Vidurio Lietuvoje. Didžiausias užteršimo lygis DON (100 %) bei aukščiausios koncentracijos nustatytos 2007 m. vasarinių kviečių grūdų mėginiuose ir siekė 445,3  $\mu\text{g kg}^{-1}$ . Žieminių kviečių grūdų mėginių šiuo mikotoksinu užteršimo lygis buvo žemesnis, o nustatytos koncentracijos mažesnės. Didžiausias užteršimo lygis B grupės trichotecenu T-2 toksinu nustatytas 2006–2007 m. vasarinių miežių mėginiuose ir siekė 95–100 %. Pavieniuose mėginiuose nustatytos koncentracijos (118,7–152,2  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) buvo didesnės nei moksliniais tyrimais paremta pavojinga riba (100  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ).

**Raktažodžiai:** mikotoksinais, trichotecenai, deoksinivalenolis, T2 ir HT2 toksinai

## ĮVADAS

Trichotecenamams priklauso daugiau kaip 100 skirtingų cheminių junginių, kurie suskirstyti į 4 grupes. Patys svarbiausi iš šitų grupių yra A ir B grupių mikotoksinais.

Trichotecenai yra termostabilūs ir nesuyra termiškai apdorojant maistą. Šie toksinai taip pat stabilūs neutralioje ir rūgštinėje aplinkoje, dėl šios jų savybės patekę į skrandį nehidrolizuojami (Hussein, Brasel, 2001; Paterson, Lima, 2010).

A grupės trichotecenai yra toksiškesni už B grupės trichotecenus. A ir B grupės trichotecenai daugiau paplitę ir dažniausiai aptinkami varpinių javų grūduose bei maisto produktuose (Hope, Aldred, Magan, 2005). A grupės svarbiausi mikotoksinų atstovai yra T2 ir HT2 toksinai, kuriuos sintetina *Fusarium equiseti*, *F. langsethiae*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*. T2 toksinas yra tok-

siškiausias junginys, sukeliantis mikotoksikozes. Jis slopina baltymų sintezę, o didesnės jo dozės stabdo DNR ir RNR sintezę (Yazar, Omurtag, 2008).

*F. sporotrichioides* rūšies grybai laikomi dirvožemio mikroorganizmais, nors labai dažnai aptinkami ant augalų sėklų, grūdų ir kitų augalo dalių. Jie į aplinką išskiria mikotoksinus: trichoteceną A, T2, HT2 toksinus, zearalenoną ir kt. Grūdai grybais užsikrečia ilgai juos laikant uždaroje patalpoje, taip pat laivų talpyklose, transportuojant. Šios rūšies grybų produkuojami mikotoksinais gali sukelti žmonių ir gyvūnų mikotoksikozes (Nelson, Dignani, Anaissie, 1994; Bennett, Klich, 2003; Magan, Aldred, 2007).

B grupės svarbiausias atstovas yra deoksinivalenolis (DON), kurį sintetina *F. culmorum*, *F. cerealis*, *F. graminearum*, *F. pseudograminearum* (Bennett, Klich, 2003; Goswami, Kistler, 2004).

DON toksinas yra labiausiai paplitęs trichotecenų grupės mikotoksinas. Jis aptinkamas visame pasaulyje javų grūduose ir siejamas su varpų fužarioze (Heier, Jain, Kogel, Pons-Kühneman, 2005; Bartkienė, Juodeikienė, Vidmantienė, 2008).

*Fusarium* genties grybai yra paplitę ant įvairių augalų, pažeidžia daugelio laukuose ir šiltnamiuose auginamų augalų šaknis, laikomi vienais iš pavojingiausių augalų šaknų puvinų sukėlėjų (Heier, Jain, Kogel, Pons-Kühneman, 2005; Grantina, Kenigsvalde, Eze, Petrina, Skrabule, Rostoks, Nikolajeva, 2011). Grybas *F. culmorum* mažina ir blogina augalų derlių bei kokybę, dėl jo veiklos atsiranda toksinų (Bennett, Klich, 2003; Mankevičienė, Auškalnienė, 2004). DON sutrikdo normalią augalų veiklą, taip gali pažeisti žmonių ir gyvūnų organų ląsteles, žinduolių organus (Bartkienė, Juodeikienė, Vidmantienė, 2008). Toksiškas šiltakraujams gyvūnams, silpnina imuninę sistemą, mažina gyvulių produktyvumą (Stankevičienė, Stankevičius, Baliukonienė, Bakutis, 2003). Micelio ekstraktas sukelia triušų odos nekrozę bei jūrų kiaulyčių apsinuodijimą. Nustatyta, kad grybiene su konidijomis pavojinga ir žmonėms, nes gali būti odos keratinozės ir giluminio raumenų grybelinio tumoro – micetomos sukėlėjai, gali pažeisti kojų sąnarius, įsiveisti nosies ertmėje (Lugauskas, Paškevičius, Repečkienė, 2002). *F. graminearum* rūšies grybai dažniausiai aptinkami ant miglinių augalų. Gyvulius pašėrus šiuo grybu užterštais grūdais, pastebimas gyvulių susisijaudinimas, sulėtėja ir blogėja koordinacija, sutrinka regėjimas (Lugauskas, Paškevičius, Repečkienė, 2002).

B tipo trichotecenai pasižymi įvairiomis toksinėmis savybėmis. Šie trichotecenai gali sukelti

daugybę įvairių ligų: odos uždegimus, virškinimo trakto sutrikimus, vidinių organų kraujavimus, kaulų čiulpų degeneracinius pažeidimus, nervų sistemos sutrikimus. B tipo trichotecenų poveikis pagrįstas baltymų sintezės slopinimu (Bennett, Klich, 2003).

Tyrimo tikslas buvo nustatyti žieminių ir vasarinių kviečių bei vasarinių miežių grūdų užteršimą A trichotecenų grupės mikotoksinu deksinivalenoliu ir B grupės trichotecenais (T2 toksinu bei HT2 toksinu) lygį bei palyginti jų kiekių variavimą skirtingais tyrimų metais.

## METODAI IR SĄLYGOS

Mikotoksinų DON, T2 ir 2010 m. HT2 tyrimai buvo atlikti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro filialo Žemdirbystės instituto Augalų patologijos ir apsaugos skyriaus laboratorijoje. Grūdų mėginiai buvo surinkti 2006–2010 metais iš žieminio bei vasarinio kviečio (*Triticum aestivum* L.) ir vasarinio miežio (*Hordeum vulgare* L.) grūdų mėginių, išaugintų Vidurio Lietuvoje. Mėginiai mikotoksinų analizei buvo paimti laukuose tik nukūlus javus. Ištirtų mėginių kiekis nurodytas 1 lentelėje.

DON, T2, T2/HT2 toksinai grūduose buvo nustatyti ELISA (imunofermentiniu) metodu (Wilkinson, Ward, Morgan, 1992) naudojant NEOGEN Europe Ltd diagnostinius mikotoksinų nustatymo testus. Imunofermentinio testo pagrindas yra antigeno-antikūno reakcija. Rezultatai vertinti atsižvelgiant į žemiausią kalibracinės kreivės mikotoksino koncentracijos reikšmę (LOD), kuri yra: DON – 100 µg kg<sup>-1</sup> (ppb), T2 toksinui – 7,5 µg kg<sup>-1</sup> (ppb), T2/HT2

1 lentelė. Mikotoksinų tyrimai javų grūdų mėginiuose 2006–2010 m.

Table 1. The number of cereal grain samples tested for mycotoxin contamination during 2006–2010

Javai / Species	DON					T2				T2/HT2
	2006 m.	2007 m.	2008 m.	2009 m.	2010 m.	2006 m.	2007 m.	2008 m.	2009 m.	2010 m.
Žieminiai kviečiai / Winter wheat	55	38	–	18	16	51	38	–	18	16
Vasariniai kviečiai / Spring wheat	22	15	9	–	–	22	23	11	–	–
Vasariniai miežiai / Spring barley	23	19	–	–	–	20	19	–	–	–
Iš viso ištirta mėginių / Total	101	62	9	18	16	93	80	11	18	16

toksinui – 10 µg kg<sup>-1</sup> (ppb). Imunofermentinių reakcijų juostelių optinio tankio nuskaitymui buvo naudojamas fotometras Neogen Stat Fax®303 Plus su 650 nm bangos ilgio šviesos filtru.

Tyrimo duomenų skaičiavimams buvo naudojama „Basic Statistics“ (Variacinių eilučių statistika) analizė iš programos STAT (arba STAT-ENG for EXCEL vers. 1,55) iš programų paketo SELEKCIJA (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

Vertindami gautus tyrimo duomenis maisto ir pašarų saugos atžvilgiu (apibrėžtus ES reglamentais ir tarptautinių organizacijų dokumentais), DON rėmėmės Europos Sąjungos Komisijos reglamentais (EC, 2005), o T2 bei T2/HT2 toksinus – pasaulinių mokslinių tyrimų rekomendacijomis (Eriksen, Alexander, 1998).

Meteorologinių sąlygų duomenys derliaus brendimo ir nuėmimo metu (2 lentelė) surinkti vadovaujantis Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos, Dotnuvos meteorologinės stoties parengtų orų biuletenuis.

Tyrimų metais meteorologinės sąlygos buvo skirtingos. Dotnuvos meteorologijos stoties duomenimis, 2006 m. birželio mėn. iškrito tik 11,0 % kritulių, palyginti su įprastu tam laikotarpiui kritulių kiekiu. Šio mėnesio pabaigoje Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba Kėdainių rajoną paskelbė sausros zona. Vidutinė oro temperatūra 2007 m. birželio mėn. buvo didžiausia, palyginti su kitų metų tuo pačiu laikotarpiu. Žemiausia birželio mėn. temperatūra buvo 2009 m., o aukščiausia – 2010 m. liepos–rugsėjo mėn. Mažiausiai kritulių sulaukta 2006 m. birželio mėn., o daugiausia per visą tyrimų laikotarpį jų iškrito 2010 m. liepos mėn.

## REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Atlikus tyrimų analizę skirtingais tyrimų metais nustatyta, kad didžiausias mėginių užteršimas DON buvo 2006–2007 m. ir atitinkamai sudarė 96,4 ir 97,4 % tirtų mėginių (3 lentelė). Analizuojant duomenis paaiškėjo, kad 2006 m. buvo didžiausia koncentracijų įvairovė, tačiau neaptikta mėginių, kurie viršytų 250 µg/kg<sup>-1</sup>. Daugelyje mėginių (50,9 %) koncentracija nesiekė 100 µg/kg<sup>-1</sup>. 2007 m. mėginiuose dominavo didesnės koncentracijos (151–200 µg/kg<sup>-1</sup>) nei 2006 m., tačiau neaptikta grūdų, kuriuose būtų viršyta 200 µg/kg<sup>-1</sup> riba. Panašius rezultatus gavome ir 2009 m. Žieminių kviečių grūdų mėginiai 2010 m. neužteršti minėtu mikotoksinu. Daugiamečiai tyrimai ir kitose šalyse parodė, kad nors javų grūdai yra labai dažnai užteršti DON, tačiau dažniausiai užterštumo lygis neviršija ES reglamento reikalavimų (EC, 2005) ir tik pavieniuose mėginiuose atskirais metais aptinkami didesni kiekiai (Muller, Reimann, Scumacher, Schwadorf, 1997; Magan, Aldred, 2007).

Tiriant vasariniuose kviečiuose DON kiekį nustatyta, kad didžiausias mėginių užteršimas buvo 2007–2008 m. ir sudarė 100 %. Užteršimas 2006 m. siekė 90,9 % (4 lentelė). 2006 m. vasarinių kviečių grūduose dominavo mėginių su mažesnėmis nei 100 µg/kg<sup>-1</sup> koncentracijomis ir tai atitinkamai sudarė 45,5 %. 2006 ir 2008 m. mėginių, kurių koncentracija viršytų >251 µg/kg<sup>-1</sup>, nenustatyta. Didesnės koncentracijos (151–200 µg/kg<sup>-1</sup>) vasarinių kviečių grūdų mėginiuose dominavo 2007 m. Nustatyta 13,3 % mėginių, turinčių >251 µg/kg<sup>-1</sup> koncentraciją. 2008 m. didžiausios DON koncentracijos (nuo 201–250 µg/kg<sup>-1</sup>),

2 lentelė. Meteorologinės sąlygos žydėjimo ir derliaus nuėmimo metu 2006–2010 m.

Table 2. Meteorological conditions during 2006–2010, anthesis and harvest time

Mėnuo Month	Oro temperatūros vidutiniai duomenys / Average temperature, °C				
	2006 m.	2007 m.	2008 m.	2009 m.	2010 m.
Birželis / June	16,8	17,5	16,1	14,6	16,2
Liepa / July	21,3	17,2	18,2	18,1	21,7
Rugpjūtis / August	18,1	18,7	18,0	16,8	19,7
	Krituliai mm / Rainfall, mm				
Birželis / June	6,8	61	50	168	72
Liepa / July	40,4	118	48	90	142
Rugpjūtis / August	105	51	91	67	71

3 lentelė. Užteršimo DON lygis žieminiuose kviečiuose

Table 3. DON content in winter wheat

Užteršimo lygis Contamination level	Žieminiai kviečiai / Winter wheat							
	2006 m.		2007 m.		2009 m.		2010 m.	
	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%
Neužterštų mėginių Negative samples	2	3,6	1	2,6	2	11,1	16	100
Užterštų mėginių: Positive samples:	53	96,4	37	97,4	16	88,9	0	0
<100 µg kg <sup>-1</sup>	28	50,9	0	0	0	0	0	0
100–150 µg kg <sup>-1</sup>	17	30,9	11	29,0	16	88,9	0	0
151–200 µg kg <sup>-1</sup>	5	9,1	26	68,4	0	0	0	0
201–250 µg kg <sup>-1</sup>	3	5,5	0	0	0	0	0	0
>251 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
Vidurkis / Mean ± SD	128,86 ± 53,04		151,95 ± 26,96		95,18 ± 34,78		0	
Pokytis % / Variation coef. %	41,16		17,74		36,54		2,48	
Min.	0		0		0		0	
Max.	223		185		112,4		0	

nustatytos vasarinių kviečių grūdų mėginiuose, sudarė 44,4 %, kai 2006 m. mėginių su tokiomis koncentracijomis nustatyta tik 4,6 %, o 2007 m. mėginių, su didesne nei 201 µg/kg<sup>-1</sup> koncentracija, iš viso nenustatyta. Vasarinių kviečių mėginių, palyginti su žieminių kviečių, užteršimo lygis DON didesnis bei nustatytos koncentracijos irgi didesnės, ypač 2007 m. Manoma, kad didžiausią įtaką

grūdų užteršimo lygiui turėjo meteorologinės sąlygos, kurios lėmė koncentracijų skirtumus skirtingais tyrimų metais. Vasariniuose kviečiuose nustatyta daugiau mikotoksinų nei žieminiuose kviečiuose ir dėl skirtingo augalų brendimo laiko (vasariniai kviečiai subręsta vėliau negu žieminiai). Dėl vėlyvesnio vasarinių kviečių subrendimo, juose labiau paplinta mikotoksinus produkuojantys

4 lentelė. Užteršimo DON lygis vasariniuose kviečiuose

Table 4. DON content in spring wheat

Užteršimo lygis Contamination level	Vasariniai kviečiai / Spring wheat					
	2006 m.		2007 m.		2008 m.	
	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%
Neužterštų mėginių Negative samples	2	9,1	0	0	0	0
Užterštų mėginių: Positive samples:	20	90,9	15	100	9	100
<100 µg kg <sup>-1</sup>	10	45,5	0	0	0	0
100–150 µg kg <sup>-1</sup>	5	22,7	2	13,3	5	55,6
151–200 µg kg <sup>-1</sup>	4	18,2	11	73,3	0	0
201–250 µg kg <sup>-1</sup>	1	4,6	0	0	4	44,4
>251 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	2	13,3	0	0
Vidurkis / Mean ± SD	126,35 ± 69,06		196,09 ± 101,41		160,06 ± 58,09	
Pokytis % / Variation coef. %	54,65		51,72		36,30	
Min.	0,00		144,30		102,90	
Max.	204,00		445,30		229,30	

grūdų užteršimo lygiui turėjo meteorologinės sąlygos, kurios lėmė koncentracijų skirtumus skirtingais tyrimų metais. Vasariniuose kviečiuose nustatyta daugiau mikotoksinų nei žieminiuose kviečiuose ir dėl skirtingo augalų brendimo laiko (vasariniai kviečiai subręsta vėliau negu žieminiai). Dėl vėlyvesnio vasarinių kviečių subrendimo, juose labiau paplinta mikotoksinus produkuojantys

grybai. Manoma, kad didesnis mikotoksinų kiekis galėjo susidaryti ir dėl netinkamu laiku kuliamų grūdų bei blogų laikymo sąlygų. Panašiai diskutuoja ir kitų šalių mokslininkai (Schollenberger, Jara, Suchy, Drochner, Müller, 2002; Lōiveke, Laitamm, Sarand, 2003; Lōiveke, Ilumäe, Laitamm, 2004; Heier, Jain, Kogel, Pons-Kühneman, 2005) manantys, kad lietingesniais metais, užsitęsus derliaus nuėmimui, užteršimo mikotoksinais lygis didėja.

Visi tirti 2006–2007 m. vasarinių miežių mėginiai buvo užteršti DON, kurių koncentracijos varijavo 106,1–231,0 µg kg<sup>-1</sup> ribose (5 lentelė). Tačiau 2006 m. mėginių su didesnėmis koncentracijomis (201–250 µg kg<sup>-1</sup>) buvo daugiau ir sudarė 20,8 % (nuo tais metais ištirtų mėginių kiekio). Daugiausia mėginių (37,5 %), kurių koncentracijos siekė 151–200 µg kg<sup>-1</sup>, o mažiausia – <100 µg kg<sup>-1</sup> (12,5 %). Mėginių, kurių koncentracijos didesnės kaip 251 µg/kg<sup>-1</sup>, nenustatyta. Didžiausias 2007 m. tirtų vasarinių miežių grūdų mėginių užteršimo lygis varijavo 151–200 µg/kg<sup>-1</sup> ribose ir tai sudarė 73,7 %. Mėginių, kurių koncentracijos <100 µg/kg<sup>-1</sup>, 201–250 µg/kg<sup>-1</sup>, >251 µg/kg<sup>-1</sup>, nenustatyta. Išanalizavus duomenis paaiškėjo, kad nors vasarinių miežių užteršimas DON buvo 100 %, tačiau nustatytos koncentracijos neviršijo ES reglamento reikalavimų (EC, 2005).

Analizuojant žieminių kviečių grūdų užteršimo B grupės trichotecenų T-2 ir T-2/HT2 toksinų duo-

menis nustatyta, kad didžiausias neužterštų mėginių kiekis buvo 2006 m. ir sudarė 39,2 % (6 lentelė). 2007 ir 2009 m. neužterštų mėginių buvo apie 5 %, o 2010 m. visi tirti mėginiai buvo užteršti T-2/HT2 toksinu. Tyrimai rodo, kad šie trichotecenų grupės mikotoksinais Lietuvoje dažnai aptinkami, nes palankios sąlygos plisti mikotoksinus produkuojamiems grybams (Mačkinaitė, Kačergius, Lugauskas, Repečkienė, 2006). Visais tyrimų metais žieminių kviečių grūdų mėginiuose dominavo nedidelės koncentracijos (7,5–18,0 µg kg<sup>-1</sup>), kurios sudarė nuo 31,4 iki 94,4 % visų tirtų mėginių. Grūdų mėginių su didesnėmis nei 100 µg kg<sup>-1</sup> koncentracijomis nenustatyta. Išryškėjo tendencija, kad 2010 m. žieminių kviečių grūdų mėginiai buvo neužteršti DON, tačiau užteršimas T-2/HT2 toksinu siekė 100 %. Panašiai nurodo ir kiti mokslininkai teigdami, kad skirtingais tyrimų metais, priklausomai nuo gamtinių ir antropogeninių veiksnių, dominuoja skirtingos grybų, mikotoksinų producentų rūšys, turinčios potencinių galimybių gaminti skirtingus toksinus atskirai arba keletą įvairių mikotoksinų kartu (Speijers, Speijers, 2004; Njobeh, Dutton, Koch, Chaturgoon, Stoev, Mosonik, 2010).

Vasarinių kviečių mėginių užteršimas T-2 toksinu 2006–2008 tyrimų metais buvo didelis ir sudarė 95,4–100 % (7 lentelė). Daugiausia 2006 ir 2008 m. nustatyta mėginių, kurių koncentracijos varijavo 7,5–18,0 µg/kg<sup>-1</sup> ribose ir tai sudarė 72,7 %

5 lentelė. Užteršimo DON lygis vasariniuose miežiuose

Table 5. DON content in spring barley

Užteršimo lygis Contamination level	Vasariniai miežiai / Spring barley			
	2006 m.		2007 m.	
	Kiekis / Count	%	Kiekis / Count	%
Neužterštų mėginių Negative samples	0	0	0	0
Užterštų mėginių: Positive samples:	24	100	19	100
<100 µg kg <sup>-1</sup>	3	12,5	0	0
100–150 µg kg <sup>-1</sup>	7	29,2	5	26,3
151–200 µg kg <sup>-1</sup>	9	37,5	14	73,7
201–250 µg kg <sup>-1</sup>	5	20,8	0	0
>251 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	0	0
Vidurkis / Mean ± SD	168,89 ± 43,28		163,65 ± 13,03	
Pokytis % / Variation coef. %	25,63		7,96	
Min.	106,1		138,0	
Max.	231,0		179,2	

6 lentelė. T-2 ir T-2/HT2 toksinų kiekis žieminiuose kviečiuose

Table 6. T-2 and T-2/HT2 toxin content of winter wheat

Užteršimo lygis Contamination level	Žieminiai kviečiai / Winter wheat							
	2006 m.		2007 m.		2009 m.		2010 m.	
	T2				T2/HT2			
	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%
Neužterštų mėginių Negative samples	20	39,2	2	5,3	1	5,5	0	0
Užterštų mėginių: Positive samples:	31	60,8	36	94,7	17	94,4	16	100
<7,5 µg kg <sup>-1</sup> (T <sub>2</sub> )	15	29,4	0	0	0	0	–	–
<10 µg kg <sup>-1</sup> (T <sub>2</sub> /HT <sub>2</sub> )	–	–	–	–	–	–	1	6,3
7,5–18,0 µg kg <sup>-1</sup>	16	31,4	25	65,8	17	94,4	12	75,0
18,1–28,0 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	11	29,0	0	0	3	18,8
28,1–39,0 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
>39,1 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0
Vidurkis / Mean ± SD	5,07 ± 5,96		16,37 ± 4,43		9,81 ± 2,70		13,45 ± 5,45	
Pokytis % / Variation coef. %	117,52		27,03		27,54		40,49	
Min.	0		0		0		10,2	
Max.	15,2		24,2		12,4		24,6	

ir 100 %. 2007 metų tyrimo duomenų analizė parodė, kad 87 % iš 95,7 % užterštų mėginių koncentracijos buvo didesnės ir varijavo 18,1–28,0 µg/kg<sup>-1</sup> ribose. Mėginių su žmonių ir gyvūnų sveikatai pavojinga 100 µg/kg<sup>-1</sup> ir didesne koncentracija nenustatyta (Eriksen, Alexander, 1998).

Vasarinių miežių užteršimas T-2 toksinu (iš visų analizuotų grūdų mėginių) buvo didžiausias

(8 lentelė) ir abiem tyrimų metais sudarė atitinkamai 95,0 % ir 100 %. Daugiausia mėginių, kurių koncentracijos buvo didesnės nei 39,1 µg/kg<sup>-1</sup>, 2006 m. siekė 30,0 %, o 2007 m. – 31,6 %. 52,6 % mėginių 2007 m. koncentracijos varijavo 18,1–28,0 µg/kg<sup>-1</sup> ribose. Tačiau ir vienais, ir kitais tyrimų metais nustatyta mėginių, kurių koncentracijos viršijo maisto ir pašarų saugos atžvilgiu pavojingas

7 lentelė. T-2 toksino kiekis vasariniuose kviečiuose

Table 7. T-2 toxin content of spring wheat

Užteršimo lygis Contamination level	Vasariniai kviečiai / Spring wheat					
	2006 m.		2007 m.		2008 m.	
	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%	Kiekis Count	%
Neužterštų mėginių Negative samples	1	4,6	1	4,4	0	0
Užterštų mėginių: Positive samples:	21	95,4	22	95,7	11	100
<7,5 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	0	0	0	0
7,5–18,0 µg kg <sup>-1</sup>	16	72,7	2	8,7	11	100
18,1–28,0 µg kg <sup>-1</sup>	5	22,7	20	87,0	0	0
28,1–39,0 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	0	0	0	0
>39,1 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	0	0	0	0
Vidurkis / Mean ± SD	13,36 ± 5,07		20,48 ± 1,62		11 ± 2,21	
Pokytis % / Variation coef. %	37,93		7,9		19,48	
Min.	0		16,5		7,9	
Max.	20,4		24,2		13,6	

8 lentelė. T-2 toksino kiekis vasariniuose miežuose

Table 8. T-2 toxin content of spring barley

Užteršimo lygis Contamination level	Vasariniai miežiai / Spring barley			
	2006 m.		2007 m.	
	Kiekis / Count	%	Kiekis / Count	%
Neužterštų mėginių Negative samples	1	5,0	0	0
Užterštų mėginių: Positive samples:	19	95,0	19	100
<7,5 µg kg <sup>-1</sup>	0	0	0	0
7,5–18,0 µg kg <sup>-1</sup>	5	25,0	3	15,8
18,1–28,0 µg kg <sup>-1</sup>	3	15,0	10	52,6
28,1–39,0 µg kg <sup>-1</sup>	5	25,0	0	0
>39,1 µg kg <sup>-1</sup>	6	30,0	6	31,6
Vidurkis / Mean ± SD	39,66 ± 39,43		42,99 ± 35,54	
Pokytis % / Variation coef. %	99,41		82,66	
Min.	0		17	
Max.	152,2		118,7	

ribas (Eriksen, Alexander, 1998). Didžiausia max. reikšmė buvo 2006 m. ir sudarė 152,2 µg/kg<sup>-1</sup>, o 2007 m. – 118,7 µg/kg<sup>-1</sup>. Didesnes T-2 toksino koncentracijas vasarinių miežių mėginiuose 2006–2007 m. galėjo lemti masinis užteršimas grybais, minėto toksino producentais *F. sporotrihioides*, *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. Langsethiae*. Tai patvirtina ir kitų mokslininkų atlikti darbai (Mačkinaitė, Kačergius, Lukauskas, Repečienė, 2006; Suproniene, Justesen, Nicolaisen, Mankevičienė, Dabkevičius, Semaskiene, Leistrumaitė, 2010).

## IŠVADOS

1. Atlikus tyrimus nustatyta, kad A grupės trichotecenas DON 2006–2009 m. buvo dažnai aptinkamas žieminių ir vasarinių javų grūduose, išaugintuose Vidurio Lietuvoje, tačiau jų koncentracijos neviršijo Europos Sąjungos reglamentuose nustatytų ribų. 2010 m. tirti mėginiai šiuo toksinu neužteršti.

2. Didžiausias taršos lygis (100 %) mikotoksinu DON bei aukščiausios koncentracijos nustatytos 2007 m. vasarinių kviečių grūdų mėginiuose ir siekė 445,3 µg/kg<sup>-1</sup>. Žieminių kviečių grūdų mėginių šiuo mikotoksinu užterštumo lygis buvo žemesnis ir koncentracijos mažesnės.

3. Didžiausias taršos lygis B grupės trichotecenu T2 toksinu nustatytas 2006–2007 m. vasarinių miežių mėginiuose ir siekė 95–100 %. Pavieniuo-

se mėginiuose nustatytos koncentracijos (118,7–152,2 µg/kg<sup>-1</sup>) buvo didesnės nei moksliniais tyrimais paremta pavojinga riba (100 µg/kg<sup>-1</sup>).

4. Tyrimai parodė, kad jei atskirais metais neaptinkama vieno kurio nors mikotoksino, tai užteršimo lygis kitu mikotoksinu padidėja. Nustatyta, kad 2010 m. žieminių grūdų mėginiai buvo neužteršti DON, tačiau užteršimas T2/HT2 toksinais siekė 100 %. 2006–2009 m., kai DON buvo užteršta 88,9–97,4 % žieminių kviečių grūdų mėginių, užsiteršimas mikotoksinis T2/HT2 siekė 68,8–94,7 %.

Gauta 2012 02 01

Priimta 2012 06 20

## LITERATŪRA

- Bartkienė E., Juodeikienė G., Vidmantienė D. 2008. Deoksinivalenolio įvertinimas kviečiuose akustiniu metodu ir raugų įtaka jo koncentracijai kvietinės duonos gamybos procese. *Maisto chemija ir technologija*. T. 42. Nr. 1. P. 5–12.
- Bennett J. W., Klich M. 2003. Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*. Vol. 16. No. 3. P. 497–516.
- Eriksen G. S., Alexander J. 1998. *Fusarium toxins in cereals – a risk assessment*. TemaNord Report 502. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark. 115 p.
- European Commission Regulation. 2005. Commission Regulation (EC) No. 856/2005 of 6 June 2005: amending Regulation (EC)

- No. 466/2001 as regards *Fusarium* toxins. *Official Journal of the European Union*. L. 70. 12–34 p.
5. Goswami R. S., Kistler H. C. 2004. Heading for disaster: *Fusarium graminearum* on cereal crops. *Molecular Plant Biology*. Vol. 5. No. 6. P. 515–525 [žiūrėta 2011-02-23]. Prieiga per internetą: <http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/10543/1/IND43663579.pdf>
  6. Grantina L., Kenigšvalde K., Eze D. et al. 2011. Impact of six-year-long organic cropping on soil microorganisms and crop disease suppressiveness. *Žemdirbystė-Agriculture*. Vol. 98. No. 4. P. 399–408.
  7. Heier T., Jain S. K., Kogel K. H. et al. 2005. Influence of N-fertilization and fungicide strategies on *Fusarium* head blight severity and mycotoxin content in winter wheat. *Journal of Phytopathology*. Vol. 153(9). P. 551–557.
  8. Hope R., Aldred D., Magan N. 2005. Comparison of environmental profiles for growth and deoxynivalenol production by *Fusarium culmorum* and *F. graminearum* on wheat grain. *Letters in Applied Microbiology*. Vol. 40. No. 4. P. 295–300.
  9. Hussein S., Brasel J. M. 2001. Toxicity metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology*. Vol. 167. P. 101–134.
  10. Yazar S., Omurtag G. Z. 2008. Fumonizins, Trichothecenes and Zearalenone in Cereals. *International Journal of Molecular Sciences*. No. 9. P. 2062–2090.
  11. Löiveke H., Ilumäen E., Laitamm H. 2004. Microfungi in grain and grain feeds and their potential toxicity. *Agronomy Research*. Vol. 2(2). P. 195–205.
  12. Löiveke H., Laitamm H., Sarand R. J. 2003. *Fusarium* fungi as potential toxicants on cereals and grain feed grown in Estonia during 1973–2001. *Agronomy Research*. Vol. 1(2). P. 185–196.
  13. Lugauskas A., Paškevičius A., Repečkienė J. 2004. *Patogeniški ir toksiški mikroorganizmai žmogaus aplinkoje*. Vilnius: Aldorija. 434 p.
  14. Mačkinaitė R., Kačergius A., Lukauskas A. ir kt. 2006. Contamination of cereal grain by *Fusarium* micromycetes and their Mycotoxins under Lithuanian climatic conditions. *Ekologija*. Vol. 3. P. 71–79.
  15. Magan N., Aldred D. 2007. Post-harvest control strategies: Minimizing mycotoxins in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 119. P. 131–139.
  16. Mankevičienė A., Auškalnienė O. 2004. Kukurūzų grūdų užterštumas toksiškais pelėsiniais grybais ir mikotoksiniais. *Gyvulininkystė*. Nr. 45. P. 58–70.
  17. Müller H. M., Reimann J., Scumacher U. et al. 1997. Natural occurrence of *Fusarium* toxins in barley harvested during five years in an area of southwest Germany. *Mycopathologia*. Vol. 137. P. 185–192.
  18. Nelson P. E., Dignani M. C., Anaissie E. J. 1994. Taxonomy, Biology and Clinical Aspects of *Fusarium* Species. *American Society for Microbiology*. Vol. 7. No. 4. P. 479–504 [žiūrėta 2011-03-01]. Prieiga per internetą: <http://cmr.asm.org/cgi/reprint/7/4/479.pdf>
  19. Njobeh P. B., Dutton M. F., Koch S. H. et al. 2010. Simultaneous occurrence of mycotoxins in human food commodities from Cameroon. *Mycotoxin Research*. Vol. 26. P. 47–57.
  20. Paterson R. R. M., Lima N. 2010. Toxicology of mycotoxins. *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology*. No. 2. P. 31–63.
  21. Ruckebauer P. 2004. Influence of harvest and storage conditions on trichothecenes levels in various cereals. In: *Trichothecenes with a special focus on DON*. Summary Report of a workshop held in September 2003 in Dublin, Ireland, ILSI Europe: Brussels. 40 p. [žiūrėta 2012-01-27]. Prieiga per internetą: <http://europe.ilsil.org/file/RPDON.pdf>
  22. Schollenberger M., Jara H. T., Suchy S. et al. 2002. *Fusarium* toxins in wheat flour collected in an area in southwest Germany. *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 72(1–2). P. 85–89.
  23. Speijers G. J. A., Speijers M. H. M. 2004. Combined toxic effects of mycotoxins. *Toxicology Letters*. Vol. 153. P. 91–98.
  24. Stankevičienė M., Stankevičius H., Baliukonienė V. ir kt. 2003. Bioterminio biomasės apdorojimo įvertinimas. *Veterinarija ir zootechnika*. T. 23. Nr. 45. P. 28–35.
  25. Supronienė S., Justesen A. F., Nicolaisen M. et al. 2010. Distribution of trichothecene and zearalenone producing *Fusarium* species in grain of different cereal species and cultivars grown under organic farming conditions in Lithuania. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine (AAEM)*. Vol. 17. P. 45–52.
  26. Tarakanovas P., Raudonius S. 2003. *Agronominių tyrimo duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-SPLIT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija, Kėdainių r.: Lietuvos žemdirbystės institutas. 58 p.
  27. Wilkinson A. P., Ward C. M., Morgan M. R. A. 1992. Immunological analysis of mycotoxins. In: Lins-Kens H. F., Jackson J. F. (eds.). *Plant Toxin Analysis*. Berlin. P. 185–225.

Lina Kavaliauskienė, Audronė Mankevičienė,  
Zenonas Dabkevičius

#### THE REGULARITIES OF TRICHOTECENES ACCUMULATION IN WINTER AND SPRING CEREAL GRAINS

##### Summary

Grain contamination by mycotoxins, deoxynivalenol (DON), T2 and HT2 toxins (T2, HT2), belonging to the trichothecene group, was investigated on the grain samples of winter and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and spring barley (*Hordeum vulgare* L.) of the 2006–2010 harvest at the Institute of Agriculture, LRCAF. Quantitative analysis of DON, T-2, HT-2 was carried out using Enzyme Linked Immunoassay (ELISA) commercial kit Neogen Europe Ltd. The data were computed using the software Stat Eng.

Research findings indicated that DON, belonging to A group trichothecenes, is frequent in winter and spring cereal grains grown in Central Lithuania. The highest level of DON contamination (100%) and the highest concentrations amounting up to 445.3 µg kg<sup>-1</sup> were established in the 2007 grain samples of spring wheat. DON contamination level in winter wheat grain samples was found to be lower and the concentrations established were smaller. The highest contamination level with T-2 toxin, trichothecene attributed to B group, was recorded in the spring barley samples from 2006–2007, it was as high as 95–100%. In single samples, the concentrations found (118.7–152.2 µg kg<sup>-1</sup>) exceeded the limit proved by researches to be dangerous (100 µg kg<sup>-1</sup>).

**Key words:** mycotoxins, trichothecenes, deoxynivalenol, T2 and HT2 toxins