

## **INFLUENȚA INFECȚIEI ȘTIULEȚILOR CU *FUSARIUM* SPP. ASUPRA PRODUCȚIEI ȘI A CONȚINUTULUI ÎN MICOTOXINE, LA PORUMB**

INFLUENCE OF *FUSARIUM* SPP. EAR INFECTION ON YIELD  
AND MYCOTOXINS, IN MAIZE

ELENA NAGY<sup>1</sup>, VOICHIȚA HAȘ<sup>1</sup>, IOAN HAȘ<sup>1</sup>,  
ALEXANDRA SUCIU<sup>2</sup>, VIOREL FLORIAN<sup>2</sup>

### Abstract

Maize is host for a large number of pathogens, which invade all of its organs, from germination until harvest, ear and grain infection often remain even during the storage. Diseases, through their symptoms reduce significantly the quantity and the quality of the yield, estimated between 7-17% but, in the favorable years for the diseases, they can be much greater. *Fusarium* diseases reduce yield value and quality, by massive accumulation, by mycelium biomass of *Fusarium* (about 85%) on the grain and ears and by mycotoxin contamination, such as deoxynivalenol (DON), zearalenone (ZEA) and fumonisins (FUM). The paper presents aspects regarding the reaction of some maize hybrids under *Fusarium* spp. natural and artificial infections; the effect of *Fusarium* ear infection on the yield, grain chemical composition, and mycotoxin content; the correlation between ear rot diseased degree and yield ability and starch, protein and fat content. ANOVA evidenced the significant influence for experimental factors: infection conditions with *Fusarium* spp., genotypes, and their interaction on the diseased degree, yield capacity, protein, starch, fat, DON content. During the testing period, average yield losses ranged between 7.0-9.3%. The hybrids Turda Star and Turda Favorit are more tolerant to *Fusarium* ear rot, while Turda 165 is most susceptible. The artificial infection of ear with *Fusarium* spp. determined significantly decrease of starch and fat content and increase the protein and DON content for most part of maize hybrids. Between rot diseased kernels and DON content a positive correlation was determined. *Fusarium* ear rot modified chemical composition of maize kernels and increase DON mycotoxin content affecting the quality of yield, especially for susceptible genotypes.

**Key words:** deoxynivalenol (DON), *Fusarium* ear rot, maize hybrids.

### INTRODUCERE

Porumbul este o plantă gazdă pentru un număr relativ mare de patogeni, peste 50, care invadează toate organele plantei din momentul germinației și până la recoltare, iar infecțiile pe boabe și știuleți continuă adeseori și în timpul

---

<sup>1</sup>S.C.D.A. Turda, județul Cluj, e-mail: office@scdaturda.ro

<sup>2</sup>U.S.A.M.V. Cluj-Napoca, județul Cluj

păstrării recoltei. Agenții patogeni contribuie la degradarea și diminuarea cantitativă și calitativă a producției în medie pe țară cu 20-25%. Un număr restrâns de boli pot afecta păgubitor culturile de porumb cauzând pierderi însemnate de producție. Intre acestea se află și bolile fuzariene care, datorită frecvenței și intensității cu care se manifestă, pot fi considerate cele mai păgubitoare pentru culturile de porumb (M u r e ș a n și colab.,1973; M o o s e, 2004; N a g y și colab., 2006). Bolile fuzariene reduc valoarea și calitatea recoltelor prin acumularea masivă de mase miceliene de ciuperci din genul *Fusarium* (circa 85%) pe boabe și știuleți, precum și prin contaminarea cu micotoxinele specifice, ca de exemplu: deoxynivalenol (DON) zearalenone (ZEA) și fumonisin (FUM) (V y n și T o l l e n a r, 1998; Y a z a r și O m u r t a g, 2008)

În lucrarea de față se prezintă aspecte privind: comportarea a șapte hibrizi de porumb față de fuzarioza știuletelui în diferite condiții de infecție și efectul infecției cu *Fusarium* spp. asupra compoziției chimice a bobului de porumb și a conținutului în deoxynivalenol (DON).

## MATERIALUL ȘI METODA DE CERCETARE

Lucrările s-au efectuat în perioada 2005-2007, la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda. Pentru infecțiile artificiale s-au folosit izolate de *Fusarium graminearum*.

Pentru realizarea obiectivelor lucrării s-a organizat o experiență bifactorială de tipul A x B x n, după metoda parcelor subdivizate în 3 repetiții, în care:

- factorul A = condiții de infecție cu *Fusarium* spp.: naturale și artificiale.
- factorul B = hibrizi: Turda 145, Turda 165, Turda Mold. 188, Turda 200, Turda 201, Turda Star și Turda Favorit.

Lungimea unui rând a fost de 5 m, distanța între plante pe rând de 22 cm, iar între rânduri de 70 cm, asigurându-se 25 plante recoltabile. S-au analizat următoarele caractere: fuzarioza știuletelui exprimată prin boabe bolnave (%), capacitatea de producție exprimată în q/ha cu 85% s.u., conținutul în amidon (%), proteine (%), grăsimi (%) și deoxynivalenol (ppm). Determinarea conținutului în DON s-a efectuat prin metoda de cromatografie lichidă de înaltă performanță (HPLC). Datele obținute au fost calculate statistic, utilizându-se analiza varianței și calculul corelațiilor și regresiilor.

## REZULTATE EXPERIMENTALE

Evoluția temperaturii și a precipitațiilor din cei trei ani de experimentare, din perioada de vegetație a porumbului (lunile aprilie-septembrie), au influențat în mod apreciabil îmbolnăvirea știuleților cu *Fusarium* spp., asigurând o bună discriminare a genotipurilor testate (tabelul I).

Analiza varianței pentru fuzarioza știuletelui și producție în experiența ani x condiții de infecție x hibrizi relevă influențe semnificative, aproape în totalitate, ale acțiunilor factoriale asupra caracterelor studiate. Interacțiunile bifactoriale

ani x condiții de infecție și ani x hibrizi au influențat semnificativ gradul de îmbolnăvire al știuletelui, exprimat prin boabe bolnave și producția obținută (tabelul 2). Interacțiunea polifactorială ani x condiții de infecție x hibrizi a fost foarte semnificativă doar pentru capacitatea de producție a hibrizilor de porumb experimentați.

Tabelul 1

**Elementele climatice în perioada de vegetație a porumbului la Turda, 2005-2007**  
(Climatic elements in vegetative period of maize crop, at Turda, during 2005-2007)

| Anul                            | Abateră de la normală ( $\pm$ ) |       |       |       |        |       | Aprilie-<br>septembrie |
|---------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|------------------------|
|                                 | Aprilie                         | Mai   | Iunie | Iulie | August | Sept. |                        |
| Regimul termic ( $\pm$ °C)      |                                 |       |       |       |        |       |                        |
| 2005                            | 0,1                             | 1,0   | -0,5  | 0,3   | 0,1    | 1,3   | 2,3                    |
| 2006                            | 1,1                             | -0,4  | -0,1  | 1,8   | -0,9   | 0,9   | 2,4                    |
| 2007                            | 1,1                             | 2,3   | 2,6   | 2,5   | 0,7    | -1,2  | 8,0                    |
| Normala<br>(49 ani)             | 9,7                             | 14,7  | 17,7  | 19,4  | 18,9   | 14,8  | 15,9                   |
| Regimul pluviometric (total mm) |                                 |       |       |       |        |       |                        |
| 2005                            | 35,5                            | -14,5 | -14,5 | 60,5  | 128,5  | 23,3  | 218,8                  |
| 2006                            | 24,8                            | -8,5  | 37,3  | -54,6 | 96,3   | -6,5  | 50,5                   |
| 2007                            | 34,4                            | -3,8  | -20,3 | -20,3 | 61,1   | 44,7  | 95,8                   |
| Normala<br>(49 ani)             | 46,0                            | 69,4  | 80,9  | 71,1  | 52,3   | 39,1  | 358,8                  |

Tabelul 2

**Analiza varianțelor pentru fuzarioza știuletelui și producție în experiența ani x condiții de infecție x hibrizi. Turda, 2005-2007**  
(ANOVA for ear rot and yield in experiment years x infections conditions x hybrids. Turda, 2005-2007)

| Cauza variabilității    | GL  | S <sup>2</sup>           |                           |                            |                   |
|-------------------------|-----|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|
|                         |     | Boabe bolnave (arcsin√%) | Lungimea știuleților (cm) | Diametrul știuleților (cm) | Producția (kg/ha) |
| Total                   | 125 |                          |                           |                            |                   |
| Repetiții               | 2   |                          |                           |                            |                   |
| A. Ani                  | 2   | 26,5                     | 154,6***                  | 7,05***                    | 273885472,0***    |
| Eroare (a)              | 4   | 8,1                      | 0,9                       | 0,20                       | 574990,7          |
| B. Condiții de infecție | 1   | 6384,5***                | 36,8**                    | 0,47*                      | 22200366,0***     |
| A x B                   | 2   | 545,7***                 | 2,4                       | 0,06                       | 1656561,5***      |
| Eroare (b)              | 6   | 5,3                      | 2,2                       | 0,07                       | 108643,1          |
| C. Hibrizi              | 6   | 39,2***                  | 20,2***                   | 0,08                       | 4227284,5***      |
| A x C                   | 12  | 14,4*                    | 4,8*                      | 0,05                       | 1349293,6***      |
| B x C                   | 6   | 16,9*                    | 2,4                       | 0,04                       | 182731,5*         |
| A x B x C               | 12  | 6,8                      | 1,2                       | 0,02                       | 275279,4***       |
| Eroare (c)              | 72  | 6,2                      | 1,7                       | 0,04                       | 109803,2          |

Din cei trei ani de experimentare, anul 2007 a fost mai favorabil pentru fuzarioza știuletelui, procentul de boabe bolnave fiind de 7,1% (tabelul 3).

Tabelul 3

**Influența condițiilor de infecție cu *Fusarium* spp. asupra fuzariozei știuletelui, la câțiva hibrizi de porumb. Turda, 2005-2007**

(The influence of infection conditions with *Fusarium* spp. on the ear rot, at some maize hybrids. Turda, 2005-2007)

| Factori                 | Fuzarioza știuletelui |              |               |      |     |                      |      |     |                       |      |     |
|-------------------------|-----------------------|--------------|---------------|------|-----|----------------------|------|-----|-----------------------|------|-----|
|                         | Boabe bolnave         |              |               |      |     | Lungimea știuletelui |      |     | Diametrul știuletelui |      |     |
|                         | %                     | arcsin<br>√% | rela-<br>tivă | dif. | s.  | cm                   | dif. | s.  | cm                    | dif. | s.  |
| A. Ani                  |                       |              |               |      |     |                      |      |     |                       |      |     |
| 2005                    | 6,0                   | 14,2         | 100,0         | 0,0  | mt. | 19,3                 | 0,0  | mt. | 4,8                   | 0,0  | mt. |
| 2006                    | 5,8                   | 13,9         | 97,8          | -0,3 | -   | 15,5                 | -3,8 | 000 | 4,0                   | -0,8 | oo  |
| 2007                    | 7,1                   | 15,4         | 108,4         | 1,2  | -   | 17,5                 | -1,8 | 000 | 4,6                   | -0,2 | -   |
| DL 5%                   | 1,7                   |              |               | 0,6  |     |                      | 0,3  |     |                       |      |     |
| DL 1%                   | 2,9                   |              |               | 0,9  |     |                      | 0,4  |     |                       |      |     |
| DL 0,1 %                | 5,4                   |              |               | 1,6  |     |                      | 0,8  |     |                       |      |     |
| B. Condiții de infecție |                       |              |               |      |     |                      |      |     |                       |      |     |
| Naturale                | 1,7                   | 7,4          | 100,0         | 0,0  | mt. | 18,0                 | 0,0  | mt. | 4,6                   | 0,0  | mt. |
| Artificiale             | 13,6                  | 21,6         | 293,8         | 14,2 | *** | 16,9                 | -1,1 | 00  | 4,4                   | -0,2 | o   |
| DL 5%                   | 1,0                   |              |               | 0,6  |     |                      | 0,1  |     |                       |      |     |
| DL 1%                   | 1,5                   |              |               | 1,0  |     |                      | 0,2  |     |                       |      |     |
| DL 0,1 %                | 2,5                   |              |               | 1,5  |     |                      | 0,3  |     |                       |      |     |
| C. Hibrizi              |                       |              |               |      |     |                      |      |     |                       |      |     |
| Turda 145               | 5,8                   | 13,9         | 100,0         | 0,0  | mt. | 16,8                 | 0,0  | mt. | 4,4                   | 0,0  | mt. |
| Turda 165               | 8,8                   | 17,3         | 123,9         | 3,3  | *** | 17,0                 | 0,2  | -   | 4,5                   | 0,1  | -   |
| Turda Mold 188          | 6,1                   | 14,3         | 102,6         | 0,4  | -   | 16,5                 | -0,3 | -   | 4,5                   | 0,1  | -   |
| Turda 200               | 6,1                   | 14,3         | 102,6         | 0,4  | -   | 16,8                 | 0,0  | -   | 4,6                   | 0,2  | -   |
| Turda 201               | 7,1                   | 15,4         | 110,6         | 1,5  | -   | 17,0                 | 0,2  | -   | 4,5                   | 0,0  | -   |
| Turda Star              | 5,0                   | 12,9         | 92,5          | -1,0 | -   | 18,9                 | 2,1  | *** | 4,5                   | 0,0  | -   |
| Turda Favorit           | 5,2                   | 13,2         | 94,9          | -0,7 | -   | 19,0                 | 2,2  | *** | 4,4                   | -0,1 | -   |
| DL 5%                   | 1,7                   |              |               | 0,9  |     |                      | 0,1  |     |                       |      |     |
| DL 1%                   | 2,2                   |              |               | 1,2  |     |                      | 0,2  |     |                       |      |     |
| DL 0,1 %                | 2,9                   |              |               | 1,5  |     |                      | 0,3  |     |                       |      |     |

Condițiile de infecție artificială au determinat un grad de infecție mai ridicat de 13,6%, comparativ cu infecția naturală de 1,7%. Respectiv, lungimea și diametrul știulețelor au fost semnificativ mai reduse. Analizând comportarea hibrizilor, doar Turda 165 s-a dovedit a fi semnificativ mai sensibil față de fuzarioza știuletelui. Producția obținută în cei trei ani de experimentare a avut valori cuprinse între 6127,3 și 10627,7 kg/ha, anul 2005 fiind cel mai favorabil (tabelul 4).

Tabelul 4

**Influența condițiilor de infecție cu *Fusarium* spp. asupra producției unor hibrizi de porumb. Turda, 2005-2007**

(The influence of infection conditions with *Fusarium* spp. on the yield, at some maize hybrids. Turda, 2005-2007)

| Factori                 | Producția |          |         |         |
|-------------------------|-----------|----------|---------|---------|
|                         | kg/ha     | relativă | dif.    | semnif. |
| A. Ani                  |           |          |         |         |
| 2005                    | 10627,7   | 100,0    | 0,0     | mt      |
| 2006                    | 6127,3    | 57,7     | -4500,4 | ooo     |
| 2007                    | 6286,3    | 59,2     | -4341,4 | ooo     |
| DL 5%                   |           | 460,0    |         |         |
| DL 1%                   |           | 761,2    |         |         |
| DL 0,1 %                |           | 1424,7   |         |         |
| B. Condiții de infecție |           |          |         |         |
| Naturale                | 8100,2    | 100,0    | 0,0     | mt.     |
| Artificiale             | 7260,7    | 89,6     | -839,5  | ooo     |
| DL 5%                   |           | 143,8    |         |         |
| DL 1%                   |           | 217,9    |         |         |
| DL 0,1 %                |           | 350,0    |         |         |
| C. Hibrizi              |           |          |         |         |
| Turda 145               | 7635,2    | 100,0    | 0,0     | mt.     |
| Turda 165               | 7702,9    | 100,9    | 67,7    | -       |
| Turda Mold 188          | 7494,7    | 98,2     | -140,6  | -       |
| Turda 200               | 7076,6    | 92,7     | -558,7  | ooo     |
| Turda 201               | 7349,7    | 96,3     | -285,6  | o       |
| Turda Star              | 8601,6    | 112,7    | 966,4   | ***     |
| Turda Favorit           | 7902,4    | 103,5    | 267,2   | *       |
| DL 5%                   |           | 219,8    |         |         |
| DL 1%                   |           | 292,5    |         |         |
| DL 0,1 %                |           | 378,4    |         |         |

Infecțiile artificiale au determinat o scădere foarte semnificativă a producției, în medie cu 839,5 kg/ha în valori absolute, respectiv, cu 10,4% în valori relative. Hibrizii Turda 200 și Turda 201 s-au dovedit a fi mai puțin productivi decât hibridul martor, Turda 145, iar Turda Favorit și Turda Star, hibrizi mai performanți, au realizat o producție de 7902,4, respectiv, 8601,6 kg/ha, aceștia fiind înzestrați genetic cu capacitate de producție mai ridicată.

Interacțiunea condițiilor de infecție asupra îmbolnăvirii știuletelui și a producției este prezentată în tabelul 5. Amplitudinea de manifestare a bolii a fost cuprinsă între 0,9 și 2,2% boabe bolnave, în condiții de infecție naturală, și de 10,8-19,3%, în condiții de infecție artificială. Hibrizii Turda 165 și Turda 201 au prezentat cele mai ridicate niveluri de atac, de până la 19,3% boabe bolnave. În ceea ce privește producția înregistrată, aceasta a variat între 7453 și 8904 kg/ha, în condiții de infecție naturală și între 6700 și între 8300 kg/ha în inoculări artificiale cu *Fusarium* spp. Pierderile de producție au oscilat între 7 și 15% în valori relative, în funcție de hibrid, respectiv, între 604 și 1227 kg/ha, în valori absolute, asigurate statistic.

Tabelul 5

**Efectul condițiilor de infecție asupra îmbolnăvirii știuletelui cu *Fusarium* spp. și a producției. Turda, 2005-2007**

(The effect of infection conditions with *Fusarium* spp. on the ear diseased degree and on the yield. Turda, 2005-2007)

| Denumirea materialului | Condiții de infecție | Boabe bolnave |              |      |         |     | Producția |      |       |     |  |
|------------------------|----------------------|---------------|--------------|------|---------|-----|-----------|------|-------|-----|--|
|                        |                      | %             | arcsin<br>√% | rel. | dif.    | s.  | kg/ha     | rel. | dif.  | s.  |  |
| Turda 145              | naturale             | 1,7           | 7,5          | 100  | 0,0     | mt. | 8249      | 100  | 0,0   | mt. |  |
|                        | artificiale          | 12,2          | 20,4         | 272  | 12,9    | *** | 7022      | 85   | -1227 | ooo |  |
| Turda 165              | naturale             | 2,2           | 8,5          | 100  | 0,0     | mt. | 8114      | 100  | 0,0   | mt. |  |
|                        | artificiale          | 19,3          | 26,0         | 305  | 17,5    | *** | 7292      | 90   | -822  | ooo |  |
| Turda Mold 188         | naturale             | 2,0           | 8,2          | 100  | 0,0     | mt. | 7923      | 100  | 0,0   | mt. |  |
|                        | artificiale          | 12,2          | 20,3         | 246  | 12,1    | *** | 7067      | 89   | -856  | ooo |  |
| Turda 200              | naturale             | 1,4           | 6,7          | 100  | 0,0     | mt. | 7453      | 100  | 0,0   | mt. |  |
|                        | artificiale          | 13,8          | 21,8         | 325  | 15,1    | *** | 6700      | 90   | -753  | ooo |  |
| Turda 201              | naturale             | 2,1           | 8,4          | 100  | 0,0     | mt. | 7812      | 100  | 0,0   | mt. |  |
|                        | artificiale          | 14,4          | 22,3         | 265  | 13,9    | *** | 6887      | 88   | -925  | oo  |  |
| Turda Star             | naturale             | 1,3           | 6,6          | 100  | 0,0     | mt. | 8904      | 100  | 0,0   | mt. |  |
|                        | artificiale          | 10,8          | 19,2         | 291  | 12,6    | *** | 8300      | 93   | -604  | ooo |  |
| Turda Favorit          | naturale             | 0,9           | 5,4          | 100  | 0,0     | mt. | 8247      | 100  | 0,0   | mt. |  |
|                        | artificiale          | 12,9          | 21,0         | 388  | 15,6    | *** | 7558      | 92   | -690  | ooo |  |
| Medie                  | naturale             | 1,7           | 7,3          | 100  | 0,0     | mt. | 8100      | 100  | 0,0   | mt. |  |
|                        | artificiale          | 13,6          | 21,6         | 294  | 14,2    | *** | 7261      | 90   | -839  | ooo |  |
|                        |                      |               |              |      | DL 5%   | 2,4 |           |      |       | 321 |  |
|                        |                      |               |              |      | DL 1%   | 3,2 |           |      |       | 437 |  |
|                        |                      |               |              |      | DL 0,1% | 4,4 |           |      |       | 591 |  |

Efectul condițiilor de infecție cu *Fusarium* spp. a fost studiat și asupra compoziției chimice a bobului de porumb. Conținutul în amidon a fost diminuat semnificativ, aproape la toți hibrizii, iar conținutul în proteine, în mod sistematic a fost mai ridicat (figura 1).

În ceea ce privește conținutul în deoxynivalenol (DON) al celor șapte hibrizi de porumb analizați, se constată o variație cuprinsă între 5,77 și 14,25 ppm, în condiții de infecție naturală și de 15,21-32,80 ppm, în infecții artificiale (figura 2).

Nivelurile DON-ului determinate depășesc cu mult limitele admise de legislația în vigoare, care sunt sub 5-10 ppm, în funcție de diferiți factori. Comparativ cu alte țări, nivelurile de DON determinate sunt ușor mai reduse, spre exemplu în Polonia, unde au fost determinate niveluri mult mai ridicate (C z e m b o r și colab., 2009). Cele mai mari diferențe în conținutul în DON între infecția naturală și cea artificială s-au înregistrat pentru hibrizii Turda 145 și Turda 200 (figura 3).

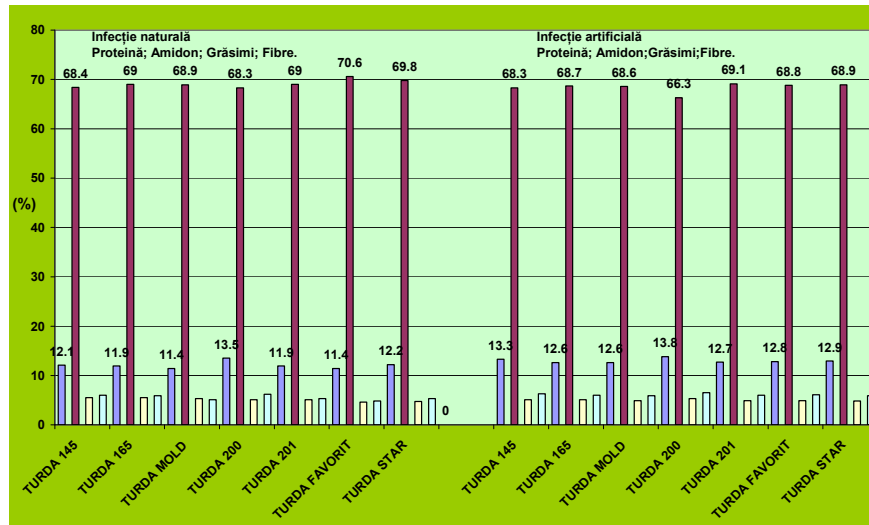


Fig. 1 – Influența condițiilor de infecție cu *Fusarium* spp. asupra calității bobului de porumb  
(The influence of *Fusarium* spp. infection conditions on the maize kernel quality)

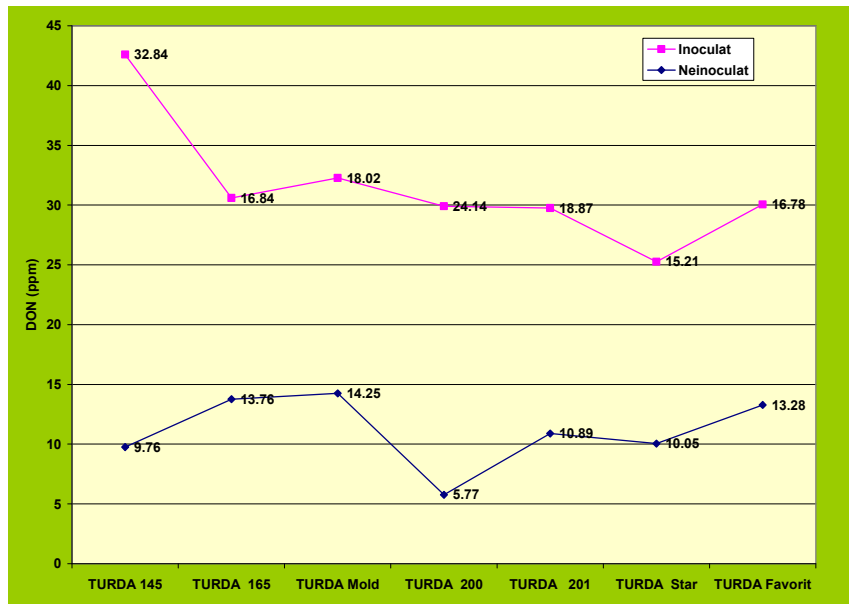
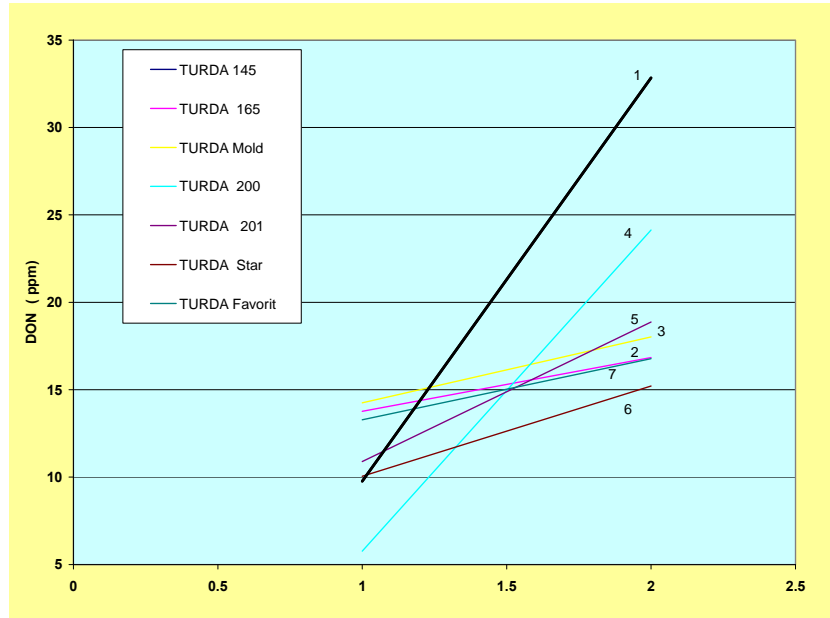
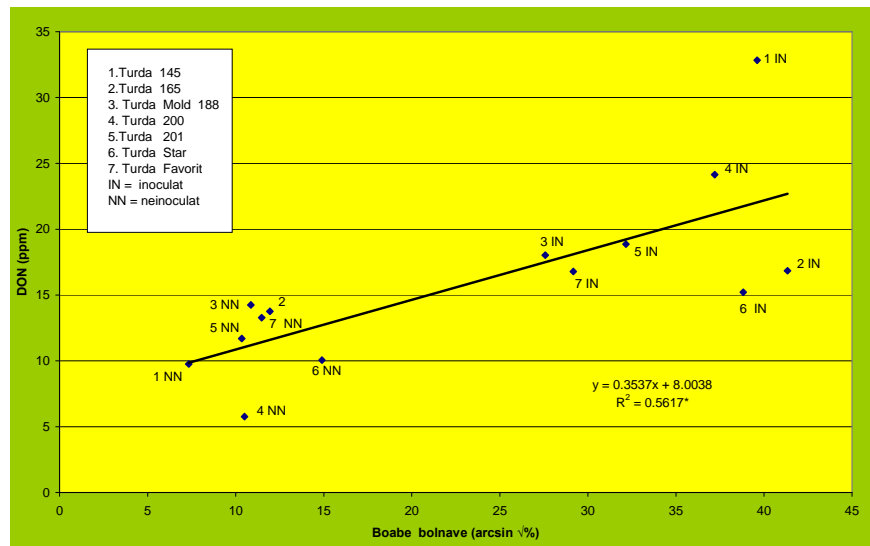


Fig. 2 – Influența condițiilor de infecție cu *Fusarium* spp. asupra conținutului în DON la șapte hibrizi de porumb  
(The influence of *Fusarium* spp. infection condition on the DON content at 7 maize hybrids)



**Fig. 3** – Efectul infecțiilor cu *Fusarium* spp. asupra conținutului în DON la șapte hibrizi de porumb  
(The effect of *Fusarium* spp. infection on the DON content at 7 maize hybrids)



**Fig. 4** – Relația dintre boabe bolnave și conținutul în DON la șapte hibrizi de porumb  
(The relationship between diseased grains and DON content at 7 maize hybrids)



Relația dintre boabe bolnave și conținutul în DON este definită de ecuația de regresie:

$$y = 0,3537x + 8,0038, R^2 = 0,5617^*$$

Creșterea cu o unitate a gradului de atac de fuzarioză pe știulete a determinat creșterea nivelului de DON cu 0,3537 ppm (figura 4).

## CONCLUZII

❑ Imbolnăvirea știuletelui cu *Fusarium* spp. a afectat semnificativ capacitatea de producție și compoziția chimică a hibrizilor de porumb testați.

❑ Pierderile medii de producție în cei trei ani de experimentare, la hibrizii de porumb studiați, au variat între 7,0 și 15,0%.

❑ În condițiile artificiale de infecție cu *Fusarium* spp. s-a înregistrat o scădere semnificativă a conținutului în amidon și grăsimi și o creștere a conținutului în proteine de până la 20,0%, comparativ cu variantele neinoculate artificial.

❑ Conținutul în deoxynivalenol (DON) a crescut substanțial în condiții de infecție artificială cu *Fusarium* spp. pentru toate genotipurile de porumb testate.

❑ Relația dintre boabe bolnave și conținutul în deoxynivalenol este pozitivă și semnificativă, creșterea gradului de atac cu *Fusarium* spp. a determinat o sporire a cantității de micotoxină (DON).

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- CZEMBOR, E., OCHODZKI, P., WARYECHA, R., 2009 - *Characterization of maize ear rot resistance and mycotoxin content after inoculation with Fusarium graminearum and verticillioides under field conditions*. XXI International Conference EUCARPIA „Maize and Sorghum Breeding in Genomics Era”, Bergamo, Italy, Final programme, abstracts: 167.
- MOOSE, STEPHEN, P., 2004 - *Grain composition and productivity of maize hybrids derived the Illinois protein strains in response to variable nitrogen supply*. Crop Science, 9/1.
- MUREȘAN, T., ȘIPOS, G., PAULIAN, FL., MOGA, I., 1973 - *Cultura porumbului*. Edit. Ceres, București.
- NAGY, ELENA, HAȘ, VOICHIȚA, KADAR, ROZALIA, 2006 - *The influence of Fusarium ear infection on the maize yield and quality (Transilvania - Romania)*. Commun. Agric. Appl. Biol. Sci., 71 (3 Pt.B): 1147-1150 (ISSN:1379-1176).
- VYN, T. J., TOLLENAR, M., 1998 - *Changes in chemical and physical quality parameters of maize grain during three decades of yield improvement*. Field Crops Research, 59(2): 135-140.
- YAZAR, SELMA, OMURTAG, Z.,G., 2008 - *Fumonisin, trichothecenes and zearalenone in cereals*. Int. J. Mol. Sci., 9: 2062-2090 (ISSN 1422-0067)

Prezentată Comitetului de redacție la 8 iulie 2009