



VĚDECKÝ VÝBOR FYTOSANITÁRNÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

| | | | |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Klasifikace: | Draft | <input type="checkbox"/> | <i>Pro vnitřní potřebu VVF</i> |
| | Oponovaný draft | <input type="checkbox"/> | <i>Pro vnitřní potřebu VVF</i> |
| | Finální dokument | <input type="checkbox"/> | <i>Pro oficiální použití</i> |
| | Deklasifikovaný dokument | <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Pro veřejné použití</i> |

Název dokumentu:

Mykotoxiny v zemědělské produkci ve vazbě na agrární systém

Poznámka:

VVF-13-03

Zpracovatel: Dr. Ing. Zuzana Radová-Sypecká (VŠCHT)
ve spolupráci s Prof. Ing. Janou Hajšlovou, CSc. (VŠCHT)

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 PRAHA 6 - Ruzyně

Tel.: +420 233 022 324 , fax.: +420 233 311 591, URL: <http://www.phytopsanitary.org>

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1 TRICHOTHECENOVÉ MYKOTOXINY | 4 |
| 1.1 Struktura a názvosloví | 4 |
| 1.2 Fyzikální a chemické vlastnosti | 5 |
| 1.3 Producenti a výskyt trichothecenů | 6 |
| 1.4 Biosyntéza trichothecenů | 9 |
| 1.5 Dekontaminace potravin | 10 |
| 1.5.1 Fyzikální metody | 10 |
| 1.5.2 Chemické metody | 11 |
| 1.5.3 Biologické metody | 12 |
| 1.6 Metabolismus trichothecenů | 12 |
| 1.7 Toxikologie | 13 |
| 1.7.1 Toxické účinky na zvířata | 14 |
| 1.7.2 Toxické účinky na člověka | 15 |
| 1.8 Biologické účinky trichothecenů | 16 |
| 1.9 Legislativní opatření | 16 |
| 2 SLEDOVÁNÍ Vlivu PŘEDPLODIN A PŮDNÍHO OŠETŘENÍ NA HLADINY TRICHOTHECENOVÝCH MYKOTOXINŮ | 18 |
| 2.1 Lokalita Ivanovice | 18 |
| 2.2 Lokalita Žabčice | 22 |
| 2.3 Lokalita Branišovice | 23 |
| 2.4 Lokalita Troubsko | 24 |
| 3 DISTRIBUCE MYKOTOXINŮ V ZEMĚDĚLSKÝCH PRODUKTECH A JEJICH ZMĚNY PŘI ZPRACOVÁNÍ | 28 |
| 3.1 Analyzovaný materiál | 28 |
| 3.2 Zhodnocení výskytu fusariových mykotoxinů ve vzorcích ječmene a sladu | 32 |
| 3.2.1 Spektrum trichothecenových mykotoxinů stanovených ve vzorcích ječmene jarního a sladu | 33 |
| 3.2.2 Vliv předplodiny na obsah vybraných mykotoxinů ve vzorcích ječmene jarního | 33 |
| 3.2.3 Rezistence odrůd ječmene jarního vůči produkci trichothecenů | 35 |
| 3.2.4 Testování účinností aplikace fungicidních přípravků na potlačení růstu vláknitých hub a produkci trichothecenů | 37 |
| Zhodnocení incidence trichothecenů v ječmenech a sladech | 40 |
| PŘÍLOHY I-VIII | 42 |

Mykotoxiny v zemědělské produkci ve vazbě na agrární ekosystém: srovnávací studie

Mykotoxiny jsou toxické sekundární metabolity řady druhů mikroskopických vláknitých hub (plísňí), které mohou kontaminovat široké spektrum potravin a krmiv. V současné době je známo téměř 350 druhů toxinogenních hub, přičemž řada z nich produkuje více než jeden toxin. Nejznámější mykotoxiny jsou však metabolickými produkty rodů *Aspergillus*, *Fusarium*, *Claviceps*, *Stachybotrytis*, *Myrothecium*, *Phoma* a *Diplodia*.

Trichothecey jsou hlavní metabolity sekundárního metabolismu převážně plísňí rodu *Fusarium*. Tyto mikroskopické vláknité houby patří mezi tzv. „polní“ patogeny, ale občas dochází k jejich růstu i v průběhu skladování. V před sklizňovém období napadají především cereálie. Podle druhu a chemotypu houby může být produkován jeden nebo více mykotoxinů v různém množství a v různém poměru. Přítomný toxin může přetrvávat v dané komoditě i po vymizení houbového mycelia. Velkou roli zde hraje také odrůda cereálie, způsob pěstování (orba, předplodiny, použití fungicidů) a klimatické podmínky, poskytující houbě lepší či horší prostředí pro její růst. Ve prospěch produkce fusariových mykotoxinů působí zejména chladnější klima s vyšší vlhkostí vzduchu.

Analýzy prováděné v řadě zemí prokazují, že mykotoxiny jsou přítomny ve více než 25 % zrnin, a to navzdory kvalitním technologickým systémům pěstování. Rozvoj fusarií na obilí se většinou projevuje vadnutím rostlin, hnitím a diskolorací napadených obilí, viz **Obr.1**. Kromě již zmíněných trichothecey produkují fusaria také některé další mykotoxiny, jako např. zearalenon, butenolid, moniliformin, fumonisiny nebo fusarin C.



Obrázek 1 Pšeničný klas napadený mikroskopickou vláknitou houbou rodu *Fusarium*

1 TRICOTHECENOVÉ MYKOTOXINY

Skupina trichothecenových mykotoxinů patří mezi nejznámější toxiny produkovanými houbami rodu *Fusarium*. Produkce trichothecenů byla prokázána i u některých kmenů rodu *Myrothecium*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Cylindrocarpon*, *Phomopsis*, *Verticimonosporium* a *Stachybotrytis*.

1.1 Struktura a názvosloví

Trichotheceny se odvozují od základního skeletu prvního známého členu této skupiny – trichothekanu. Trichotheceny mají tetracyklickou seskviterpenovou strukturu, zahrnující šestičlenný heterocyklus s kyslíkem, epoxyskupinu v poloze C-12, C-13 a dvojnou vazbu v poloze C-9, C-10. Souhrnně se proto označují jako 12, 13-epoxy-9-trichotheceny.

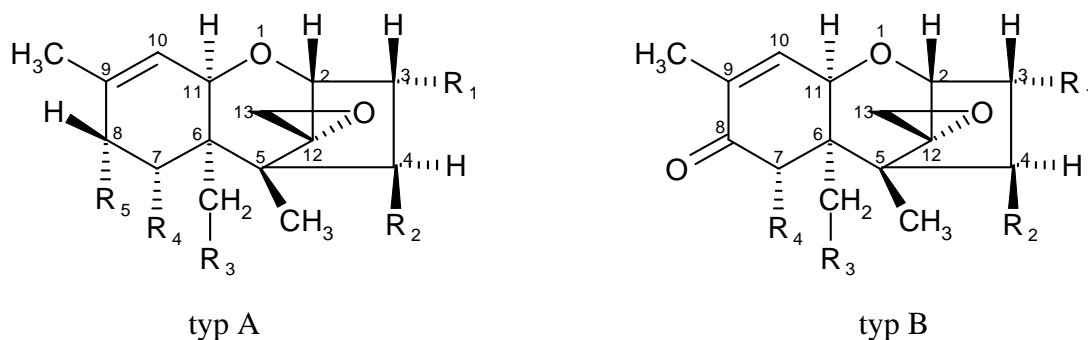
Trichotheceny lze obecně rozdělit do dvou skupin:

- alkoholderiváty trichothecenů a jejich jednoduché estery
- složitější makrocyclické diestery a triestery

Jiným, častějším způsobem klasifikace je dělení podle přítomných funkčních skupin:

- typ A obsahující na uhlíku C-8 jinou funkční skupinu než ketonickou
- typ B, kde je na uhlíku C-8 karbonylová skupina
- typ C, který obsahuje mimo epoxyskupiny v poloze C-12, C-13 další epoxyskupinu v poloze C-7 a C-8 nebo C-8 a C-9
- typ D s makrocyclickým kruhovým systémem mezi C-4 a C-15 spojený esterovými vazbami

V současné době je známo více než 170 trichothecenů. Houby rodu *Fusarium* produkují pouze toxiny skupiny A a B, viz **Obr.2**. Funkční skupiny jednotlivých trichothecenů jsou uvedeny v **Tab. I**.



Obrázek 2 Strukturní vzorce základního skeletu fusariových trichothecenů

Tabulka I Funkční skupiny nejvýznamnějších trichothecenů

| Typ | Název mykotoxinu | Zkratka | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₅ |
|----------|--------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|--|
| A | Monoacetoxyscirpenol | MAS | OH | OH | OCOCH ₃ | H | H |
| | Diacetoxyscirpenol | DAS | OH | OCOCH ₃ | OCOCH ₃ | H | H |
| | T-2 tetraol | T-2 tetr. | OH | OH | OH | H | OH |
| | T-2 toxin | T-2 tox. | OH | OCOCH ₃ | OCOCH ₃ | H | OCOCH ₂ CH(CH ₃) ₂ |
| | HT-2 toxin | HT-2 tox. | OH | OH | OCOCH ₃ | H | OCOCH ₂ CH(CH ₃) ₂ |
| | T-2 triol | T-2 triol | OH | OH | OH | H | OCOCH ₂ CH(CH ₃) ₂ |
| | Neosolaniol | NEO | OH | OCOCH ₃ | OCOCH ₃ | | OH |
| B | Nivalenol | NIV | OH | OH | OH | OH | - |
| | Fusarenon-X | FUS-X | OH | OCOCH ₃ | OH | OH | - |
| | Deoxynivalenol | DON | OH | H | OH | OH | - |
| | 3-acetyl-deoxynivalenol | 3-ADON | OCOCH ₃ | H | OH | OH | - |
| | 15-acetyl-deoxynivalenol | 15-ADON | OH | H | OCOCH ₃ | OH | - |

1.2 Fyzikální a chemické vlastnosti

Trichotheceny jsou bezbarvé, opticky aktivní, většinou krystalické pevné látky. Jsou termostabilní do teploty 120 °C, středně stabilní při teplotě 180 °C a rozkládají se během 30-40 minutového působení teplot 200-210 °C.

Trichotheceny typu A jsou rozpustné v mírně polárních rozpouštědlech jako jsou chloroform, diethylether a ethylacetát, zatímco více polární trichotheceny typu B vyžadují polárnější rozpouštědla (např. směsi methanol:voda, acetonitril:voda). Hlavní fyzikální a chemické vlastnosti jsou shrnuty v **Tab. II**.

Většina trichothecenů nemá ve své struktuře konjugované nenasycené vazby s výjimkou uhlíku C-9, z něhož vychází dvojná vazba. Tato skutečnost má za následek nedostatečnou absorpci v UV oblasti spektra. Naopak trichotheceny typu D (makrocyclické trichotheceny) charakteristická spektra poskytují.

Trichotheceny patří mezi stabilní látky (např. 4-deoxynivalenol se výrazněji nerozkládá ani při delším skladování v organických rozpouštědlech, např. ethylacetátu). Samotná epoxidová skupina C-12, 13 je extrémně stabilní vůči nukleofilní substituci. Při dlouhodobém varu v silně kyselém prostředí dochází k intramolekulárnímu přesmyku trichothecenového skeletu na apotrichothecenový kruh.

Tabulka II Některé fyzikálně-chemické vlastnosti vybraných trichotheceů

| Trichothece | Sumární vzorec | Molek. hmot. (g.mol ⁻¹) | Bod tání (°C) | Optická otáč. [α] ²⁰ _D |
|--------------------------------|--|--|------------------|---|
| Monoacetoxyscirpenol | C ₁₇ H ₂₄ O ₆ | 324 | 172-173 | - |
| Diacetoxyscirpenol | C ₁₉ H ₂₆ O ₇ | 366 | 161-162 | -27 |
| T-2 tetraol | C ₁₅ H ₂₂ O ₆ | 298 | - | - |
| T-2 toxin | C ₂₄ H ₃₄ O ₉ | 466 | 151-152 | +15 |
| HT-2 toxin | C ₂₂ H ₃₂ O ₈ | 424 | - | - |
| Neosolaniol | C ₁₉ H ₂₆ O ₈ | 382 | 171-172 | - |
| Nivalenol | C ₁₅ H ₂₀ O ₇ | 312 | 222-223 | +21,54 |
| Fusarenon-X | C ₁₇ H ₂₂ O ₈ | 354 | 91-92 | +53 |
| Deoxynivalenol | C ₁₅ H ₂₀ O ₆ | 296 | 151-153 | +6,35 |
| 3-acetyl-deoxynivalenol | C ₁₇ H ₂₂ O ₇ | 338 | 135-136 | - |

- údaj nebyl k dispozici

1.3 Producenti a výskyt trichotheceů

Jak již bylo zmíněno, trichothecey jsou sekundární metabolity mikroskopických vláknitých hub především rodu *Fusarium*. Jednotlivé druhy fusarií produkující nejvýznamnější trichothecey jsou uvedeny v **Tab. III**.

Fusaria kontaminují široké spektrum zemědělských plodin, zejména cereálie. Pšenice, kukuřice a ječmen tvoří dvě třetiny světové produkce obilnin, patří mezi obilniny nejčastěji obsahující trichothecey. Znehodnocení těchto cereálií způsobené fusarií, je spojeno především s přítomností plísní *F. graminearum*, *F. culmorum* a *F. moniliforme*. Mezi další častěji napadané plodiny patří oves a žito. V menších koncentracích byly trichothecey nalezeny také v rýži, čiroku, hořčičném semenu, sojových bobech, podzemnici olejné, bramborách, slunečnici apod..

V potravinách a v krmivech se nejčastěji a v nejvyšších koncentracích vyskytuje DON, často doprovázený NIV a jejich deriváty např. 3-ADON, 15-ADON. Hladiny těchto mykotoxinů se pohybují obvykle pod hranicí 1 mg/kg. Pokud dochází k mírné kontaminaci houbami rodu *Fusarium* s následnou produkcí mykotoxinů, jsou tyto látky nalézány převážně blízko vnějšího povrchu zrna, zatímco vysoké koncentrace (> 4 mg toxinu/kg obilí) jsou rovnoměrně distribuovány v celém znu.

Příklady výskytu trichotheceových mykotoxinů v různých zemědělských komoditách jsou uvedeny v **Tab. IV**.

Tabulka III Druhy mikroskopických vláknitých hub produkující jednotlivé trichothece

| Typ trichothece | Trichothece | Houba |
|-----------------|------------------------|---|
| A | DAS | <i>Fusarium tricinctum</i> , <i>F. sambucinum</i> , <i>F. lateritium</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. sulphureum</i> , <i>F. diversisporum</i> , <i>F. scirpi</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. anguioides</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. carthami</i> , <i>F. rigidusculum</i> , <i>F. roseum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. acuminatum</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>Gibberella intricans</i> |
| A | T-2 tox. | <i>Fusarium tricinctum</i> , <i>F. nivale</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. trichioides</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. lateritium</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. carthami</i> , <i>F. rigidusculum</i> , <i>F. sporotrichiella</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. heterosporum</i> , <i>F. acuminatum</i> , <i>Gibberella zeae</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> |
| A | HT-2 tox. | <i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. sporotrichiella</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. tricinctum</i> , <i>F. acuminatum</i> , <i>F. graminearum</i> |
| A | NEO | <i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. lateritium</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. tricinctum</i> , <i>F. rigidusculum</i> |
| B | NIV | <i>Fusarium nivale</i> , <i>F. episphaeria</i> , <i>Fusarium equiseti</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. sambucinum</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>Gibberella zeae</i> |
| B | FUS-X | <i>Fusarium nivale</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. lateritium</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. episphaeria</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. semitectum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. sambucinum</i> , <i>Gibberella zeae</i> |
| B | DON | <i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. roseum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. nivale</i> |
| B | 3-ADON | <i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. roseum</i> |
| B | 15-ADON | <i>Fusarium graminearum</i> |
| B | Trichothecein | <i>Trichotheceium roseum</i> |
| C | Krotocin | <i>Cephalosporium crotocinigenum</i> , <i>Trichotheceium roseum</i> |
| D | Myrotoxiny | <i>Myrotheceium roridum</i> |
| D | Roridiny | <i>Myrotheceium verrucaria</i> , <i>M. roridum</i> , <i>Stachybotrytis atra</i> , <i>Dendrodochium toxicum</i> , <i>Cryptomella acutispora</i> , <i>Cylinrocarpon sp.</i> |
| D | Satratoxiny | <i>Stachybotrytis atra</i> |
| D | Verukariny | <i>Myrotheceium verrucaria</i> , <i>M. roridum</i> , <i>Stachybotrytis atra</i> , <i>Dendrodochium toxicum</i> |
| D | Vertisporin | <i>Verticillium diffractum</i> |
| D | Bacharinoidy | <i>Baccharis megapotamica</i> |
| D | Miotoxiny, miofytoceny | <i>Baccharis coridifolia</i> |

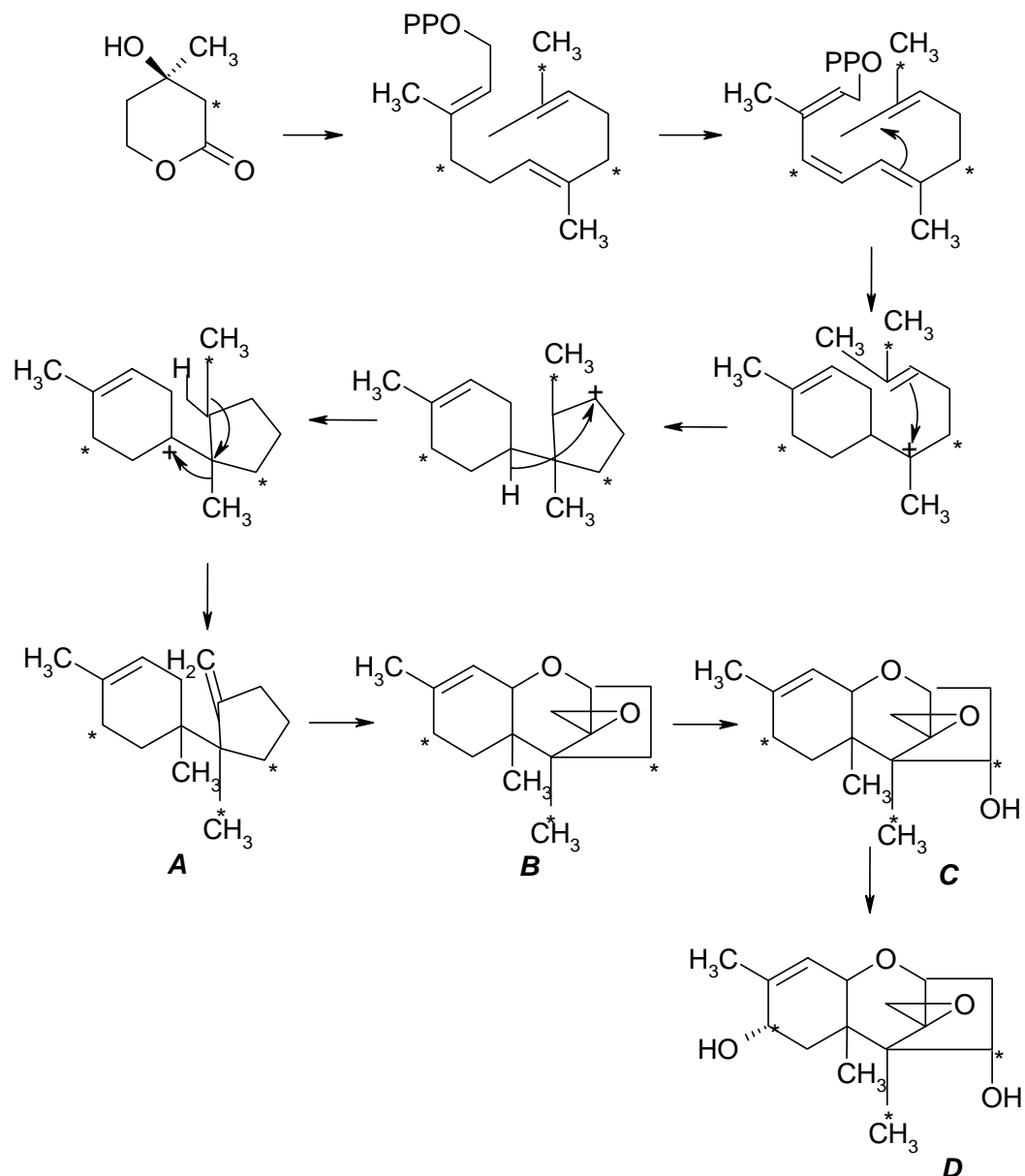
Tabulka IV elosvětový výskyt fusariových mykotoxinů v obilovinách

| | | Oblast | Počet kontam. vzorků / celkový počet vzorků | Prům. konc. (µg/kg) | Rozsah kontam. (µg/kg) |
|------------------|-----------------|--------------|--|------------------------|---------------------------|
| DON | ječmen | Kanada | 77/77 | 2650 | 100-15100 |
| | | Finsko | 15/15 | - | 8-465 |
| | | Čína | 4/4 | 83 | 21-164 |
| | | UK | 9/87 | - | 200-360 |
| | | USA | 108/147 | 4200 | 500-26000 |
| | kukuřice | Argentina | 2/20 | 111 | - |
| | | Rakousko | 46/51 | 730 | 40-3700 |
| | | Kanada | 9/9 | - | 150-820 |
| | | Čína | 28/28 | 1960 | 0-4500 |
| | | Německo | 6/2 | 84 | - |
| | | Jihoafr.rep. | 43/72 | - | 10-15800 |
| | | USA | 24/52 | 5000 | 500-10000 |
| | pšenice | Rakousko | 4/2 | 360 | - |
| | | Kanada | 24/52 | - | 60-8530 |
| | | Německo | 14/44 | 810 | 0-1000 |
| | | Polsko | 13/48 | 95 | 0-310 |
| | | UK | 23/33 | - | 20-1320 |
| | | USA | 132/247 | 570 | 0-2650 |
| oves | Německo | 2/2 | 365 | - | |
| | Švédsko | 14/45 | 200 | 40-500 | |
| T-2 toxin | ječmen | Finsko | 1/2 | - | 36-37 |
| | | Německo | 2/7 | 135 | 105-165 |
| | | Norsko | 5/49 | - | 2-22 |
| | kukuřice | Německo | 4/56 | - | 100-200 |
| | | Maďarsko | 5/150 | - | 500-5000 |
| | | USA | 9/118 | - | 78-650 |
| | pšenice | Kanada | 3/208 | - | 0-18 |
| | | Maďarsko | 2/2 | - | 200-1900 |
| | oves | Finsko | 2/21 | - | 45-73 |
| Německo | | 16/49 | 300 | 10-500 | |
| Nivalenol | ječmen | Německo | 3/2 | 44 | - |
| | | Japonsko | 18/20 | 700 | 0-2900 |
| | kukuřice | Rakousko | 2/2 | 1450 | 700-2200 |
| | | Čína | 100/100 | - | 54-2670 |
| | | Jihoafr.rep. | 24/24 | 4600 | 880-15200 |
| | pšenice | Kanada | 4/10 | 23 | 4-40 |
| Polsko | | 37/48 | 48 | 0-350 | |

- údaj nebyl k dispozici

1.4 Biosyntéza trichothecenů

K syntéze trichothecenového uhlíkatého skeletu dochází po kondenzaci tří mevalonátových jednotek, ze kterých vzniká reaktivní meziprodukt farnesylpyrofosfát. Následnou cyklizací otevřeného řetězce farnesylpyrofosfátového prekursoru vzniká trichodien, z něhož je po modifikaci dalšími chemickými reakcemi (esterifikaci, hydroxylaci apod.) utvářen seskviterpenový skelet, viz **Obr.3**.



Obrázek 3 Obecné schéma syntézy trichothecenů (**A** – trichodien; **B** – 12,13-epoxy-9-trichothecen; **C** – trichodermol; **D** – 12,13-epoxy-9-trichothecen-4β,8α-diol)

1.5 Dekontaminace potravin

Cílem detoxikace či dekontaminace plodin a krmiv je nejen ochránit zdraví konzumentů, případně hospodářských zvířat, ale také zabránit ekonomickým ztrátám. Dekontaminační postupy lze rozdělit do tří základních skupin na fyzikální, chemické a biologické. V některých případech může spojení těchto metod zvýšit efektivitu dekontaminačního procesu.

The Food and Agriculture Organization (FAO, USA) stanovila obecná kritéria pro určení vhodného dekontaminačního procesu:

1. proces musí zničit, inaktivovat nebo odstranit mykotoxin
2. nesmí produkovat a zanechávat toxické nebo karcinogenní/mutagenní residua ve finálních produktech
3. nesmí způsobit ztrátu přijatelnosti a výživové hodnoty produktu
4. nesmí významně změnit důležité technologické vlastnosti produktů
5. v ideálním případě musí zničit spory hub a mycelium, které by mohlo za vhodných podmínek růst a tvořit nové mykotoxiny

1.5.1 Fyzikální metody

Mezi fyzikální metody používané k dekontaminaci obilnin obsahujících trichotheceny patří: sítování, odstranění vnějších částí zrna, promývání, mletí, separace kontaminovaných a nekontaminovaných zrn (extrakcí kapalina/kapalina nebo fragmentací dle specifické hmotnosti) a různé formy tepelného zpracování (pražení, pečení a mikrovlnný ohřev).

Úspěšnost zmíněných postupů závisí na rozsahu čištění, stupni kontaminace a distribuci toxinů v zrnech. Specifickým rysem kontaminace zemědělských plodin mykotoxiny je totiž extrémní nehomogenita jejich distribuce v daném materiálu. Vnější vrstvy zrn jsou pro houby přirozenou bariérou. Pokud dojde během sklizně, transportu nebo při technologickém zpracování k porušení těchto vrstev, mohou spory hub snadno získat pro svůj růst potřebné živiny, které jsou obsaženy ve vnitřních částech zrn. Z tohoto důvodu je jedním z účinných opatření pro snížení rizika kontaminace potravin trichotheceny mechanické odstraňování napadených částic. Např. pomocí sítování tvrdé jarní pšenice obsahující 0,64-5,10 mg DON/kg byla snížena koncentrace DON o 40 %.

Dalším způsobem detoxikace je mletí. Zde velice záleží na stupni kontaminace endospermu. Při nízké kontaminaci lze obsah DON a NIV v pšeničné mouce snížit (v závislosti na stupni vymletí) o 30–80 %. Např. při mletí suchých zrn kukuřice poklesl obsah T-2 tox. a DON o 15-30 % a při mletí vlhkých zrn dokonce až o 60 %.

Při pečení různých pšeničných výrobků se ztráty DON pohybovaly v rozmezí 15-56 % (vztaženo na výchozí hladiny v mouce). Mikrovlnný ohřev kukuřice redukuje koncentraci DON o 50-100 %.

K významnému snížení hladin DON dochází při mytí kontaminovaného obilí. Jednoduchá promývací procedura, která využívá promytí v destilované vodě, způsobí úbytek 65-69 % DON.

Také byl zkoumán vliv gama záření na obsah DON a T-2 tox. v sojových bobech a pšenici. Dávky záření 10 kGy významně snížily obsah DON v sojových bobech, pro snížení koncentrace T-2 tox. v pšenici postačovaly dávky 7,5 kGy.

1.5.2 Chemické metody

Chemické metody představují další možnost snížení obsahu trichothečenů v potravinářských surovinách. Mezi chemikálie používané při chemické dekontaminaci patří: kyselina chlorovodíková, peroxid vodíku, chlornan sodný, kyselina askorbová, ozón, chlor, amoniak, hydroxid amonný, siřičitan sodný, oxid siřičitý, hydroxid vápenatý a uhličitan amonný.

Alkalická hydrolyza hydroxidem vápenatým efektivně snižuje obsah T-2 tox. a DAS v kontaminovaných krmivech. Produktem hydrolyzy T-2 tox. je však toxický HT-2 tox.. Efektivnost procesu závisí na obsahu vlhkosti v krmivu a teplotě při které reakce probíhá. Např. 10 % vlhkost, teplota 100 °C a doba 2 hodiny snižují obsah obou výše zmíněných trichothečenů v mouce o více než 95 %.

Užitím vlhkého ozónu, 30 % chloru a amoniaku se odstranilo z kukuřice 85-100 % DON. Peroxid vodíku snížil hladinu DON v pšenici o 66 %.

Dalším způsobem snížení obsahu DON v kukuřici a pšenici je použití roztoku siřičitanu sodného. Při reakci DON s Na_2SO_3 ale dochází ke vzniku DON-sulfonátu (DON-S), který narušuje reologické vlastnosti mouky. Protože DON-S je nestabilní v alkalickém prostředí, dochází v průběhu pečení k jeho rozkladu na původní DON. Tento postup tedy není vhodný pro plodiny dále využívané pro lidskou výživu. DON-S je netoxický pro prasata a takto ošetřenou kukuřici lze zkrmit.

Díky své technické náročnosti a vysokým nákladům však nejsou chemické metody dekontaminace potravin komerčně využívány.

1.5.3 *Biologické metody*

Minimalizace vlivu mykotoxinů na zvířata modifikací kontaminovaného krmiva je alternativním způsobem dekontaminace kontaminovaného obilí. Zkoušeny byly postupy jako přidavek látek vážící mykotoxiny a zamezujících tak jejich absorpci ve tkáních (syntetický zeolit, bentonit apod.), přidavek chuťových látek za účelem zvýšení příjmu krmiva, nebo ředění kontaminovaného obilí nekontaminovaným.

Zředování je pro svou jednoduchost používáno nejčastěji. Úspěch této metody je však závislý na stupni kontaminace, dosaženém zředění a dostupnosti vhodného zdroje nekontaminovaného obilí.

Další biologickou metodou dekontaminace zemědělských produktů je biotransformace trichothecenů jejich vlastními producenty nebo půdními bakteriemi, které asimilují např. T-2 tox. jako jediný zdroj uhlíku a energie.

1.6 **Metabolismus trichothecenů**

Trichotheceny absorbované ze zažívacího traktu jsou rovnoměrně distribuovány do mnoha tkání a orgánů bez výrazné kumulace v některém z nich. Do současnosti byla většina studií metabolismu omezena pouze na T-2 toxin. Metabolismus ostatních trichothecenů nebyl ještě plně objasněn. Trichothecenové metabolity jsou ve většině případů méně toxické než původní toxiny. Detoxikace trichothecenů je spojena s biochemickými pochody deepoxidace, hydrolýzy, hydroxylace, acetylace a glukuronidace.

Metabolismus T-2 toxinu byl studován na brojlerech, prasatech, morčatech a hovězím dobytku. Jeho nejvyšší koncentrace byly nalezeny ve svalové tkáni, játrech, ledvinách a zažívacím traktu zvířat. T-2 toxin je rychle metabolizován převážně na HT-2 toxin a některé další metabolity. Ty jsou následně exkretovány z organismu močí, výkaly apod. (v závislosti na druhu). Rezidua T-2 toxinu byla nalezena také ve vejcích a mléce, ale tato množství nepředstavují pro běžného konzumenta žádné riziko.

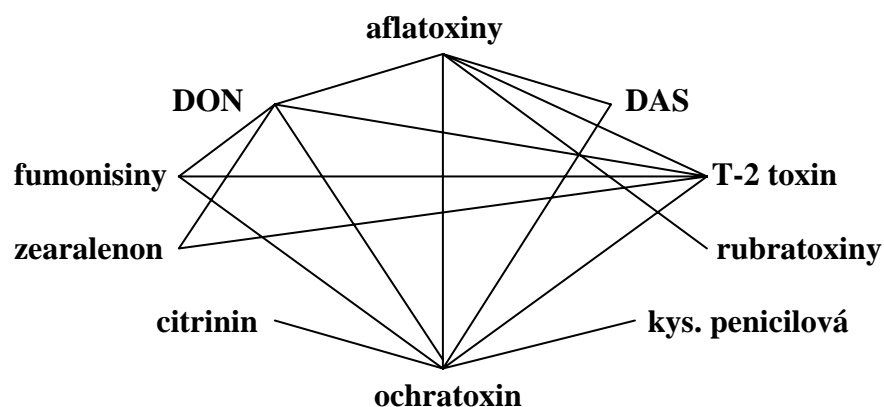
Mezi hlavní metabolity DON a NIV patří deepoxidační produkty nalezené ve výkalech, moči a plasmě. Tyto metabolity byly také nalezeny při inkubaci střevní mikroflóry prasat a hovězího dobytka v prostředí obsahujícím DON. První deepoxidační metabolity se objevily jeden týden po expozici. Tato skutečnost je pravděpodobně způsobena mikrobiální adaptací střevní mikroflóry na trichotheceny.

1.7 Toxikologie

Nemoci zvířat a člověka spojené s požíváním krmiv a potravin napadených mikroskopickými vláknitými houbami jsou známé po staletí. Mykotoxikosa se mohou vyskytovat v jedné ze tří forem:

1. **akutní primární mykotoxikosa** - vzniká po požití vyšších dávek mykotoxinů, což způsobuje specifický a klinicky zjevný akutní syndrom onemocnění nebo smrt
2. **chronická primární mykotoxikosa** - vyskytuje se při opakovaném příjmu středních a nízkých množství toxinů a projevují se např. poruchami rozmnožování a imunitního systému, zpomaleným růstem apod.
3. **sekundární choroby způsobené přítomností mykotoxinů** - vznikají po přijímání velmi nízkých koncentrací specifických mykotoxinů

Vzhledem k vysoké akutní toxicitě a značnému rozšíření patří trichotheceeny do skupiny zdravotně závažnějších mykotoxinů. Jednotlivé trichotheceenové mykotoxiny se svou toxicitou velmi liší. Trichotheceeny typu A jsou desetkrát toxičtější než trichotheceeny typu B. Rozhodujícími faktory pro celkový toxický účinek mykotoxinů jsou dávka a délka doby působení. Podstatnou roli sehraává také věk, pohlaví a druh exponovaných živočichů. Také kombinace dvou či více mykotoxinů vyskytujících se v dané surovině současně může působit toxičtěji než jednotlivé mykotoxiny v důsledku jejich synergismu. Prokázaný synergismus DON, DAS a T-2 tox. s některými dalšími mykotoxiny je zobrazen na **Obr. 4**.



Obrázek 4 Prokázaný synergismus některých mykotoxinů

1.7.1 Toxické účinky na zvířata

Toxikosa u zvířat způsobují z trichotheceenů především T-2 toxin, DON, DAS, NIV a FUS-X. Tyto toxiny se rychle absorbují z gastrointestinálního ústrojí a distribuují se po celém organismu. Nejvyšší koncentrace toxinů či jejich metabolitů se v krvi objevují několik hodin po podání. Později se objevují ve žlučniku, ledvinách a střevech. Často je velmi obtížné zjistit, který mykotoxin je zodpovědný za vyvolané onemocnění. **Tab. V** uvádí dávku některých trichotheceenů, která usmrtí 50 % testovaných zvířat (LD₅₀).

Tabulka V Hodnoty LD₅₀ (mg/kg těl. hm.) u savců pro některé trichotheceeny

| Mykotoxin | Živočich | Podání | | | |
|-------------------------------|----------|--------|------|-------|------|
| | | i.v. | i.p. | s.c. | p.o. |
| Monoacetoxyscirpenol | krysa | - | - | 0,752 | - |
| Diacetoxyscirpenol | myš | 12,0 | 23,0 | 0,17 | - |
| | krysa | 1,3 | 0,75 | - | 7,3 |
| | králík | 1,0 | - | - | - |
| | prase | 0,37 | - | - | - |
| T-2 toxin | myš | - | 5,2 | 0,15 | 10,5 |
| | krysa | - | - | - | 5,2 |
| | kočka | - | - | 0,5 | - |
| | prase | 1,21 | - | - | - |
| HT-2 toxin | myš | - | 9,2 | - | - |
| Neosolaniol | myš | - | 14,5 | - | - |
| Nivalenol | myš | - | 4,1 | - | - |
| | krysa | - | - | 0,9 | - |
| Fusarenon-X | myš | 3,4 | 3,4 | 4,2 | 4,5 |
| | krysa | - | - | 0,5 | 4,4 |
| | kočka | - | - | >5,0 | - |
| Deoxynivalenol | myš | - | 70,0 | - | 46,0 |
| | pes | - | - | >0,1 | - |
| 3-acetyldeoxynivalenol | myš | - | 49,0 | - | 34,0 |
| | pes | - | - | >1,0 | - |

- údaj nebyl k dispozici
- i.v.** intravenózní podání
- i.p.** intraperitoneální podání
- s.c.** podkožní podání
- p.o.** orální podání

T-2 toxin podávaný ve vyšších dávkách u prasat, vyvolává nekrotické léze na rypáku. Jeho aplikace na kůži prasat způsobuje její zduření a změnu barvy s následným odlupováním. U většiny zvířat vyvolává imunosupresi, u ovcí a prasat leukopenii, atrofii lymfatických uzlin, brzlíku a sleziny. V důsledku toxického vlivu na krevní destičky dochází ke snížení srážlivosti krve a hemoragiím. U prasat může T-2 tox. vyvolávat poruchy reprodukce – zhoršené zabřezávání, potraty nebo malé vrhy. U nosnic způsobuje snížení produkce vajec při příjmu krmiva obsahujícím koncentraci T-2 toxinu vyšší než 3 mg/kg. Při chronickém příjmu nízkých dávek dochází u drůbeže ke krustózní stomatitidě (zánět sliznice ústní dutiny). K výskytu lézí může docházet také v jícnu a proventrikulu vodní drůbeže. U postižených brojlerů se vyskytují podkožní hemoragie a defektní peří. U kuřat se může vyskytnout nekoordinovaný pohyb a paréza (částečná ztráta pohybových schopností svalů).

DON je silné centrální emetikum, na které jsou velmi citlivá prasata. Vyvolává zvracení, akutní průjemy, poruchy koordinace pohybů, hemoragie na sliznicích a náhlý úhyn. Přežvýkavci jsou méně vnímaví, může být pozorováno snížení mléčné produkce. U krav bylo experimentálně doloženo, že po orální aplikaci 920 mg DON dochází k jeho vylučování mlékem jen ve velmi malém množství (méně než 4 ng/ml). U drůbeže snižuje hmotnost vajec a kvalitu skořápky. U více druhů zvířat byla prokázána inhibice imunitních funkcí a snížení reprodukce.

DAS vyvolává nekrotické léze a hemoragie lokalizované v kůži, dutině ústní, střevech a ledvinách. Toxin může také vyvolávat syndrom zvracení, letargie, hladu nebo parézu. U skotu zahrnuje klinický syndrom hemoragie a poškození sliznic, občasné slinění a snížení užitkovosti. Déle trvající příjem fusarii kontaminovaného krmiva může způsobit úhyn zvířat.

1.7.2 Toxické účinky na člověka

Příjem potravin kontaminovaných trichotheceny je spojován s výskytem různých lidských onemocnění jako jsou septická angína (ATA – Alimentary Toxic Aleukia), Red Mold Disease (pojmenovaná podle charakteristického znaku, kterým je červená diskolorace napadeného zrna), Stachybotrytoxikosa (způsobená makrocyclickými trichotheceny – satratoxiny, roridinem E, verukarinem J), onemocnění kloubů u dětí (KBD – Kashin Beck Disease) a rakovina jícnu. Typickými primárními příznaky akutní intoxikace je dávení, zvracení, průjem, nechutenství, špatné vylučování, krvácení ze zažívacího traktu, bolesti břicha, hlavy, závratě, horečka, patologické změny ústní dutiny a destrukce kostní dřevě. V pozdějších fázích dochází k rozsáhlému snížení počtu krevních destiček a bílých krvinek.

Ve třetí fázi se projevují různé infekce vyvolané pro zdravého člověka banální neškodnou mikroflórou. Dlouhodobé požívání trichothecenů může být jedním z faktorů, které zapříčiňují výskyt rakoviny. Karcinogenní nebo mutagenní účinky mohou mít mykotoxiny, které interferují s DNA. Takové interakce byly zjištěny např. u T-2 toxinu nebo sterigmatocystinu. Karcinogenitou T-2 toxinu se zabývala také organizace IARC (International Agency for Research on Cancer, 1993). Protože však nebyly dostupné všechny potřebné údaje o karcinogenních účincích na člověka, byl T-2 toxin zařazen do skupiny 3 (látky zatím neklasifikované jako karcinogen pro člověka). Prozatimní tolerovatelný denní příjem (tTDI) byl stanoven na 0,2 µg T-2 tox./kg tělesné hmotnosti na den.

1.8 Biologické účinky trichothecenů

Kromě akutní a chronické toxicity mají některé trichotheceny také další biologické účinky jako např. antibakteriální, antifungální, antiprotozonální, fytotoxické, cytotoxické, kancerostatické, antileukemické, imunosupresivní, antivirální a insekticidní vlastnosti. Tyto toxiny mohou mít tedy i praktické využití. Na druhou stranu však jejich možná karcinogenita, mutagenita a genotoxicita vyvolává velké obavy a je důvodem velmi omezeného sledování těchto biologických vlastností.

1.9 Legislativní opatření

V současné době neexistují mezinárodně harmonizované limity pro žádný fusariový mykotoxin. Maximální tolerovatelné hladiny trichothecenů stanovené v některých státech jsou různé, viz **Tab. VI**. Ve státech EU se hygienické limity pro deoxynivalenol v potravinářských surovinách pohybují v rozmezí 1-2 mg/kg.

V České republice byl zatím stanoven hygienický limit pouze pro jediný trichothecenový mykotoxin deoxynivalenol (DON), viz **Tab. VI**, Vyhláškou č. 53/2002 Sb. Zákona o potravinách a tabákových výrobcích:

- 2 mg/kg obilí, rýže a kukuřice
- 1 mg/kg mouky

Tabulka VI Maximální tolerovatelné hladiny trichothecenových mykotoxinů

| Země | Komodita | Mykotoxin | Hladina (µg/kg) |
|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Rakousko | pšenice, žito | DON | 500 |
| | tvrdá pšenice | DON | 750 |
| Kanada | nečištěná měkká pšenice | DON | 2000 |
| | krmivo pro chovná zvířata | všechny mykotoxiny | 0 |
| | krmivo pro dobytek/drůbež | DON HT-2 tox. | 5000 100 |
| Rumunsko | krmiva | DON | 5 |
| Izrael | krmné obilí | T-2 tox. | 100 |
| | | DAS | 1000 |
| Kypr | mléko, mléčné výrobky | všechny mykotoxiny | 0,5 |
| Maďarsko | mouka | T-2 tox., HT-2 tox., DAS, NIV | 300 |
| | | DON | 1000 |
| | otruby určené ke konzumaci obiloviny | DON | 1200 |
| | konzervované potraviny | DON všechny mykotoxiny | 2000 0 |
| Nizozemí | obiloviny, luštěniny | všechny mykotoxiny | 0 |
| Rusko | obiloviny | DON | 1000 |
| | | T-2 tox. | 100 |
| Turecko | zmrzlina | všechny mykotoxiny | 0 |
| USA | finální pšeničné produkty | DON | 1000 |
| Trinidad & Tobago | zmrzlina | všechny mykotoxiny | 0 |

2 SLEDOVÁNÍ VLIVU PŘEDPLODIN A PŮDNÍHO OŠETŘENÍ NA HLADINY TRICHOHECENOVÝCH MYKOTOXINŮ

Ve spolupráci se Zemědělským výzkumným ústavem Kroměříž (ZVÚ) byly v roce 2003 (sklizeň) provedeny polní experimenty zaměřené na sledování vlivu zpracování půdy a předplodin na přirozený výskyt fusariových mykotoxinů u 51 vzorků ječmene jarního, pšenice jarní a pšenice ozimé. ZVÚ zrealizoval polní experimenty a zpracování odebraných vzorků (mletí). Ústav chemie a analýzy potravin následně provedl stanovení devíti trichothecenových mykotoxinů: deoxynivalenolu (DON), nivalenolu (NIV), T-2 tetraolu (T-2 tetr.), fusarenonu (FUS-X), diacetoxyscirpenolu (DAS), HT-2 toxinu (HT-2 tox.), T-2 toxinu (T-2 tox.), 3-acetyldeoxynivalenolu (3-ADON) a 15-acetyldeoxynivalenolu (15-ADON).

Experiment byl založen ve čtyřech lokalitách - Ivanovice, Žabčice, Branišovice a Troubsko po předplodinách vojtěška, kukuřice, hrách, pšenice ozimá, řepka ozimá, ječmen jarní a cukrovka (nebo jejich kombinaci). Sledován byl nejenom vliv předplodiny, ale také zpracování půdy: orba 22 cm, orba 15 cm, disk 10 cm, bez orby, podmítka apod. Ve všech vzorcích byla prokázána přítomnost alespoň jednoho sledovaného mykotoxinu nad mezí stanovitelnosti (LOQ). Koncentrace nejčastěji se vyskytujícího mykotoxinu deoxynivalenolu (přítomen u 94 % vzorků) se pohybovaly na nízkých hladinách (20 - 130 µg/kg), viz. **Tab. VIII**, str. 27. V analyzovaných vzorcích bylo identifikováno širší spektrum trichothecenových mykotoxinů. Kromě dominantních trichothecenů typu B: DON a T-2 tetraol, také 15-ADON, 3-ADON, FUS-X, DAS a HT-2 toxin, které jsou produkovány různými druhy hub rodu *Fusarium*. Mimo pravděpodobně přítomné *F. culmorum* a *F. graminearum* (producenti trichothecenů typu B) lze uvažovat ještě o výskytu *F. poae*, *F. crookwellance*, popř. *F. oxysporum* – producenti trichothecenů typu A).

2.1 Lokalita Ivanovice

V lokalitě Ivanovice byl založen pokus na pšenici jarní a ječmenu jarním po předplodinách vojtěška, kukuřice, hrách, cukrovka + kukuřice, cukrovka + pšenice a cukrovka + ječmen jarní v kombinaci s agrotechnickými opatřeními: orba 22 cm, orba 15 cm, bez orby a disk 10 cm, viz. **Tab. VII**.

V analyzovaných vzorcích ječmene jarního se z trichothecenových mykotoxinů vyskytoval převážně DON a DAS. Vliv obdělání půdy a předplodiny na obsah deoxynivalenolu je znázorněn na **Obr. 5** a **Obr. 6**. Vliv obdělání půdy a předplodiny na

celkový obsah trichotheceenových mykotoxinů je znázorněn na **Obr. 7**. Po zhodnocení použitých ošetření a předplodin lze označit za nejúčinnější (z hlediska nejnižší kontaminace DON) kombinaci předplodin cukrovka + ječmen s orbou 15 cm. Nálezy DON však byly velice nízké a proto výsledky nejsou jednoznačné. Z hlediska sumy trichotheceenových mykotoxinů se jako nejvhodnější zpracování půdy jeví orba 22 cm a to pro všechny předplodiny.

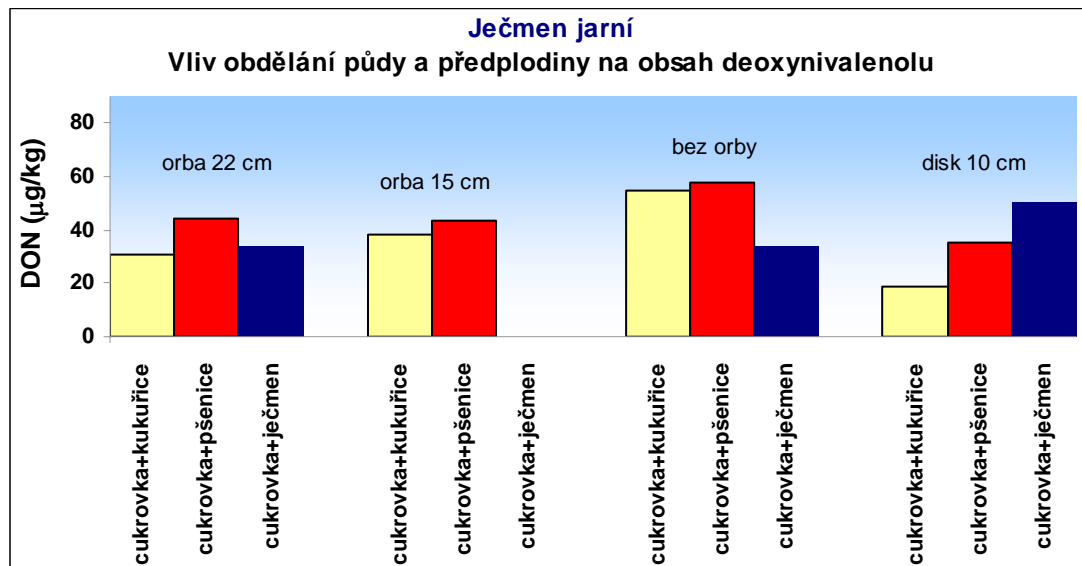
V analyzovaných vzorcích pšenice jarní se kromě trichotheceenů DON a DAS vyskytoval také T-2 tetraol, 15-ADON a HT-2 toxin. Při porovnání celkového obsahu mykotoxinů je pšenice vzhledem k jejich vyšším hladinám trichotheceenů méně rezistentní než ječmen jarní. Vliv obdělání půdy a předplodiny na obsah deoxynivalenolu je znázorněn na **Obr. 8** a **Obr. 9**. Vliv obdělání půdy a předplodiny na celkový obsah trichotheceenových mykotoxinů je znázorněn na **Obr. 10**. Nejnižší hladiny mykotoxinů byly zaznamenány po předplodině vojtěšce, naopak nejvyšší hladiny po předplodině hrachu a kukuřici. Toto zjištění potvrzuje hypotézu, že organické zbytky předplodin jsou vhodným substrátem pro přenos infekčních spor mycelia fusarií. Pro předplodinu kukuřice byl (z hlediska nejnižšího celkového množství trichotheceenových mykotoxinů) nejúčinnějším agrotechnickým zásahem disk 10 cm, pro předplodinu hrách disk 10 cm nebo žádná orba a pro předplodinu vojtěška disk 10 cm nebo orba 15 cm. U předplodiny kukuřice byl nejúčinnější způsob obdělání půdy odlišný pro celkový obsah mykotoxinů a deoxynivalenolu. Nejnižší hladiny DON byly zaznamenány po orbě 15 cm.

Tabulka VII Rozpis variant v lokalitě Ivanovice (sklizeň 2003)

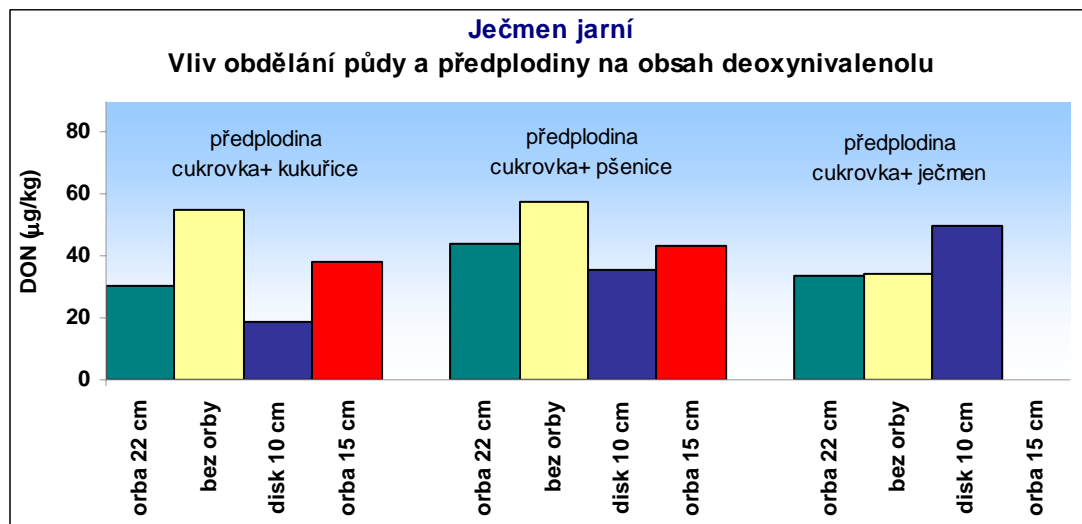
Pšenice jarní

Ječmen jarní

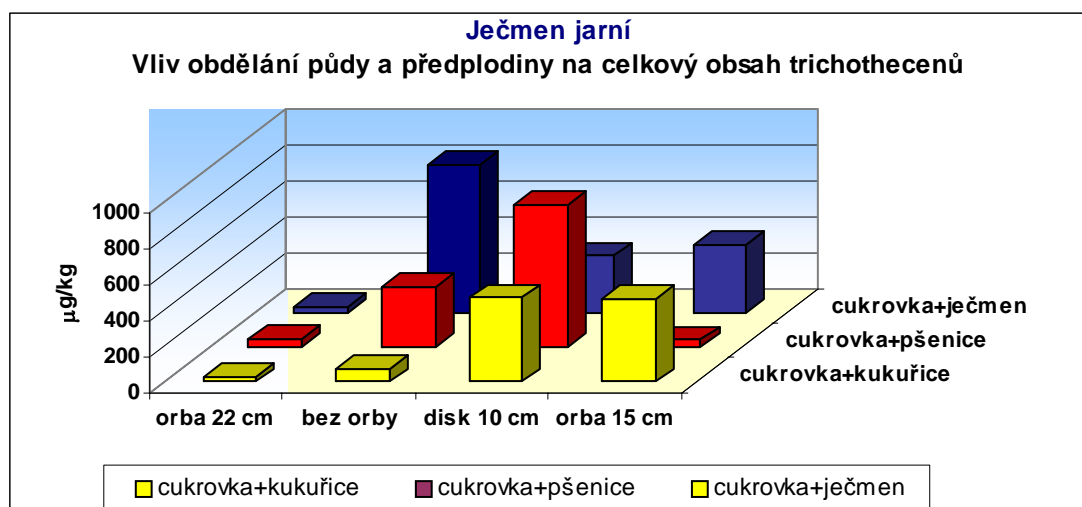
| Vzorek | Předplodina | Zpracování půdy | Vzorek | Předplodina | Zpracování půdy |
|--------|-------------|-----------------|--------|-------------------------|-----------------|
| 1 | vojtěška | orba 22 cm | 13/1 | cukrovka + kukuřice | orba 22 cm |
| 2 | vojtěška | orba 15 cm | 14/2 | cukrovka + kukuřice | orba 15 cm |
| 3 | vojtěška | bez orby | 15/3 | cukrovka + kukuřice | bez orby |
| 4 | vojtěška | disk 10 cm | 16/4 | cukrovka + kukuřice | disk 10 cm |
| 5 | kukuřice | orba 22 cm | 17/5 | cukrovka + pšenice | orba 22 cm |
| 6 | kukuřice | orba 15 cm | 18/6 | cukrovka + pšenice | orba 15 cm |
| 7 | kukuřice | bez orby | 19/7 | cukrovka + pšenice | bez orby |
| 8 | kukuřice | disk 10 cm | 20/8 | cukrovka + pšenice | disk 10 cm |
| 9 | hrách | orba 22 cm | 21/9 | cukrovka + ječmen jarní | orba 22 cm |
| 10 | hrách | orba 15 cm | 22/10 | cukrovka + ječmen jarní | orba 15 cm |
| 11 | hrách | bez orby | 23/11 | cukrovka + ječmen jarní | bez orby |
| 12 | hrách | disk 10 cm | 24/12 | cukrovka + ječmen jarní | disk 10 cm |



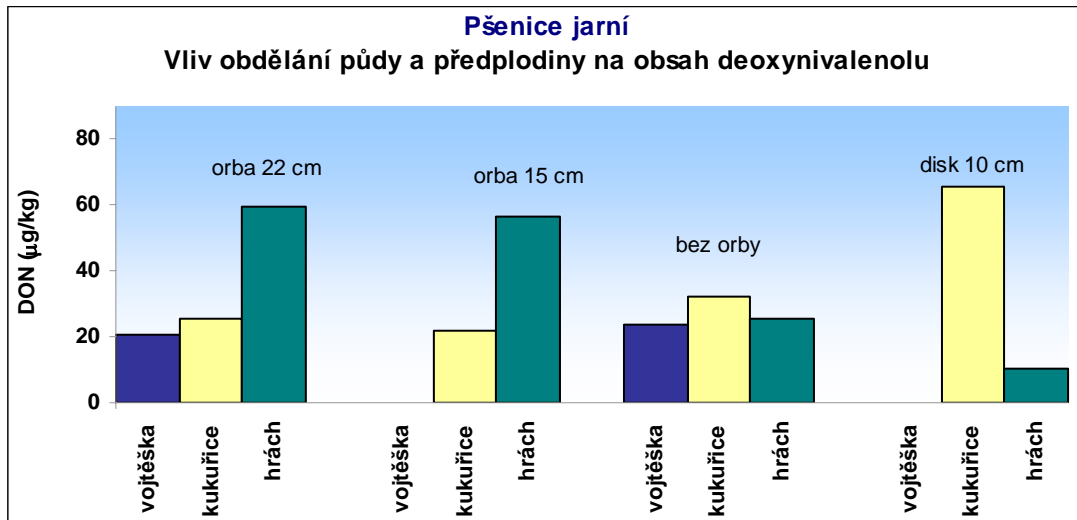
Obrázek 5 Vliv předplodiny a obdělání půdy na obsah DON u ječmene jarního



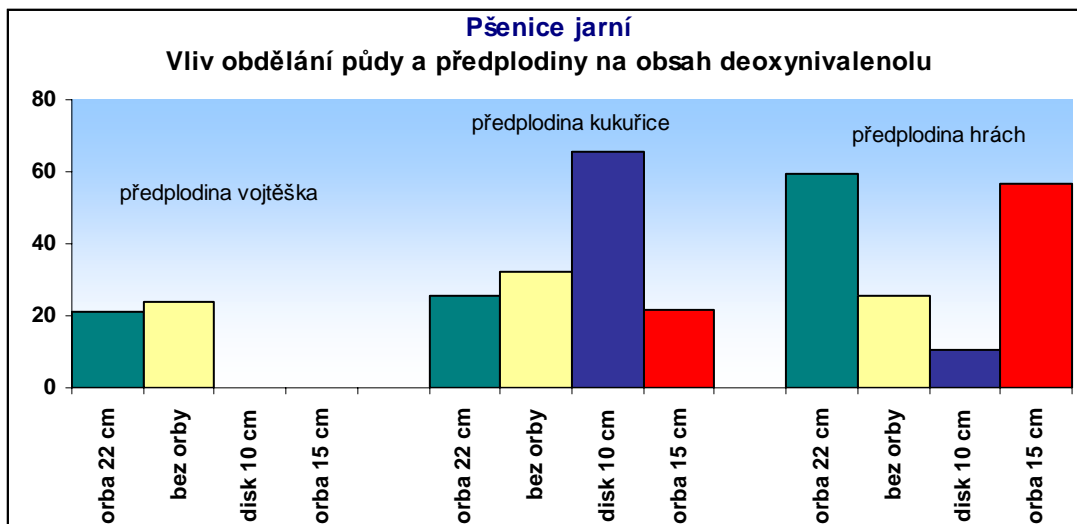
Obrázek 6 Vliv obdělání půdy a předplodiny na obsah DON u ječmene jarního



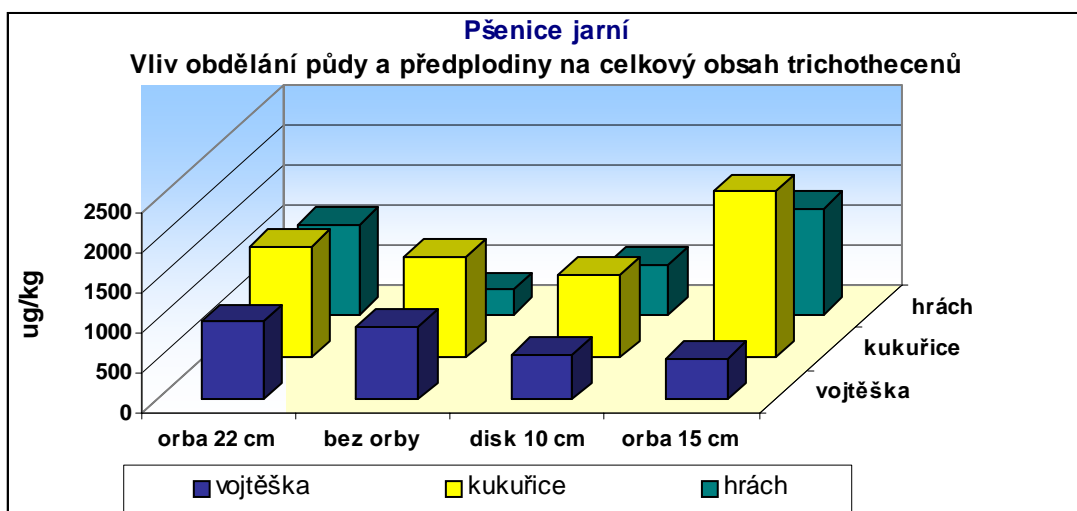
Obrázek 7 Vliv obdělání půdy a předplodiny na celkový obsah trichotheceů u ječmene jarního



Obrázek 8 Vliv předplodiny a obdělání půdy na obsah DON u pšenice jarní



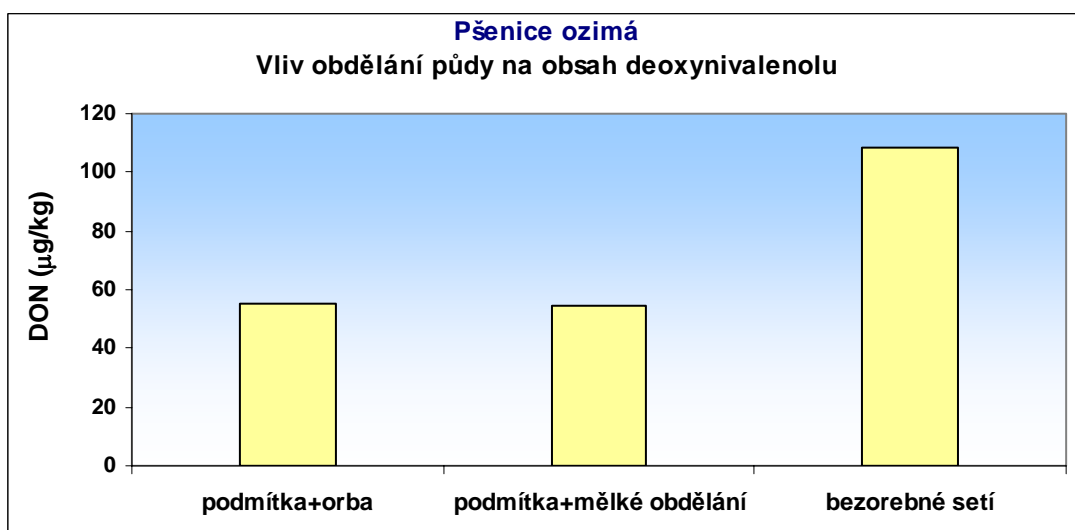
Obrázek 9 Vliv obdělání půdy a předplodiny na obsah DON u pšenice jarní



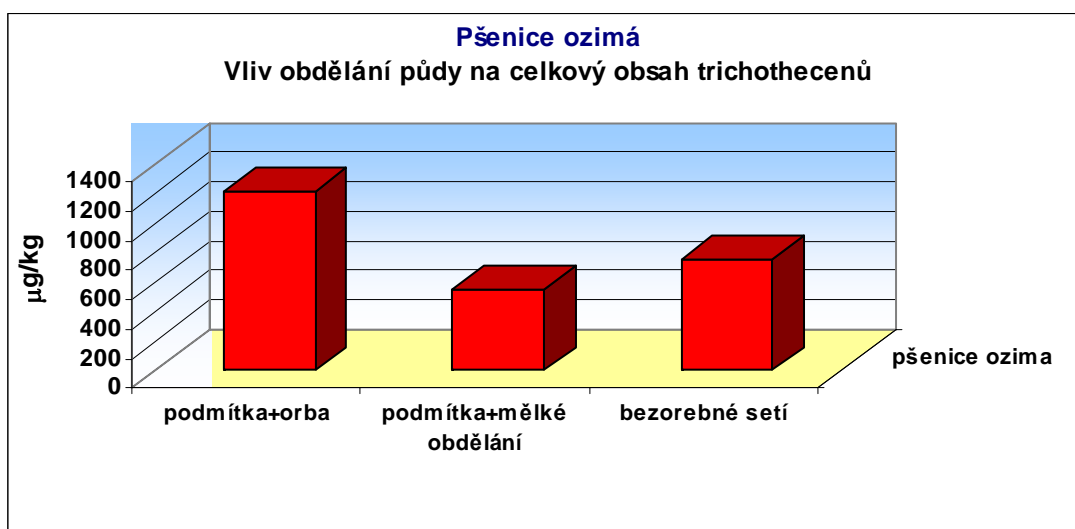
Obrázek 10 Vliv obdělání půdy a předplodiny na celkový obsah trichothečenů u pšenice jarní

2.2 Lokalita Žabčice

V lokalitě Žabčice byl založen pokus s pšenící ozimou s rozdílným obděláním půdy - podmítka + orba, podmítka + mělké zpracování a bezorebné setí. Vliv zpracování půdy na hladiny DON a celkový obsah trichothečenů je znázorněn na **Obr. 11** a **Obr. 12**. Ze získaných výsledků vyplývá, že nejvhodnějším agrotechnickým zásahem byla z hlediska nízkého obsahu deoxynivalenolu i celkové sumy trichothečenových mykotoxinů podmítka + mělké obdělání půdy.



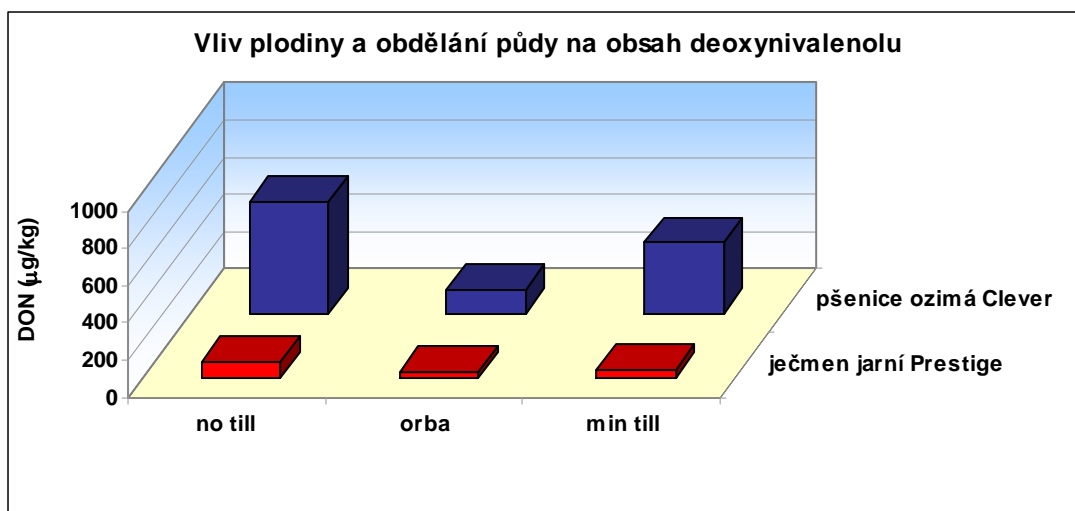
Obrázek 11 Vliv obdělání půdy na obsah deoxynivalenolu u pšenice ozimé



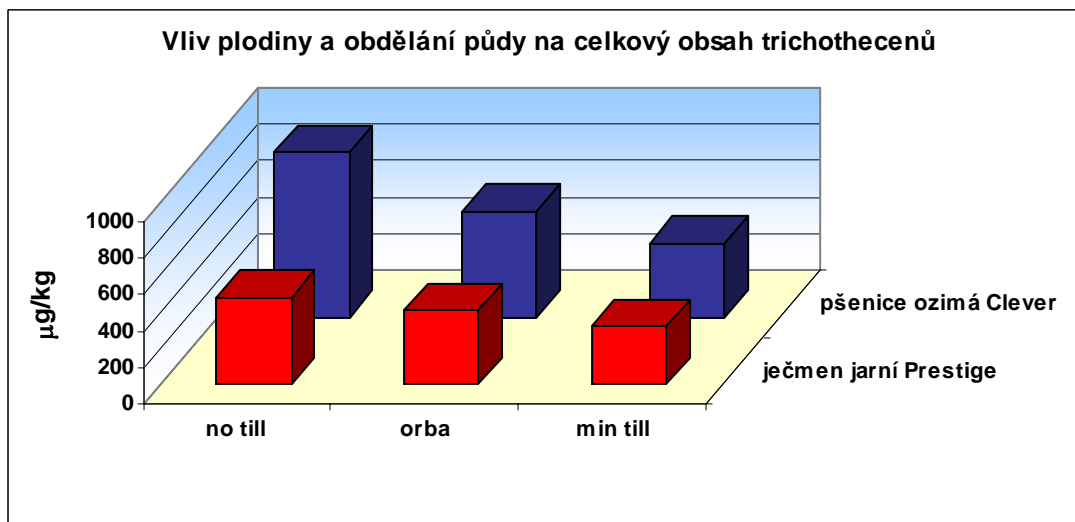
Obrázek 12 Vliv obdělání půdy na celkový obsah trichothečenových mykotoxinů u pšenice ozimé

2.3 Lokalita Branišovice

V lokalitě Branišovice byl založen pokus s pšenicí ozimou (odrůda Clever) a ječmenem jarním (odrůda Prestige) s rozdílným obděláním půdy - orba, „min till“ (podmítka 10 cm) a „no till“. Rozdíl v produkci fusariových mykotoxinů mezi danými plodinami a způsoby obdělání půdy je znázorněn na **Obr. 13** (obsah deoxynivalenolu) a **Obr. 14** (celkový obsah trichothecenů).



Obrázek 13 Vliv plodiny a obdělání půdy na obsah deoxynivalenolu



Obrázek 14 Vliv plodiny a obdělání půdy na celkový obsah trichothecenů

Ze získaných výsledků vyplývá, že pšenice ozimá je méně rezistentní vůči fusariovému napadení než ječmen jarní, protože nálezy trichothecenových mykotoxinů u pšenice byly přibližně dvakrát vyšší než u ječmene. Tzv. „min till“ (podmítka 10 cm), byl nejvhodnější způsob ošetření půdy z hlediska nejnižších celkových hladin mykotoxinů pro pšenici ozimou i

ječmen jarní. Koncentrace samotného deoxynivalenolu byly pro obě plodiny nejmenší po agrotechnickém zpracování půdy orbou.

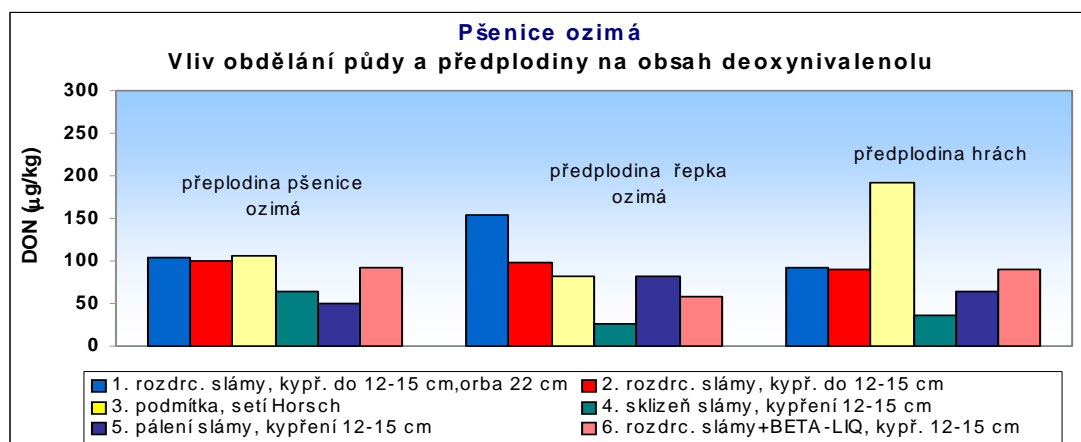
2.4 Lokalita Troubsko

U odrůdy pšenice ozimé v lokalitě Troubsko byl sledován vliv předplodin (pšenice ozimá, řepka ozimá a hrách) v kombinaci s následujícími variantami půdního ošetření:

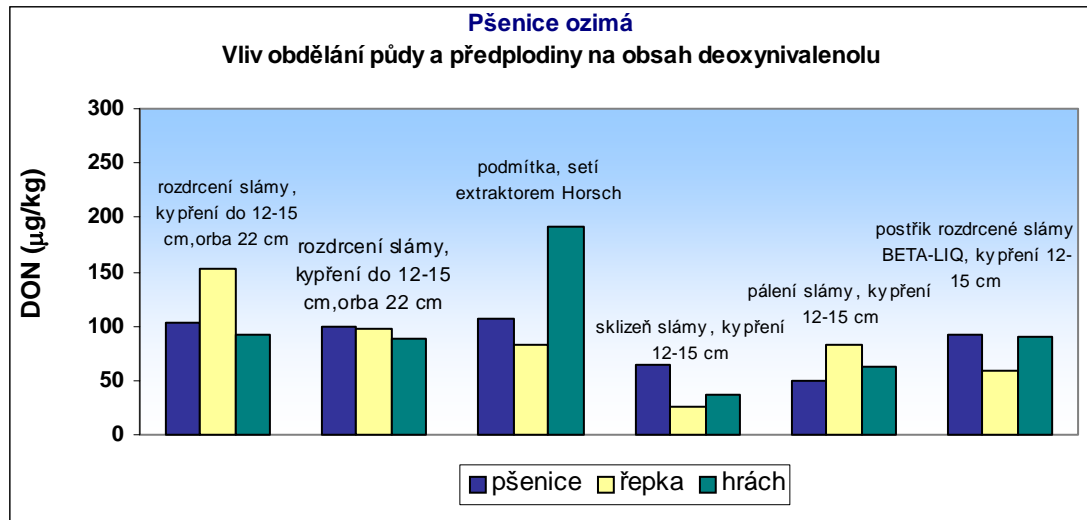
- Zapravení rozdrčené slámy kypřičem do 12-15 cm, orba 22 cm
- Zapravení rozdrčené slámy kypřičem do 12-15 cm
- Podmítka, setí secím exaktorem Horsch
- Sklizeň slámy, kypření na hloubku 12-15 cm
- Pálení slámy, kypření na hloubku 12-15 cm
- Postřik rozdrčené slámy přípravkem Beta-LIQ, zapravení kypřičem do 12-15 cm

Ze sledovaného spektra trichothečenů byly ve vzorcích dominantními mykotoxiny DON a T-2 tetraol, což svědčí o přítomnosti hub rodu *Fusarium* produkující trichotheceeny typu B. Vliv předplodiny a obdělání půdy na hladiny deoxynivalenolu je znázorněn na **Obr. 15, 16 a 17**. Vliv na celkový obsah trichothečenů na **Obr. 18**.

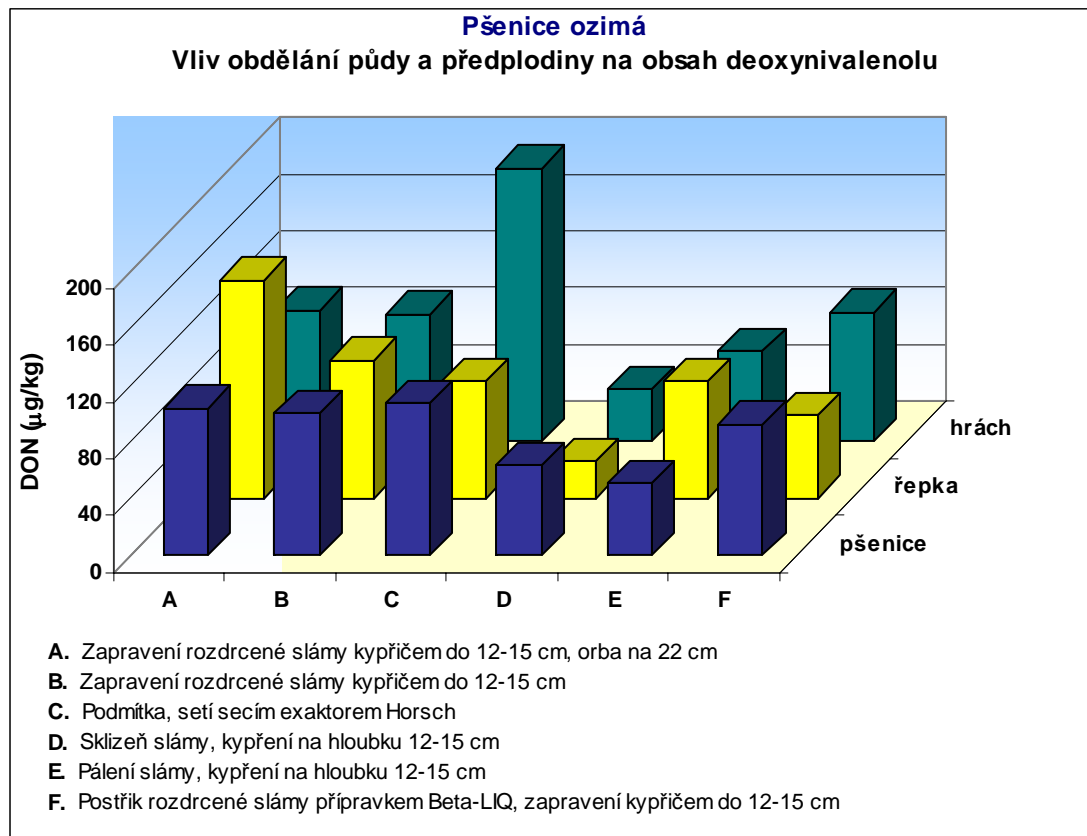
Po všech třech předplodinách byly nálezy trichotheceenových mykotoxinů přibližně stejné. Na základě obsahu deoxynivalenolu bylo jako nejúčinnější identifikováno půdní ošetření *D - sklizeň slámy, kypření na hloubku 12-15 cm*, viz. **Obr. 16**, a to pro všechny tři předplodiny. Dalším účinným opatřením bylo *E - pálení slámy, kypření na hloubku 12-15 cm* nebo *F - postřik rozdrčené slámy přípravkem Beta-LIQ, zapravení kypřičem do 12-15 cm*. Nejvíce účinná tedy byla opatření, při kterých byly odstraněny organické zbytky předplodin, nebo alespoň ošetřeny přípravkem Beta-LIQ.



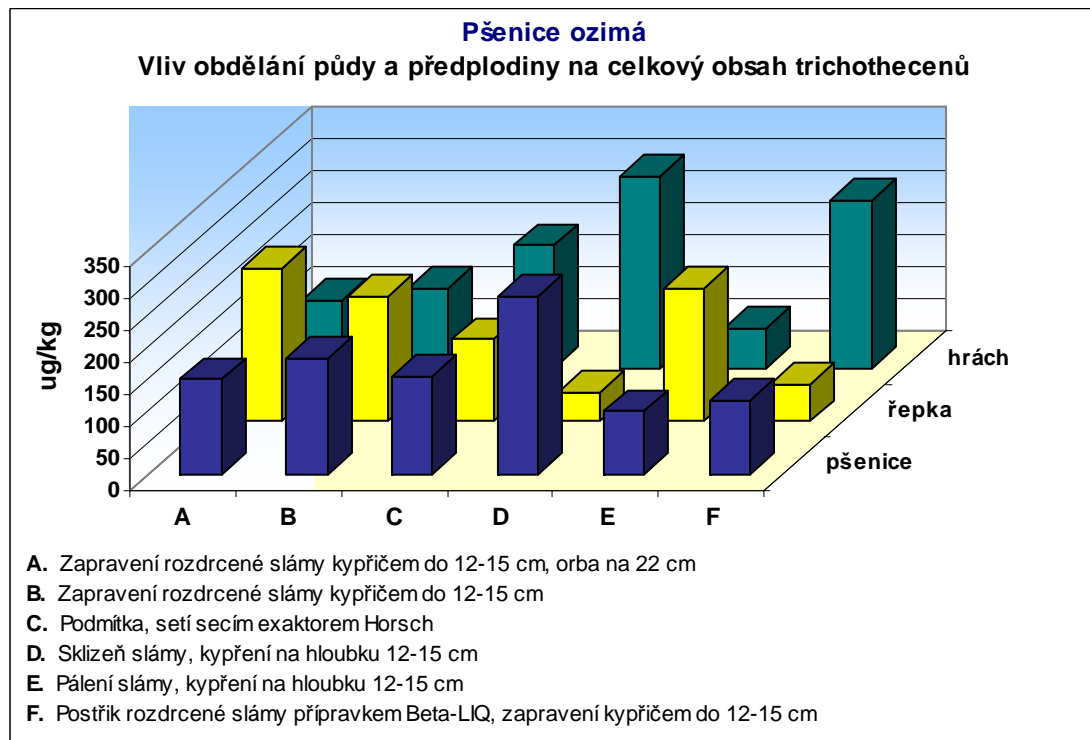
Obrázek 15 Vliv obdělání půdy a předplodiny na obsah deoxynivalenolu u pšenice ozimé



Obrázek 16 Vliv obdělání půdy a předplodiny na obsah deoxynivalenolu u pšenice ozimé



Obrázek 17 Vliv obdělání půdy a předplodiny na obsah deoxynivalenolu u pšenice ozimé



Obrázek 18 Vliv obdělání půdy a předplodiny na celkový obsah trichothečenů u pšenice ozimé

Tabulka VIII Nálezy trichothecenových mykotoxinů (µg/kg) v analyzovaných vzorcích

| Kód vzorku | NIV | T-2 tetr | DON | FUS-X | 15-ADON | 3-ADON | DAS | HT-2 tox | T-2 tox | suma TT |
|------------|------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| 1 | - | 31,0 | 20,9 | - | - | - | 892,4 | 41,2 | - | 985,4 |
| 2 | - | 22,9 | pod LOQ | - | - | - | 458,4 | 36,0 | - | 517,3 |
| 3 | - | 34,0 | 24,0 | - | 50,5 | - | 761,0 | 51,1 | - | 920,5 |
| 4 | - | 24,8 | pod LOQ | - | 44,5 | - | 462,7 | 41,2 | - | 573,1 |
| 5 | - | 30,9 | 25,5 | - | 31,6 | - | 1262,3 | 44,1 | - | 1394,4 |
| 6 | - | 31,1 | 21,9 | - | - | - | 1974,0 | 48,9 | - | 2075,9 |
| 7 | - | 32,2 | 32,3 | - | 34,6 | - | 1123,3 | 45,6 | - | 1267,9 |
| 8 | - | 44,7 | 65,7 | - | - | - | 866,2 | 55,1 | - | 1031,8 |
| 9 | - | 44,5 | 59,6 | - | 41,9 | - | 937,3 | 44,8 | - | 1128,1 |
| 10 | - | 49,3 | 56,5 | - | 71,2 | - | 1150,2 | - | - | 1327,2 |
| 11 | - | pod LOQ | 25,4 | - | 30,5 | - | 260,9 | - | - | 316,8 |
| 12 | - | pod LOQ | 10,6 | - | - | - | 588,6 | 26,6 | - | 625,8 |
| 13/1 | - | pod LOD | 30,5 | pod LOD | - | - | - | - | - | 30,5 |
| 14/2 | - | - | 38,3 | pod LOQ | - | - | 422,9 | - | - | 461,1 |
| 15/3 | - | 16,3 | 54,9 | pod LOQ | - | - | - | - | - | 71,2 |
| 16/4 | - | pod LOD | 18,8 | pod LOQ | - | - | 449,6 | - | - | 468,4 |
| 17/5 | - | - | 44,1 | pod LOD | - | - | - | - | - | 44,1 |
| 18/6 | - | pod LOD | 43,4 | pod LOQ | - | - | - | - | - | 43,4 |
| 19/7 | - | - | 57,5 | pod LOQ | - | - | 280,3 | pod LOD | - | 337,9 |
| 20/8 | - | pod LOQ | 35,3 | pod LOQ | - | - | 760,1 | - | - | 795,4 |
| 21/9 | - | - | 33,4 | pod LOQ | - | - | - | - | - | 33,4 |
| 22/10 | - | - | pod LOD | pod LOQ | - | 25,2 | 351,4 | - | - | 376,6 |
| 23/11 | - | - | 34,0 | pod LOQ | - | - | 795,0 | - | - | 829,0 |
| 24/12 | - | pod LOD | 50,1 | pod LOQ | - | - | 269,2 | - | - | 319,3 |
| 25 | - | pod LOQ | 55,5 | pod LOD | - | - | 1159,9 | - | - | 1215,3 |
| 26 | - | pod LOQ | 54,7 | pod LOD | - | - | 491,6 | - | - | 546,3 |
| 27 | - | - | 108,2 | - | - | - | 641,4 | - | - | 749,5 |
| 28 | - | - | 604,7 | - | 36,3 | 21,8 | 236,4 | - | - | 899,3 |
| 29 | - | - | 124,9 | - | - | - | 455,8 | pod LOQ | - | 580,6 |
| 30 | - | 23,8 | 381,1 | - | - | - | - | - | - | 404,9 |
| 31 | - | 25,2 | 31,3 | - | 66,8 | - | 258,9 | 25,6 | - | 407,6 |
| 32 | - | 26,4 | 43,2 | - | 30,9 | - | 168,1 | 48,9 | - | 317,6 |
| 33 | - | 25,0 | 82,6 | - | pod LOQ | - | 370,5 | - | - | 478,1 |
| 34 | - | 44,5 | 103,8 | - | - | - | - | - | - | 148,3 |
| 35 | - | 44,2 | 100,1 | 37,5 | - | - | - | - | - | 181,8 |
| 36 | - | 46,4 | 106,9 | - | - | - | - | - | - | 153,4 |
| 37 | - | 22,2 | 63,8 | - | - | - | 167,8 | 23,4 | - | 277,1 |
| 38 | - | 22,7 | 50,4 | - | - | - | - | 24,8 | - | 98,0 |
| 39 | - | 23,2 | 92,1 | - | - | - | - | - | - | 115,2 |
| 40 | - | 48,0 | 153,4 | 37,3 | - | - | - | - | - | 238,6 |
| 41 | - | 46,1 | 97,3 | - | - | - | - | 51,8 | - | 195,2 |
| 42 | - | 45,6 | 82,1 | - | - | - | - | - | - | 127,6 |
| 43 | - | 19,0 | 25,9 | - | - | - | - | - | - | 44,9 |
| 44 | - | 43,9 | 82,2 | 38,3 | 42,8 | - | - | - | - | 207,1 |
| 45 | - | pod LOQ | 58,4 | pod LOD | - | - | - | pod LOQ | - | 58,4 |
| 46 | - | 15,3 | 92,1 | pod LOD | - | - | - | pod LOQ | - | 107,4 |
| 47 | - | pod LOQ | 89,1 | 36,0 | - | - | pod LOQ | pod LOQ | - | 125,1 |
| 48 | - | pod LOD | 192,3 | - | pod LOQ | pod LOQ | pod LOQ | - | - | 192,3 |
| 49 | - | pod LOQ | 36,7 | pod LOD | - | - | 240,4 | 23,0 | - | 300,1 |
| 50 | - | pod LOQ | 63,1 | pod LOD | - | - | - | pod LOQ | - | 63,1 |
| 51 | - | pod LOQ | 91,0 | - | pod LOQ | pod LOQ | 170,9 | pod LOQ | - | 261,9 |
| LOD | 5,0 | 5,0 | 3,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 50,0 | 6,0 | 50,0 | |
| LOQ | 15,0 | 15,0 | 10,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 150,0 | 20,0 | 150,0 | |

3 DISTRIBUCE MYKOTOXINŮ V ZEMĚDĚLSKÝCH PRODUKTECH A JEJICH ZMĚNY PŘI ZPRACOVÁNÍ

Jak již bylo řečeno úvodem, ke kontaminaci může dojít v předsklizňovém období, období sklizně i průběhu skladování. Incidence mykotoxinů se může rok od roku lišit, a proto je nutné provádět stálou kontrolu obsahů v zemědělských komoditách. Nejen hrozící zdravotní riziko, ale také velké ekonomické ztráty způsobené napadením zemědělských plodin vláknitými houbami, vedou k dalšímu hlubšímu zkoumání fyzikálně-chemických vlastností mykotoxinů, faktorů ovlivňujících jejich výskyt, mechanismů toxických účinků na živé organismy a vývoji moderních instrumentálních technik jejich stanovení.

V předkládané zprávě je popsáno sledování trichothecenových mykotoxinů ve vzorcích ječmene cíleně kontaminovaných sporami izolátu houby *Fusarium culmorum* a z nich připravených sladech. Na základě zjištěných hladin trichothecenových mykotoxinů v analyzovaných vzorcích ječmene a sladu, byl diskutován vliv agrotechnických opatření (vliv předplodin a způsobu pěstování) a odrůdové odolnosti vůči fusáriové infekci.

3.1 Analyzovaný materiál

Předložená studie byla vypracována ve spolupráci s Výzkumným ústavem rostlinné výroby Praha Ruzyně, Zemědělským výzkumným ústavem Kroměříž a Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským Brno. Na Ústavu chemie a analýzy potravin VŠCHT Praha byly vzorky jarního ječmene a z nich vyrobené slady vyšetřeny na obsah vybraných trichothecenových mykotoxinů.

Rostliny ječmene byly uměle infikovány postřikem vodní suspenze konidií vláknité houby rodu *Fusarium culmorum* o koncentraci 10^6 /ml v polovině doby kvetení. Pěstováno bylo jedenáct odrůd jarního ječmene po čtyřech odlišných předplodinách. Rostliny byly v průběhu růstu ošetřeny různými kombinacemi fungicidních přípravků.

Získané vzorky ječmene (94 vzorků) a sladu (91 vzorků), viz **Tab. IX - XIII**, byly analyzovány na obsah devíti trichothecenů: deoxynivalenolu (DON), nivalenolu (NIV), T-2 tetraolu (T-2 tetr), fusarenonu (FUS-X), diacetoxyscirpenolu (DAS), HT-2 toxinu (HT-2 tox), T-2 toxinu (T 2 tox), 3-acetyldeoxynivalenolu (3-ADON) a 15-acetyldeoxynivalenolu (15-ADON).

Rozpis variant pokusů:**A) Pokusy bez umělé infekce fusárii**

Pěstováno bylo jedenáct odrůd ječmene jarního (Akcent, Amulet, Forum, Kompakt, Nordus, Olbram, Tolar, Jersey, Sabel, Prestige a Scarlett) po předplodině cukrovce, tak aby byl chráněn proti kontaminaci sporymi fusárii. Zrna z těchto pokusů sloužila jako základ pro porovnání se vzorky, u kterých byla provedena cílená infekce

B) Pokusy očkované fusárii

Pokusy byly založeny po čtyřech předplodinách: cukrovce, obilovině – ozimé pšenici, řepce a kukuřici. Do každého z uvedených pokusů bylo zařazeno jedenáct odrůd jarního ječmene, rostliny byly ošetřeny proti padlí travnímu přípravkem Cerelux Plus.

Cílem tohoto projektu bylo vytipovat vhodné předplodiny pro pěstování jarního ječmene, určit rezistenci jedenácti odrůd ječmene vůči fusáriové infekci a vybrat účinné fungicidní přípravky potlačující tvorbu mycelia. Dále pak sledovat přechod trichothecenových mykotoxinů do sladu.

Tabulka IX Přehled analyzovaných vzorků ječmene a sladu - předplodina **CUKROVKA**

Lokalita: Vážany Cihelna

Ošetření: Granstar 20 g + Starane 0,3 l + Cerelux Plus 0,6 l (proti listovým chorobám)

| <i>Odrůda</i> | <i>Varianta</i> |
|---------------|-----------------------|
| FORUM | neinfikovaná kontrola |
| JERSEY | neinfikovaná kontrola |
| TOLAR | neinfikovaná kontrola |
| AKCENT | neinfikovaná kontrola |
| NORDUS | neinfikovaná kontrola |
| AMULET | neinfikovaná kontrola |
| SABEL | neinfikovaná kontrola |
| SCARLETT | neinfikovaná kontrola |
| OLBRAM | neinfikovaná kontrola |
| PRESTIGE | neinfikovaná kontrola |
| KOMPAKT | neinfikovaná kontrola |

Tabulka X Přehled analyzovaných vzorků ječmene a sladu – předplodina **ŘEPKA**

Lokalita: Pod ústavem

| Odrůda | Fungicidní ošetření T1 resp. varianta kontroly |
|---------------|--|
| FORUM | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| FORUM | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| JERSEY | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| JERSEY | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| TOLAR | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| TOLAR | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| AKCENT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| AKCENT | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| NORDUS | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| NORDUS | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| AMULET | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| AMULET | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| SABEL | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| SABEL | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| SCARLETT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| SCARLETT | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| OLBRAM | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| OLBRAM | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| PRESTIGE | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| OLBRAM | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| KOMPAKT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| KOMPAKT | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |

Tabulka XI Přehled analyzovaných vzorků ječmene a sladu - předplodina **CUKROVKA**

Lokalita: Vážany Cihelna, ošetření: Cerelux Plus 0,6 l

| Odrůda | Fungicidní ošetření, resp. varianta kontroly |
|---------------|---|
| KOMPAKT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| KOMPAKT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| KOMPAKT | Amistar 1,0 l |
| KOMPAKT | Folicur BT 0,7 l + Sportak HF 0,5 l |
| KOMPAKT | Juwel 0,8 l |
| KOMPAKT | Folicur BT 1,0 l |
| KOMPAKT | Charisma 1,5 l |
| KOMPAKT | Orius 1,0 l |
| KOMPAKT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| KOMPAKT | Amistar 0,5 l + Duett 0,5 l |
| KOMPAKT | Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,5 l |
| KOMPAKT | Amistar 0,6 l + Caramba 0,5 l |
| KOMPAKT | Charisma 1,0 l + Caramba 0,5 l |
| KOMPAKT | Caramba 1,5 l |
| KOMPAKT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| KOMPAKT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |

Tabulka XII Přehled analyzovaných vzorků ječmene a sladu - předplodina **OBILOVINA**
Lokalita: Jarohněvsko spodní

| Odrůda | Fungicidní ošetření T1,T2, resp. varianta kontroly |
|---------------|---|
| FORUM | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| FORUM | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| JERSEY | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| JERSEY | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| TOLAR | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| TOLAR | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| AKCENT | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| AKCENT | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| NORDUS | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| NORDUS | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| AMULET | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| AMULET | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| SABEL | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| SABEL | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| SCARLETT | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| SCARLETT | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| OLBRAM | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| OLBRAM | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| PRESTIGE | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| OLBRAM | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |
| KOMPAKT | infikovaná kontrola fusárií bez fungicidního ošetření |
| KOMPAKT | T1: Archer Top 0,6 l, T2: Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,75 l |

Tabulka XIII Přehled analyzovaných vzorků ječmene a sladu - předplodina **KUKUŘICE**

Lokalita: Jarohněvsko Zahrádky, ošetření: Cerelux Plus 0,6 l

| Odrůda | Fungicidní ošetření, resp. varianta kontroly |
|---------------|---|
| KOMPAKT | Amistar 0,5 l + Duett 0,5 l + Siwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Amistar 1,0 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Juwel 0,8 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Charisma 1,5 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Charisma 1,0 l + Sportak HF 0,5 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Charisma 1,0 l + Caramba 0,5 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Folicur BT 0,7 l + Sportak HF 0,5 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Folicur BT 1,0 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Orius 1,0 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Amistar 0,6 l + Caramba 0,7 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | Caramba 1,5 l + Silwet 0,1 % + 0,6 l vody |
| KOMPAKT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| KOMPAKT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| PRESTIGE | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| OLBRAM | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| SCARLETT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| SABEL | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| AMULET | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| NORDUS | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| AKCENT | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| TOLAR | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| JERSEY | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |
| FORUM | infikovaná kontrola fusárii bez fungicidního ošetření |

3.2 Zhodnocení výskytu fusáriových mykotoxinů ve vzorcích ječmene a sladu

Vzorky ječmene jarního a sladu byly vyšetřeny v roce 2002 – 2003 na Ústavu chemie a analýzy potravin (VŠCHT Praha) na obsah devíti trichothecenových mykotoxinů, z nichž nejvýznamější je DON. Deoxynivalenol bývá obecně využíván jako marker výskytu fusáriových mykotoxinů a je také v dalších kapitolách především diskutován. Nálezy ostatních mykotoxinů v daných pokusech jsou shrnuty v patřičných tabulkách.

Nálezy sledovaných trichothecenových mykotoxinů u vybraných vzorků ječmene jarního cíleně infikovaných suspenzí spor *Fusarium culmorum* a z nich připravených sladů jsou shrnuty v **Přílohách I -VIII**.

V rámci této práce byly sledovány následující body:

- 1) Spektrum a obsah trichothecenových mykotoxinů stanovených ve vzorcích ječmene jarního a z nich vyrobeného sladu
- 2) Vliv předplodiny na obsah vybraných mykotoxinů ve vzorcích ječmene jarního

- 3) Rezistence odlišných odrůd ječmene jarního vůči produkci trichothečenů
- 4) Účinnost odlišných kombinací fungicidních přípravků na potlačení růstu mikroskopických vláknitých hub v průběhu vegetačního období rostlin

3.2.1 Spektrum trichothečenových mykotoxinů stanovených ve vzorcích ječmene jarního a sladu

Vláknitá houba rodu *Fusarium culmorum*, kterou byly rostliny infikovány v polovině doby kvetení, patří mezi hlavní producenty trichothečenů *typu B* (DON, NIV, 15-ADON a 3-ADON) a tento fakt byl potvrzen na základě námi zjištěných nálezů. V testovaných vzorcích byly nalezeny trichothečenové mykotoxiny DON, 15-ADON, 3-ADON, NIV, HT-2 tox. a T-2 tetr. Nálezy ostatních mykotoxinů v některých testovaných vzorcích svědčí o přirozeném výskytu dalších druhů rodu *Fusarium* na poli v průběhu vegetačního období rostlin a sklizně. Ze vzorků pěstovaných po předplodině cukrovce, které jako jediné nebyly v polovině doby kvetení cíleně infikovány, lze odhadnout přirozenou kontaminaci lokality.

Dominantním trichothečenem byl ve všech analyzovaných vzorcích ječmene jarního a sladu deoxynivalenol. Přestože byla provedena cílená infekce odrůd ječmene, která byla mnohonásobně vyšší než běžná přirozená kontaminace vzorků, hladiny DON nepřekročily hygienický limit pro ČR v obilninách (2 mg/kg). Při sladování došlo u některých analyzovaných vzorků k nárůstu koncentrace DON oproti původnímu ječmeni, např. ve vzorku ječmene odrůdy Kompakt (cíleně infikovaného, po předplodině kukuřici, ošetřeného fungicidním přípravkem Juwel) byla naměřena hodnota DON 1015,0 µg/kg a ve sladu vyrobeném ze zmiňovaného ječmene byla zjištěna koncentrace DON 3639,4 µg/kg, což odpovídalo nejvyšší naměřené hodnotě obsahu trichothečenu ve všech vyšetřených vzorcích .

3.2.2 Vliv předplodiny na obsah vybraných mykotoxinů ve vzorcích ječmene jarního

Vybraných jedenáct odrůd ječmene jarního (Forum, Jersey, Tolar, Akcent, Nordus, Amulet, Sabel, Scarlett, Olbram, Prestige a Kompakt) bylo pěstováno po čtyřech předplodinách.

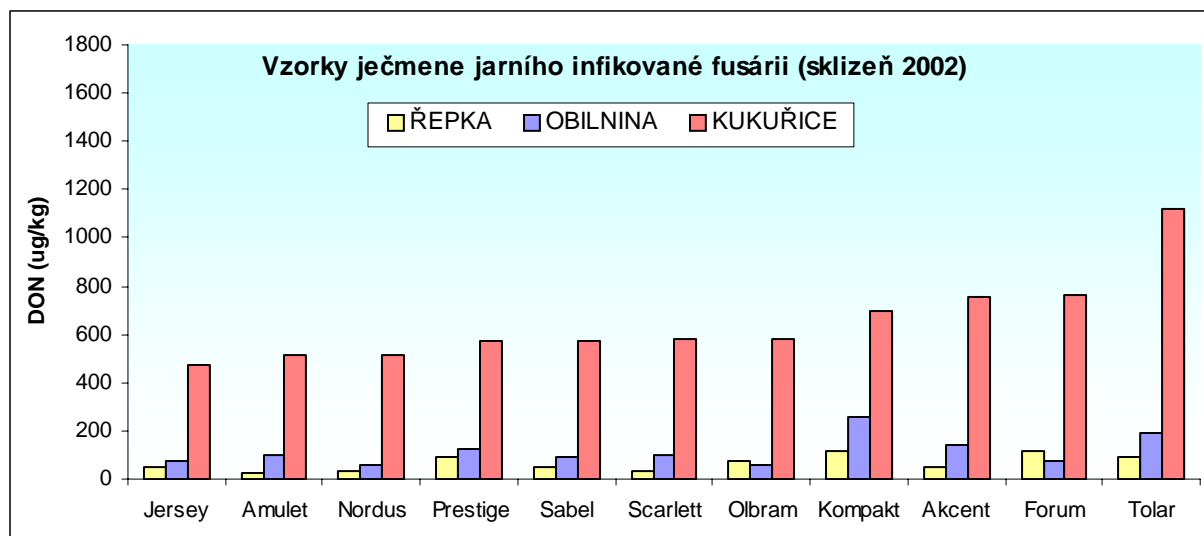
Orná půda byla před zasetím ječmene jarního upravena takto:

- sláma, zbytky předplodiny obilniny (ozimá pšenice), byla rozdrčena, pozemek byl podmítnut a zaorán střední orbou do půdy
- předplodina kukuřice byla sklizena pro zrno, její organické zbytky byly rozřezány a zaorány střední orbou do půdy

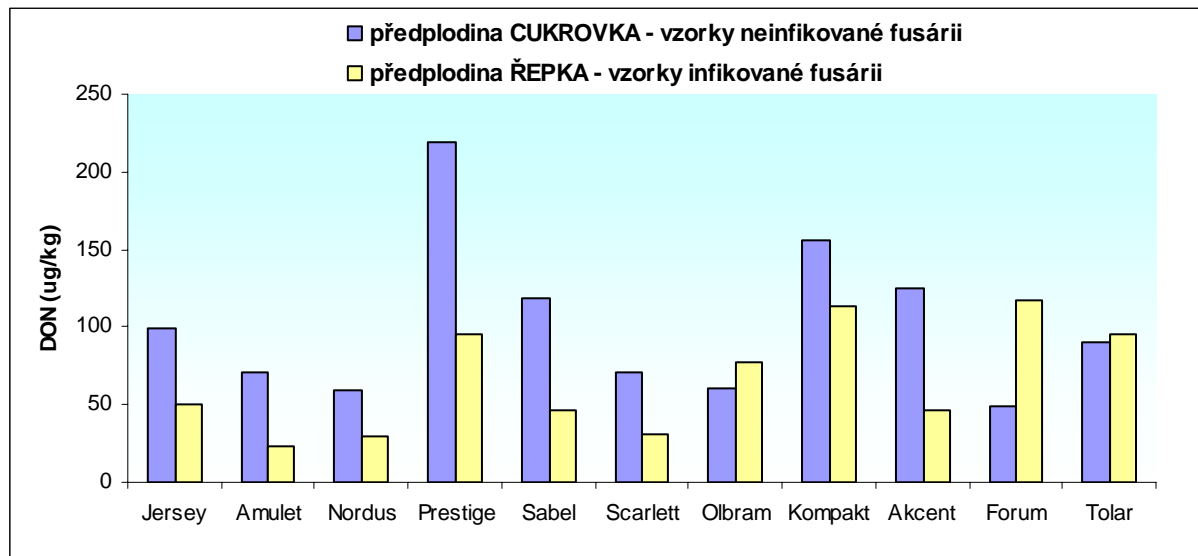
- z předplodiny cukrovky byl ponechán rozdrčený chrást a zapraven do půdy střední orbou
- zbytky předplodiny řepky byly zapraveny do půdy střední orbou

Porovnání infikovaných kontrolních vzorků ječmene jarního (bez ošetření fungicidem) pěstovaných po třech odlišných předplodinách (řepce, obilnině a kukuřici) je graficky znázorněno na **Obr. 19**. Hladiny DON po předplodině kukuřici jsou několikrát vyšší než po předplodině obilnině nebo řepce. Na **Obr. 20** jsou porovnávány vzorky ječmene jarního po předplodině cukrovce (neinfikované vzorky) a řepce (cíleně infikované vzorky), po které byly koncentrace DON ve všech odrůdách ječmene ve srovnání s předplodinami kukuřicí a obilninou nejnižší. Přestože cílená infekce vzorků sporami hub *Fusarium* byla mnohonásobně vyšší než jejich přirozená kontaminace, hladiny DON ve vzorcích ječmene po předplodině cukrovce (neinfikované vzorky) a řepce (infikované vzorky) jsou relativně srovnatelné a dosti nízké, pohybující se v rozsahu 20 - 200 µg/kg.

Z výsledků je patrné, že pěstování kukuřice je nejméně vhodné pro následné nasetí sladovnického ječmene (organické zbytky, které byly zaorány po předplodině kukuřici jsou pravděpodobně vhodným substrátem pro šíření hub rodu *Fusarium* a následně produkci mykotoxinů). Naopak po předplodině řepce byly nálezy DON v ječmeni nejnižší. Otázkou zůstává, jaká by byla incidence DON ve vzorcích ječmene po všech čtyřech testovaných předplodinách bez umělé infekce.



Obrázek 19 Vliv předplodiny na obsah DON – vzorky ječmene jarního cíleně infikované

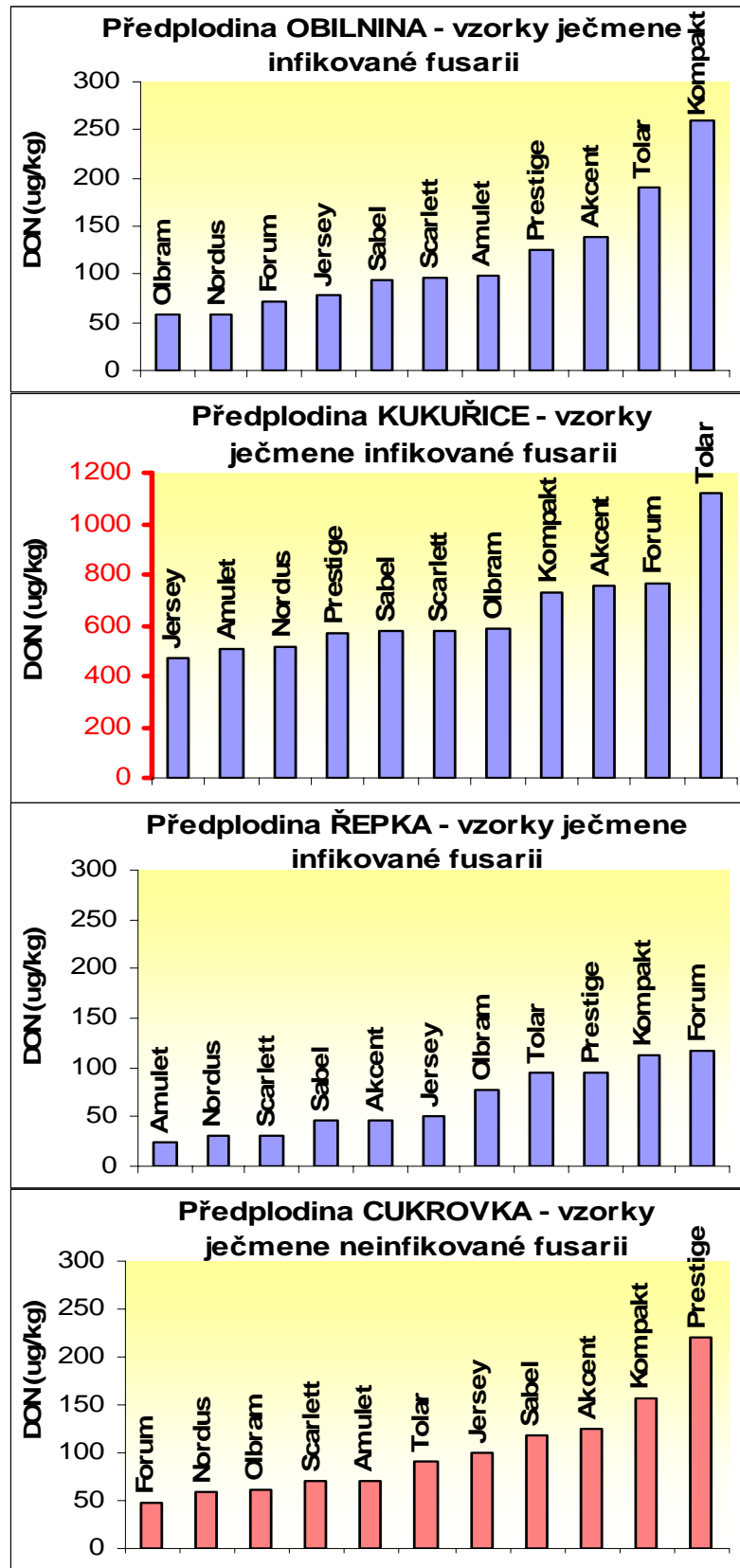


Obrázek 20 Vliv předplodiny na obsah DON v ječmenech – vzorky infikované i neinfikované

3.2.3 Rezistence odrůd ječmene jarního vůči produkci trichothecenů

K porovnání odolnosti či naopak náchylnosti vůči produkci trichothecenových mykotoxinů bylo testováno již dříve zmiňovaných jedenáct odrůd ječmene jarního (Forum, Jersey, Tolar, Akcent, Nordus, Amulet, Sabel, Scarlett, Olbram, Prestige a Kompakt), které patří mezi běžně pěstované odrůdy v České republice. Vliv odrůdy na produkci DON byl zkoumán po čtyřech předplodinách, a to cukrovce (vzorky neinfikované, bez fungicidního ošetření), kukuřici, řepce a obilnině (vzorky infikované, neošetřené fungicidy), viz **Obr. 21**.

Podle nálezů DON ve vzorcích byly odrůdy jarního ječmene roztrženy do skupin od nejvíce odolných po nejnáchylnější vůči produkci mykotoxinů, viz **Tab. XIV**. Jako náchylné byly vytipovány odrůdy sladovnického ječmene Kompakt a Prestige. Za odolné odrůdy lze považovat Nordus, Tolar a Olbram. U některých z testovaných odrůd se rezistence měnila s předplodinou (např. Jersey byla vyhodnocena po předplodině obilovině jako nejodolnější odrůda, ale po předplodinách kukuřici, řepce a cukrovce se řadila mezi náchylnější odrůdy). Je tedy možné, že předplodina má v některých případech větší vliv na produkci DON než genetická výbava dané odrůdy ječmene. Otázkou zůstává, zda toto rozdělení v případě ječmene pěstovaném po kukuřici, řepce a obilnině bude platit i v případě nižších koncentračních hladin, resp. za podmínek „přirozeného“ výskytu.



Obrázek 21 Rezistence odrůd ječmene jarního vůči fusáriové infekci hodnocené na základě produkci DON

Tabulka XIV Rozdělení odrůd ječmene podle rezistence vůči produkci DON

| | odolné odrůdy | | | | | | → | náchylné | | | | |
|-----------------|---------------|--------|----------|----------|--------|----------|--------|----------|----------|---------|----------|--|
| cukrovka | Forum | Nordus | Olbram | Scarlett | Amulet | Tolar | Jersey | Sabel | Akcent | Kompakt | Prestige | |
| řepka | Amulet | Nordus | Scarlett | Sabel | Akcent | Jersey | Olbram | Tolar | Prestige | Kompakt | Forum | |
| obilnina | Olbram | Nordus | Forum | Jersey | Sabel | Scarlett | Amulet | Prestige | Akcent | Tolar | Kompakt | |
| kukuřice | Jersey | Amulet | Nordus | Prestige | Sabel | Scarlett | Olbram | Kompakt | Akcent | Forum | Tolar | |

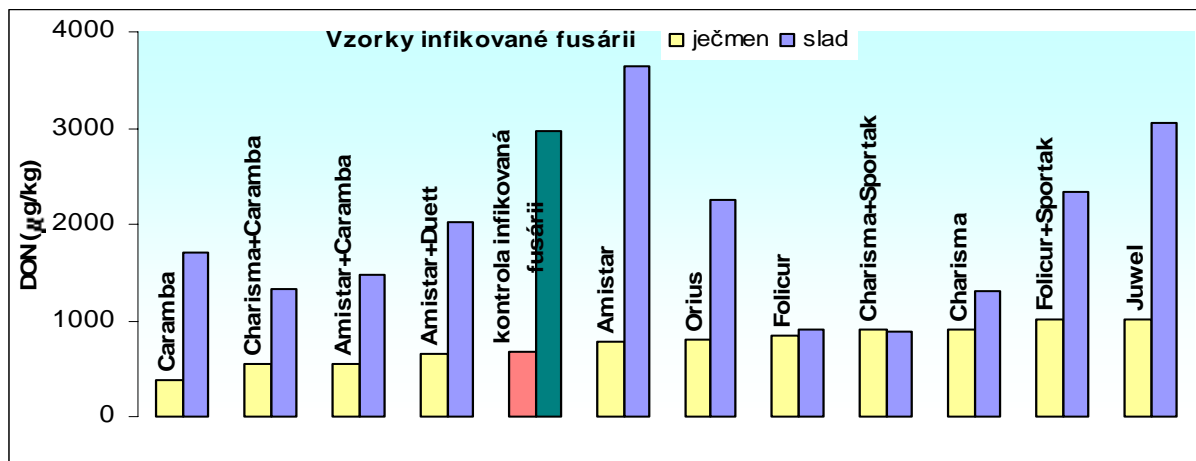
3.2.4 Testování účinnosti aplikace fungicidních přípravků na potlačení růstu vláknitých hub a produkci trichothecenů

V posledních letech je věnována velká pozornost dekontaminačním metodám mykotoxinů, především testování fungicidních přípravků k potlačení růstu houbového mycelia v průběhu vegetačního období rostlin. V této práci byl posuzován vliv devíti odlišných fungicidů nebo jejich kombinací.

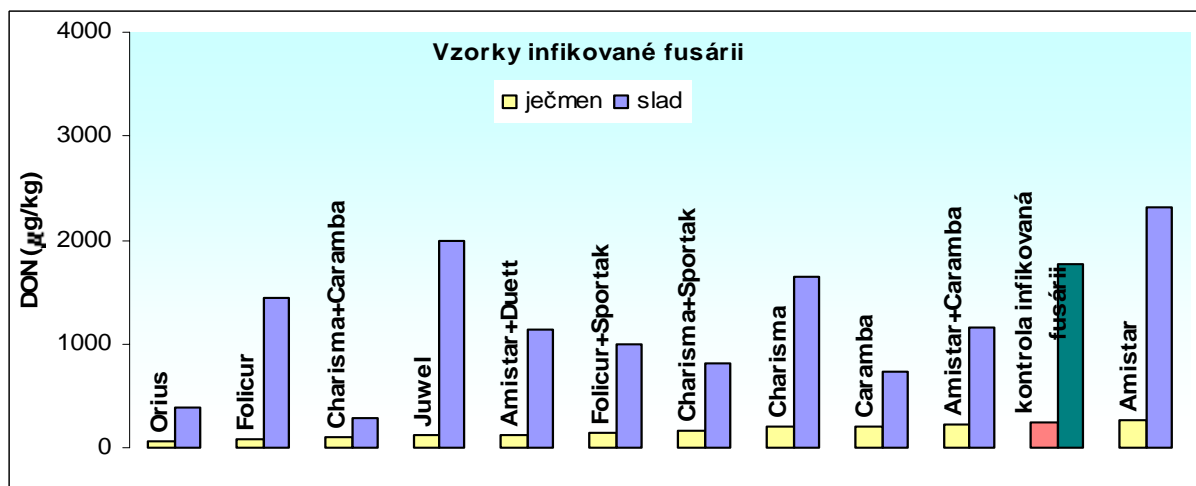
Při porovnání vlivu odlišných fungicidů na hladiny DON byla vybrána odrůda ječmene jarního Kompakt, která je v současnosti dominantně pěstovaná v ČR a je řazena mezi náchylnější odrůdy vůči napadení mikroskopických vláknitých hub. Pokus byl založen na rostlinách pěstovaných po předplodinách kukuřici a cukrovce. Rostliny byly infikovány sporama hub *Fusarium culmorum* v polovině doby kvetení. Testováno bylo jedenáct fungicidních přípravků aplikovaných na porost jednorázově vždy ve stejnou dobu. Seznam účinných látek fungicidních přípravků je uveden v **Tab. XV**. Srovnání účinku jednotlivých fungicidních přípravků na hladiny DON je uvedeno na **Obr. 22** a **Obr. 23**. Po předplodině kukuřici došlo ke snížení koncentrace DON (oproti kontrolnímu vzorku neošetřeném fungicidy) pouze po aplikaci fungicidního přípravku Caramba, či jeho kombinaci s dalším prostředkem (Amistar, Charisma). Po předplodině cukrovce byly nálezy DON oproti hladinám po kukuřici nízké a aplikace fungicidů byla účinná ve všech případech, kromě přípravku Amistar.

Tabulka XV Seznam použitých fungicidních přípravků a jejich účinných látek

| <i>Fungicid</i> | Účinná látka fungicidu |
|-----------------|---|
| Amistar | azoxystrobin |
| Archer Top | propiconazole (triazole) |
| Caramba | metzonazole |
| Duett | carbendazín (benzimidazole)+epoxiconazole (triazole) |
| Folikur BT | tebuconazole (triazole)+triadimefon (triazole) |
| Charisma | famoxadone (oxazolidinedione) + flusilazole (triazole) |
| Juwel | epoxiconazole (triazole)+kresoxim-methyl (oximinoacetate) |
| Orius | orius |
| Sportak HF | prochloraz |

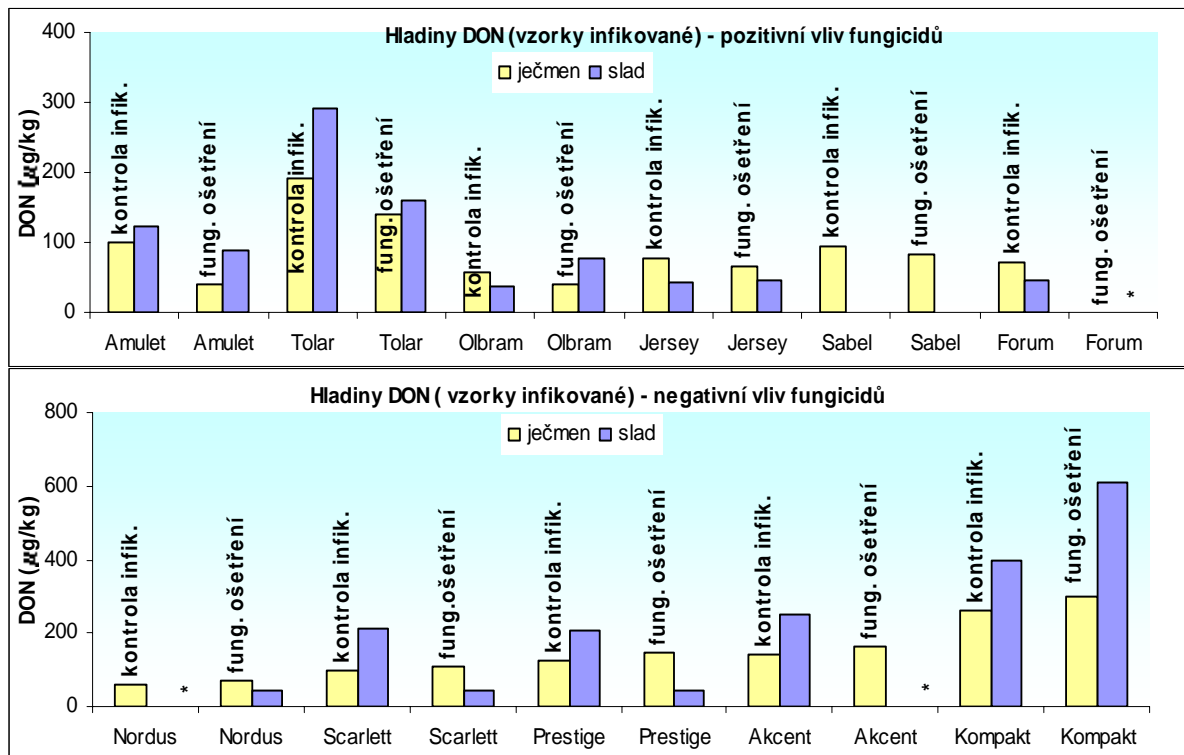


Obrázek 22 Porovnání odlišných fungicidních přípravků na hladiny DON u odrůdy Kompakt - předplodina kukuřice

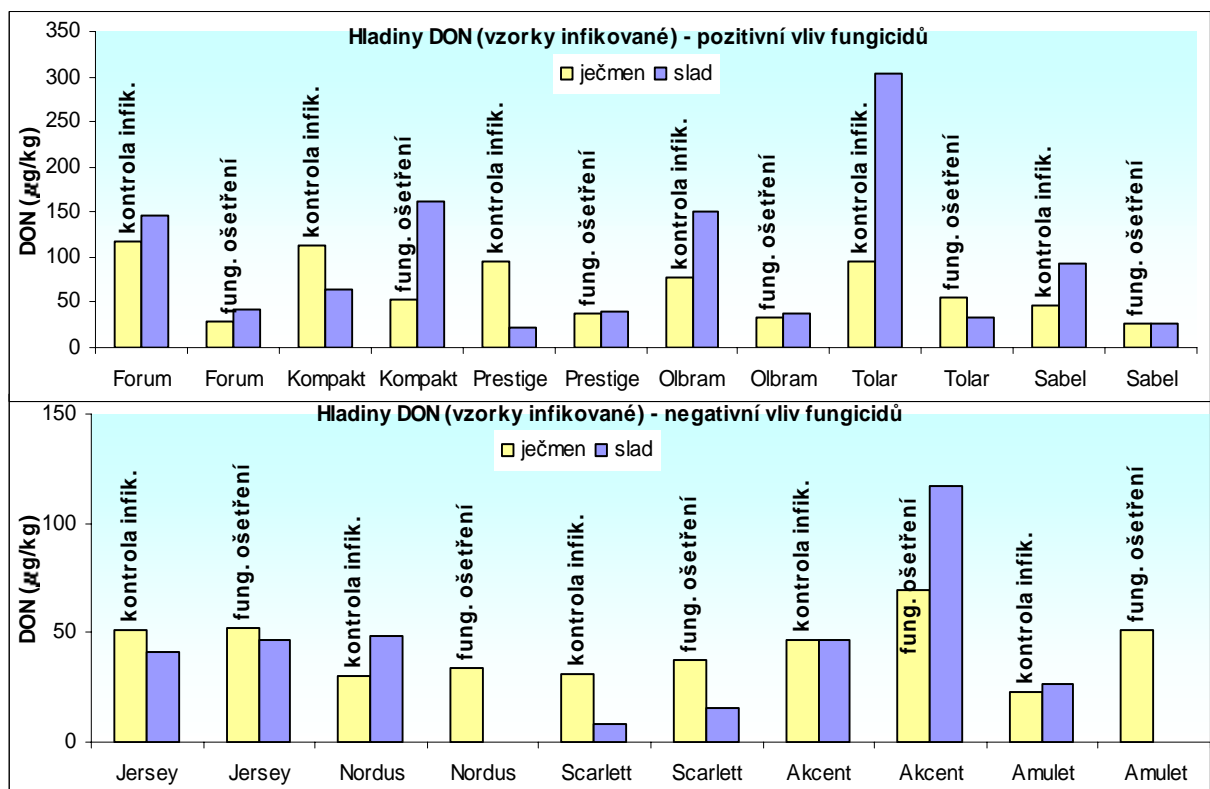


Obrázek 23 Porovnání odlišných fungicidních přípravků na hladiny DON u odrůdy Kompakt - předplodina cukrovka

Porovnání aplikace fungicidů Archer Top a Charisma + Sportak použitých na jedenáct odrůd ječmene jarního pěstovaných po odlišných předplodinách (řepce, obilovině) je graficky znázorněno na **Obr. 24** a **Obr. 25**. Po aplikaci těchto fungicidních prostředků po předplodině obilovině došlo ke snížení koncentrace DON oproti kontrolnímu vzorku u odrůdy Amulet, Olbram, Tolar, Jersey, Sabel a Forum. V případě předplodiny řepky, po které jsou nálezy DON celkově nižší, byla tato kombinace účinná na odrůdy Forum, Kompakt, Prestige, Olbram, Tolar a Sabel. Souhrnně lze tedy říci, že ke snížení koncentrace DON došlo u odrůd Olbram, Forum, Sabel a Tolar. Naopak ke zvýšení hladiny DON došlo v případě odrůdy Akcent, Scarlett a Nordus. Fungicidní ošetření se neprojevovalo u odrůdy Jersey a Amulet.



Obrázek 24 Vliv fungicidního ošetření (Archer Top, Charisma + Sportak) na obsah DON – předplodina obilnina (* vzorek nebyl analyzován)



Obrázek 25 Vliv fungicidního ošetření (Archer Top, Charisma + Sportak) na obsah DON – předplodina řepka

Zhodnocení incidence trichothečenů v ječmenech a sladech

- Mezi nejčastěji vyskytujícími trichothečenami ve vzorcích ječmene jarního a sladu (uměle infikovaných i neinfikovaných, ošetřených i neošetřených fungicidy) patřily DON, NIV a 15-ADON. Vlákniť houba rodu *Fusarium culmorum*, kterou byly rostliny infikovány v polovině doby kvetení, patří mezi hlavní producenty trichothečenů typu B (DON, NIV, 15-ADON a 3-ADON) a tento fakt byl potvrzen na základě zjištěných nálezů. Nálezy ostatních trichothečenů svědčí o přirozeném výskytu dalších druhů rodu *Fusarium* na poli v průběhu růstu a sklizně.
- Dominantním mykotoxinem ve všech testovaných odrůdách ječmene a z nich vyrobených sladech byl deoxynivalenol. Přestože byla provedena cílená infekce odrůd ječmene, která byla mnohonásobně vyšší než přirozená kontaminace vzorků v polních podmínkách, hladiny DON ve vzorcích ječmene nepřekročily hygienický limit pro ČR v obilninách (2 mg/kg). Zesladováním došlo ve většině vzorků k nárůstu DON oproti původnímu ječmeni. Nejvyšší hladina DON byla naměřena ve sladu vyrobeném z ječmene odrůdy Kompakt, (cíleně infikovaného, pěstovaného po předplodině kukuřici, ošetřeného fungicidním prostředkem Juwel), konkrétně 3639,4 µg/kg.
- Jedenáct odrůd sladovnického ječmene bylo pěstováno po čtyřech odlišných předplodinách (kukuřice, řepka, obilnina a cukrovka). U všech pokusů byl sledován vliv předplodiny na obsah DON. Nejméně vhodnou předplodinou pro následné nasetí ječmene byla kukuřice, dále pak cukrovka, obilnina a nejnižší koncentrace DON byla naměřena po předplodině řepce.
- Z jedenácti odlišných odrůd ječmene jarního (Forum, Jersey, Tolar, Akcent, Nordus, Amulet, Sabel, Scarlett, Olbram, Prestige a Kompakt) pěstovaných po předplodinách kukuřici, obilnině, řepce (vzorky cíleně infikované) a cukrovce (vzorky neinfikované) je možné za rezistentní vůči trichothečenům považovat odrůdy Nordus, Tolar a Olbram. Naopak jako náchylné byly označeny odrůdy Kompakt a Prestige.
- Testování účinnosti aplikace fungicidního prostředku nebo jejich směsí bylo provedeno na odrůdě ječmene Kompakt po předplodině cukrovce a kukuřici (vzorky cíleně infikované suspenzí spor *Fusarium culmorum*). Aplikací žádného z použitých přípravků nebyla zcela potlačena produkce DON. Jako relativně účinný byl vytipován fungicidní prostředek Caramba (popř. jeho kombinace s dalším fungicidním prostředkem). Přestože fungicidy

měly ve většině případů pozitivní vliv na snížení hladin DON, došlo také k opačnému efektu, a to k nárůstu koncentrace DON, např. po aplikaci přípravku Amistar.

- Po aplikaci fungicidních prostředků (Archer Top, Charisma + Sportak), která byla použita na jedenáct odrůd ječmene jarního pěstovaných po předplodinách řepce a obilnině, došlo ke snížení koncentrací DON oproti kontrolním vzorkům u odrůd Olbram, Forum, Sabel a Tolar. Naopak ke zvýšení hladin DON došlo v případě odrůdy Akcent, Scarlett a Nordus.
- V souvislosti z výše uvedenými jednotlivými body závěru nesmí být opomenuty další významné faktory ovlivňující hladiny mykotoxinů (např. geografické a klimatické podmínky, míra fyziologického stresu, vlastní rezistence kultivaru proti napadení vláknité houby), které nebyly v této práci zohledněny.

4 PŘÍLOHY I–VIII

Příloha I Hladiny trichothecenových mykotoxinů (µg/kg) ve sledovaných odrůdách ječmene jarního – předplodina **KUKUŘICE**

| Odrůda | Ošetření* | NIV | T-2 tetr | DON | FUS-X | 15-ADON | 3-ADON | DAS | HT-2 tox | T-2 tox |
|----------|-----------------------------|-------|----------|--------|---------|---------|--------|------|----------|---------|
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 45,5 | 22,9 | 725,3 | pod LOQ | 112,1 | 53,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| PRESTIGE | kontrola infikovaná fusárií | 18,3 | 15,7 | 571,6 | pod LOQ | 96,1 | 57,3 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| OLBRAM | kontrola infikovaná fusárií | 51,4 | 22,0 | 583,0 | 25,2 | 105,3 | 42,6 | n.d. | n.d. | n.d. |
| SCARLETT | kontrola infikovaná fusárií | 29,4 | 24,3 | 578,3 | n.d. | 114,4 | 41,8 | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| SABEL | kontrola infikovaná fusárií | 18,0 | 17,3 | 575,6 | pod LOQ | 93,2 | 51,1 | n.d. | n.d. | n.d. |
| AMULET | kontrola infikovaná fusárií | 20,6 | pod LOQ | 510,6 | n.d. | 80,0 | 40,6 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| NORDUS | kontrola infikovaná fusárií | 27,0 | 13,1 | 511,7 | pod LOQ | 71,6 | 50,1 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| AKCENT | kontrola infikovaná fusárií | 23,8 | 20,9 | 758,7 | pod LOQ | 170,1 | 73,7 | n.d. | n.d. | 401,6 |
| TOLAR | kontrola infikovaná fusárií | 67,5 | 23,4 | 1119,1 | n.d. | 167,8 | 76,6 | n.d. | n.d. | n.d. |
| JERSEY | kontrola infikovaná fusárií | 15,3 | 16,0 | 471,0 | n.d. | 87,7 | 50,1 | n.d. | n.d. | n.d. |
| FORUM | kontrola infikovaná fusárií | 24,6 | 20,2 | 764,0 | n.d. | 105,8 | 52,7 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | Amistar+Duett | 48,1 | 26,8 | 656,9 | pod LOQ | 115,8 | 51,4 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | Amistar | 49,7 | 22,6 | 777,8 | pod LOQ | 121,5 | 52,4 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Juwel | 79,1 | 30,8 | 1015,0 | n.d. | 155,8 | 74,6 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | Charisma | 41,3 | 13,2 | 912,3 | n.d. | 134,6 | 70,3 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma+Sportak | 39,9 | 17,3 | 897,0 | n.d. | 137,6 | 80,3 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma+Caramba | 65,9 | 23,4 | 538,3 | n.d. | 106,5 | 44,3 | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| KOMPAKT | Folicur+Sportak | 166,7 | 29,3 | 1000,8 | n.d. | 168,4 | 60,6 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | Folicur | 185,4 | 32,8 | 838,5 | pod LOQ | 130,0 | 61,7 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | Orius | 89,8 | 15,3 | 795,6 | n.d. | 109,1 | 62,4 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Amistar+Caramba | 62,0 | 14,8 | 540,0 | n.d. | 82,2 | 45,7 | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| KOMPAKT | Caramba | 39,2 | 21,6 | 368,5 | n.d. | 47,6 | 32,2 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 42,4 | 23,8 | 663,2 | pod LOQ | 111,9 | 53,7 | n.d. | n.d. | n.d. |
| | mez stanovitelnosti (LOQ) | 10 | 10 | 15 | 15 | 20 | 30 | 400 | 40 | 400 |
| | mez detekce (LOD) | 3 | 3 | 5 | 5 | 6 | 10 | 130 | 15 | 130 |

* vzorky, na které byl aplikován fungicid, byly cíleně kontaminovány
n.d. analyt nebyl detekován

Příloha II Hladiny trichotheceenových mykotoxinů (µg/kg) v testovaných vzorcích sladu – předplodina **KUKUŘICE**

| <i>Odrůda</i> | <i>Ošetření*</i> | <i>NIV</i> | <i>T-2 tet</i> | <i>DON</i> | <i>FUS-X</i> | <i>15-ADON</i> | <i>3-ADON</i> | <i>DAS</i> | <i>HT-2 tox</i> | <i>T-2tox</i> |
|---------------|-----------------------------|------------|----------------|------------|--------------|----------------|---------------|------------|-----------------|---------------|
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 67,6 | 56,3 | 272,6 | n.d. | 519,0 | 18,4 | n.d. | n.d. | n.d. |
| PRESTIGE | kontrola infikovaná fusárií | 68,1 | n.d. | 47,1 | n.d. | 579,2 | 16,4 | n.d. | n.d. | n.d. |
| OLBRAM | kontrola infikovaná fusárií | n.d. | n.d. | 43,5 | n.d. | 394,2 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| SCARLETT | kontrola infikovaná fusárií | 71,6 | n.d. | 90,5 | n.d. | 442,2 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| SABEL | kontrola infikovaná fusárií | 62,7 | n.d. | 262,9 | n.d. | 461,3 | 30,5 | n.d. | n.d. | n.d. |
| AMULET | kontrola infikovaná fusárií | 35,5 | n.d. | 1108,8 | n.d. | 320,3 | 548,5 | n.d. | n.d. | n.d. |
| NORDUS | kontrola infikovaná fusárií | 72,8 | n.d. | 773,0 | n.d. | 509,2 | 157,1 | n.d. | n.d. | n.d. |
| AKCENT | kontrola infikovaná fusárií | 72,1 | n.d. | 810,6 | n.d. | 528,3 | 134,6 | n.d. | n.d. | n.d. |
| TOLAR | kontrola infikovaná fusárií | 59,9 | n.d. | 1045,7 | n.d. | 319,0 | 253,1 | n.d. | 195,5 | n.d. |
| JERSEY | kontrola infikovaná fusárií | 81,2 | n.d. | 1124,5 | n.d. | 562,0 | 379,9 | n.d. | n.d. | n.d. |
| FORUM | kontrola infikovaná fusárií | 67,7 | n.d. | 1558,4 | n.d. | 323,8 | 291,9 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Amistar+Duett | 215,2 | 71,9 | 2026,2 | n.d. | 887,7 | 362,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Amistar | 79,8 | n.d. | 3639,4 | n.d. | 625,1 | 917,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Juwel | 170,7 | 74,4 | 3043,5 | n.d. | 759,8 | 640,3 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma | 118,2 | n.d. | 1295,8 | n.d. | 671,2 | 418,1 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma+Sportak | 64,2 | n.d. | 891,6 | n.d. | 489,8 | 180,5 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma+Caramba | 172,5 | n.d. | 1325,0 | n.d. | 524,3 | 197,0 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Folicur+Sportak | 119,2 | 61,1 | 2340,4 | n.d. | 1010,5 | 486,7 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Folicur | 132,4 | n.d. | 914,3 | n.d. | 521,2 | 150,6 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Orius | 154,8 | n.d. | 2257,9 | n.d. | 679,5 | 493,7 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Amistar+Caramba | 152,6 | n.d. | 1469,4 | n.d. | 626,9 | 239,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Caramba | 97,4 | n.d. | 1715,8 | n.d. | 953,8 | 252,3 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 78,7 | n.d. | 2972,2 | n.d. | 616,9 | 460,1 | n.d. | n.d. | n.d. |
| | mez stanovitelnosti (LOQ) | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 | 15 | 300 | 30 | 250 |
| | mez detekce (LOD) | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 5 | 100 | 10 | 70 |

* vzorky, na které byl aplikován fungicid, byly cíleně kontaminovány

n.d. analyt nebyl detekován

Příloha III Hladiny trichotheceenových mykotoxinů (µg/kg) ve sledovaných odrůdách ječmene jarního – předplodina **CUKROVKA**

| <i>Odrůda</i> | <i>Ošetření*</i> | <i>NIV</i> | <i>T-2 tetr</i> | <i>DON</i> | <i>FUS-X</i> | <i>15-ADON</i> | <i>3-ADON</i> | <i>DAS</i> | <i>HT-2 tox</i> | <i>T-2 tox</i> |
|---------------|-------------------------------|------------|-----------------|------------|--------------|----------------|---------------|------------|-----------------|----------------|
| FORUM | kontrola neinfikovaná fusárii | n.d. | 18,4 | 48,8 | n.d. | 21,7 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| JERSEY | kontrola neinfikovaná fusárii | 11,5 | 13,9 | 99,6 | n.d. | 23,3 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| TOLAR | kontrola neinfikovaná fusárii | 15,5 | 20,5 | 89,9 | n.d. | 33,3 | 30,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| AKCENT | kontrola neinfikovaná fusárii | 17,4 | 21,5 | 125,5 | n.d. | 46,7 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| NORDUS | kontrola neinfikovaná fusárii | 12,5 | 16,0 | 59,9 | n.d. | 21,0 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| AMULET | kontrola neinfikovaná fusárii | 27,0 | 13,1 | 71,5 | pod LOQ | 23,8 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | pod LOQ |
| SABEL | kontrola neinfikovaná fusárii | 16,1 | pod LOQ | 118,1 | 15,9 | 36,5 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| SCARLETT | kontrola neinfikovaná fusárii | 15,7 | 11,4 | 71,4 | 30,4 | 21,0 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| OLBRAM | kontrola neinfikovaná fusárii | 10,8 | 19,2 | 60,6 | n.d. | 28,5 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| PRESTIGE | kontrola neinfikovaná fusárii | 13,1 | 10,2 | 219,6 | 19,5 | 25,8 | 38,9 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | kontrola neinfikovaná fusárii | 19,0 | 18,0 | 156,0 | 50,8 | 43,9 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárii | 15,5 | 15,8 | 221,3 | n.d. | 38,8 | 35,4 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárii | n.d. | 19,4 | 191,1 | n.d. | 145,9 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | Amistar 1,0l | 15,4 | 22,3 | 255,5 | n.d. | 84,3 | 35,7 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Folicur BT 0,7+Sportak HF 0,5 | 18,0 | 18,7 | 146,5 | n.d. | 37,5 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | Juwel 0,8 | 11,3 | 18,1 | 113,5 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | Folicur BT 1,0 | n.d. | 20,4 | 83,1 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma 1,5 | 21,0 | 15,7 | 193,3 | pod LOQ | 23,7 | 37,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Orius 1,0 | 12,7 | 13,5 | 63,4 | n.d. | 23,7 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárii | 17,6 | 18,9 | 210,9 | n.d. | 39,0 | 30,2 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Amistar 0,5+Duett 0,5 l | n.d. | 16,0 | 115,5 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma 1,0+Sportak HF 0,5 | 11,6 | 17,5 | 163,6 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Amistar 0,6+Caramba 0,5 | 15,4 | 10,3 | 219,7 | n.d. | 32,4 | 35,7 | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma 1,0+Caramba 0,5 | 21,6 | 13,2 | 107,2 | 16,4 | 29,3 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | Caramba 1,5 | 11,9 | 12,7 | 195,4 | n.d. | 28,8 | 33,4 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárii | 22,7 | 24,3 | 260,0 | n.d. | 45,4 | 33,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárii | 18,6 | 13,8 | 344,1 | n.d. | 24,6 | 35,2 | n.d. | n.d. | n.d. |
| | mez stanovitelnosti (LOQ) | 10 | 10 | 15 | 15 | 20 | 30 | 400 | 40 | 400 |
| | mez detekce (LOD) | 3 | 3 | 5 | 5 | 6 | 10 | 130 | 15 | 130 |

Příloha IV Hladiny trichotheceenových mykotoxinů (µg/kg) v testovaných vzorcích sladu – předplodina **CUKROVKA**

| <i>Odrůda</i> | <i>Ošetření*</i> | <i>NIV</i> | <i>T-2 tet</i> | <i>DON</i> | <i>FUS-X</i> | <i>15-ADON</i> | <i>3-ADON</i> | <i>DAS</i> | <i>HT-2 tox</i> | <i>T-2 tox</i> |
|---------------|-------------------------------|------------|----------------|------------|--------------|----------------|---------------|------------|-----------------|----------------|
| FORUM | kontrola neinfikovaná fusárií | 133,8 | n.d. | 134,2 | n.d. | 375,2 | 26,4 | n.d. | n.d. | n.d. |
| JERSEY | kontrola neinfikovaná fusárií | 71,0 | n.d. | 154,4 | n.d. | 469,5 | 34,6 | n.d. | n.d. | n.d. |
| TOLAR | kontrola neinfikovaná fusárií | 164,8 | n.d. | 72,7 | n.d. | 487,9 | 34,1 | n.d. | n.d. | n.d. |
| AKCENT | kontrola neinfikovaná fusárií | 166,8 | n.d. | 320,1 | n.d. | 343,9 | 137,6 | n.d. | n.d. | n.d. |
| NORDUS | kontrola neinfikovaná fusárií | 184,5 | n.d. | 69,9 | n.d. | 500,8 | n.d. | n.d. | 111,9 | n.d. |
| AMULET | kontrola neinfikovaná fusárií | 158,5 | n.d. | 230,3 | n.d. | 436,0 | 131,5 | n.d. | n.d. | n.d. |
| SABEL | kontrola neinfikovaná fusárií | 41,0 | n.d. | 567,3 | n.d. | 305,5 | 156,5 | n.d. | n.d. | n.d. |
| SCARLETT | kontrola neinfikovaná fusárií | 127,3 | n.d. | 71,0 | n.d. | 400,7 | 0,0 | n.d. | n.d. | n.d. |
| OLBRAM | kontrola neinfikovaná fusárií | 46,3 | n.d. | 373,3 | n.d. | 329,5 | 62,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| PRESTIGE | kontrola neinfikovaná fusárií | 124,6 | n.d. | 227,3 | n.d. | 248,5 | 41,3 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola neinfikovaná fusárií | 130,6 | n.d. | 626,1 | n.d. | 473,9 | 274,2 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 47,5 | n.d. | 1608,0 | n.d. | 500,75 | 432,25 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 196,7 | n.d. | 3620,0 | n.d. | 985,4 | 920,5 | n.d. | 646,1 | n.d. |
| KOMPAKT | Amistar 1,0l | 68,0 | n.d. | 2309,0 | n.d. | 540,8 | 588,0 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Folicur BT 0,7+Sportak HF 0,5 | 138,3 | n.d. | 992,2 | n.d. | 256,8 | 390,3 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Juwel 0,8 | 66,0 | n.d. | 1993,5 | n.d. | 808,8 | 441,3 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Folicur BT 1,0 | 47,6 | n.d. | 1447,6 | n.d. | 647,8 | 232,3 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma 1,5 | 54,3 | n.d. | 1641,8 | n.d. | 1093,0 | 453,0 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Orius 1,0 | 44,0 | n.d. | 376,5 | n.d. | 476,5 | 107,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 199,0 | n.d. | 1268,9 | n.d. | 1104,8 | 554,0 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Amistar 0,5+Duett 0,5 l | 211,0 | n.d. | 1127,0 | n.d. | 971,1 | 455,3 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma 1,0+Sportak HF 0,5 | 52,2 | n.d. | 817,2 | n.d. | 339,2 | 140,2 | n.d. | 32,9 | n.d. |
| KOMPAKT | Amistar 0,6+Caramba 0,5 | 76,1 | n.d. | 1150,9 | n.d. | 449,5 | 364,4 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | Charisma 1,0+Caramba 0,5 | 46,4 | n.d. | 275,9 | n.d. | 338,6 | 97,0 | n.d. | 41,7 | n.d. |
| KOMPAKT | Caramba 1,5 | 51,2 | n.d. | 735,7 | n.d. | 323,1 | 118,2 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 43,3 | n.d. | 1135,8 | n.d. | 550,5 | 225,5 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 47,5 | 46,6 | 1248,3 | n.d. | 285,4 | 332,5 | n.d. | n.d. | n.d. |
| | mez stanovitelnosti (LOQ) | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 | 15 | 300 | 30 | 250 |
| | mez detekce (LOD) | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 5 | 100 | 10 | 70 |

Příloha V Hladiny trichotheecenových mykotoxinů ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ve sledovaných odrůdách ječmene jarního – předplodina **ŘEPKA**

| Odrůda | Ošetření* | NIV | T-2 tetr | DON | FUS-X | 15-ADON | 3-ADON | DAS | HT-2 tox | T-2 tox |
|----------|---|---------|----------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| FORUM | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | 19,6 | 117,1 | n.d. | 23,5 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| FORUM | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | n.d. | 17,3 | 27,7 | n.d. | 30,4 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| JERSEY | kontrola infikovaná fusárií | n.d. | 18,9 | 50,8 | pod LOQ | 22,9 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| JERSEY | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | 26,1 | 52,0 | n.d. | 36,7 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| TOLAR | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | 15,6 | 94,8 | n.d. | 25,4 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| TOLAR | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | n.d. | 19,1 | 56,1 | n.d. | 35,9 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| AKCENT | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | 18,6 | 47,0 | n.d. | 44,7 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| AKCENT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | 17,2 | 69,7 | 21,7 | 26,9 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| NORDUS | kontrola infikovaná fusárií | 12,9 | 20,4 | 30,0 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| NORDUS | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 21,3 | 12,2 | 34,2 | n.d. | 28,8 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| AMULET | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | 12,9 | 23,3 | pod LOQ | 22,3 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| AMULET | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 15,1 | 21,1 | 50,8 | n.d. | 51,0 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| SABEL | kontrola infikovaná fusárií | 10,7 | 19,7 | 46,3 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| SABEL | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | 12,7 | 26,9 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | pod LOQ | n.d. | n.d. |
| SCARLETT | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | 18,8 | 31,3 | pod LOQ | 22,2 | pod LOQ | pod LOQ | n.d. | pod LOQ |
| SCARLETT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | 28,7 | 37,8 | 28,0 | 33,0 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| OLBRAM | kontrola infikovaná fusárií | 13,2 | 21,2 | 77,1 | n.d. | 32,5 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| OLBRAM | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | 20,9 | 32,9 | 17,2 | 26,5 | pod LOQ | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| PRESTIGE | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | 17,1 | 95,1 | pod LOQ | 21,8 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | pod LOQ |
| PRESTIGE | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | 28,6 | 37,9 | n.d. | 27,7 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 10,8 | 27,4 | 113,3 | n.d. | 63,1 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | 21,9 | 53,1 | pod LOQ | 26,1 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| | mez stanovitelnosti (LOQ) | 10 | 10 | 15 | 15 | 20 | 30 | 400 | 40 | 400 |
| | mez detekce (LOD) | 3 | 3 | 5 | 5 | 6 | 10 | 130 | 15 | 130 |

n.d. analyt nebyl detekován

T1 první aplikace daného fungicidu (9.5.2002)

T2 druhá aplikace daného fungicidu (4.6.2002)

* vzorky, na které byl aplikován fungicid, byly cíleně kontaminovány

Příloha VI Hladiny trichothecenových mykotoxinů (µg/kg) v testovaných vzorcích sladu – předplodina **ŘEPKA**

| <i>Odrůda</i> | <i>Ošetření*</i> | <i>NIV</i> | <i>T-2 tetr</i> | <i>DON</i> | <i>FUS-X</i> | <i>15-ADON</i> | <i>3-ADON</i> | <i>DAS</i> | <i>HT-2 tox</i> | <i>T-2 tox</i> |
|---------------|---|------------|-----------------|------------|--------------|----------------|---------------|------------|-----------------|----------------|
| FORUM | kontrola infikovaná fusárií | 27,7 | n.d. | 146,5 | n.d. | 198,6 | n.d. | n.d. | 46,6 | n.d. |
| FORUM | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 52,1 | n.d. | 41,5 | n.d. | 263,7 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| JERSEY | kontrola infikovaná fusárií | 45,6 | n.d. | 40,8 | n.d. | 404,6 | n.d. | n.d. | 75,6 | n.d. |
| JERSEY | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 61,4 | n.d. | 46,3 | n.d. | 248,9 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| TOLAR | kontrola infikovaná fusárií | 69,1 | n.d. | 303,6 | n.d. | 246,7 | 107,1 | n.d. | n.d. | n.d. |
| TOLAR | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 49,2 | n.d. | 32,2 | n.d. | 396,0 | n.d. | n.d. | 52,3 | n.d. |
| AKCENT | kontrola infikovaná fusárií | 45,8 | n.d. | 46,7 | n.d. | 302,2 | n.d. | n.d. | 53,9 | n.d. |
| AKCENT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 45,0 | n.d. | 117,3 | n.d. | 367,4 | pod LOQ | n.d. | 50,6 | n.d. |
| NORDUS | kontrola infikovaná fusárií | 48,9 | n.d. | 48,5 | n.d. | 347,1 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| NORDUS | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 41,1 | n.d. | n.d. | n.d. | 422,7 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| AMULET | kontrola infikovaná fusárií | 41,5 | n.d. | 26,5 | n.d. | 224,4 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| AMULET | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 37,1 | n.d. | n.d. | n.d. | 334,0 | n.d. | n.d. | 39,2 | n.d. |
| SABEL | kontrola infikovaná fusárií | 40,0 | n.d. | 93,7 | n.d. | 202,4 | 16,4 | n.d. | pod LOD | n.d. |
| SABEL | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 33,1 | n.d. | 26,9 | n.d. | 205,1 | pod LOD | n.d. | n.d. | n.d. |
| SCARLETT | kontrola infikovaná fusárií | 30,7 | n.d. | pod LOQ | n.d. | 213,5 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| SCARLETT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 46,3 | n.d. | 15,1 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| OLBRAM | kontrola infikovaná fusárií | 42,1 | n.d. | 149,8 | n.d. | 188,3 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| OLBRAM | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 39,9 | n.d. | 37,1 | n.d. | 287,9 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| PRESTIGE | kontrola infikovaná fusárií | 41,2 | n.d. | 22,3 | n.d. | 163,6 | n.d. | n.d. | 39,3 | n.d. |
| OLBRAM | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 41,0 | n.d. | 39,8 | n.d. | 213,5 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 39,5 | n.d. | 64,3 | n.d. | 331,5 | n.d. | n.d. | 39,6 | n.d. |
| KOMPAKT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 38,7 | n.d. | 162,6 | n.d. | 424,8 | 22,2 | n.d. | 70,4 | n.d. |
| | mez stanovitelnosti (LOQ) | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 | 15 | 300 | 30 | 250 |
| | mez detekce (LOD) | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 5 | 100 | 10 | 70 |

n.d. analyt nebyl detekován

T1 první aplikace daného fungicidu (9.5.2002)

T2 druhá aplikace daného fungicidu (4.6.2002)

* vzorky, na které byl aplikován fungicid, byly cíleně kontaminovány

Příloha VII Hladiny trichotheceenových mykotoxinů ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ve sledovaných odrůdách ječmene jarního – předplodina **OBILNINA**

| <i>Odrůda</i> | <i>Ošetření*</i> | <i>NIV</i> | <i>T-2 tetr</i> | <i>DON</i> | <i>FUS-X</i> | <i>15-ADON</i> | <i>3-ADON</i> | <i>DAS</i> | <i>HT-2 tox</i> | <i>T-2 tox</i> |
|---------------|---|------------|-----------------|------------|--------------|----------------|---------------|------------|-----------------|----------------|
| FORUM | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | 17,3 | 71,4 | n.d. | 23,2 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| FORUM | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | n.d. | 21,4 | n.d. | n.d. | 38,5 | pod LOQ | n.d. | 125,8 | n.d. |
| JERSEY | kontrola infikovaná fusárií | 11,6 | 23,3 | 77,7 | n.d. | 50,1 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| JERSEY | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 11,9 | 15,9 | 66,1 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| TOLAR | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | n.d. | 190,8 | n.d. | 31,2 | 30,0 | n.d. | n.d. | pod LOQ |
| TOLAR | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 31,7 | 23,7 | 139,5 | n.d. | 62,7 | pod LOQ | n.d. | n.d. | n.d. |
| AKCENT | kontrola infikovaná fusárií | 39,2 | 39,4 | 139,7 | n.d. | 40,1 | 31,8 | n.d. | pod LOQ | pod LOQ |
| AKCENT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | n.d. | 55,3 | 165,3 | 78,3 | 36,0 | 33,3 | n.d. | 40,5 | n.d. |
| NORDUS | kontrola infikovaná fusárií | n.d. | 27,7 | 57,7 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| NORDUS | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 21,0 | 20,2 | 69,7 | n.d. | 49,7 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| AMULET | kontrola infikovaná fusárií | 18,8 | 39,7 | 98,9 | n.d. | 61,3 | 39,1 | n.d. | n.d. | n.d. |
| AMULET | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | 20,4 | 39,6 | n.d. | 69,5 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| SABEL | kontrola infikovaná fusárií | 32,0 | 36,2 | 94,8 | n.d. | 157,6 | 36,9 | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| SABEL | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | n.d. | 83,9 | n.d. | 34,1 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| SCARLETT | kontrola infikovaná fusárií | n.d. | 38,4 | 95,6 | 65,2 | 32,8 | pod LOQ | n.d. | 70,0 | pod LOQ |
| SCARLETT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 23,5 | 85,5 | 110,2 | n.d. | 74,6 | 35,7 | n.d. | 106,8 | n.d. |
| OLBRAM | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | 13,0 | 57,6 | n.d. | 21,6 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| OLBRAM | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | pod LOQ | 24,7 | 47,0 | 39,7 | 23,0 | pod LOQ | n.d. | pod LOQ | pod LOQ |
| PRESTIGE | kontrola infikovaná fusárií | pod LOQ | n.d. | 125,8 | n.d. | 28,3 | 30,1 | n.d. | n.d. | n.d. |
| PRESTIGE | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 10,7 | 16,1 | 147,8 | 16,1 | 40,4 | 33,8 | n.d. | pod LOQ | pod LOQ |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárií | 21,4 | 35,5 | 259,5 | 22,1 | 36,9 | 49,4 | n.d. | pod LOQ | pod LOQ |
| KOMPAKT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 15,3 | 200,7 | 298,6 | n.d. | 32,7 | 38,8 | n.d. | 86,7 | n.d. |
| | mez stanovitelnosti LOQ | 10 | 10 | 15 | 15 | 20 | 30 | 400 | 40 | 400 |
| | mez detekce (LOD) | 3 | 3 | 5 | 5 | 6 | 10 | 130 | 15 | 130 |

n.d. analyt nebyl detekován

T1 první aplikace daného fungicidu (9.5.2002)

T2 druhá aplikace daného fungicidu (4.6.2002)

* vzorky, na které byl aplikován fungicid, byly cíleně kontaminovány

Příloha VIII Hladiny trichotheecenových mykotoxinů (µg/kg) v testovaných vzorcích sladu – předplodina **OBILNINA**

| <i>Odrůda</i> | <i>Ošetření*</i> | <i>NIV</i> | <i>T-2 tetr</i> | <i>DON</i> | <i>FUS-X</i> | <i>15-ADON</i> | <i>3-ADON</i> | <i>DAS</i> | <i>HT-2 tox</i> | <i>T-2 tox</i> |
|---------------|---|------------|-----------------|------------|--------------|----------------|---------------|------------|-----------------|----------------|
| FORUM | kontrola infikovaná fusárii | 40,9 | pod LOD | 45,6 | n.d. | 253,9 | n.d. | n.d. | 46,8 | n.d. |
| JERSEY | kontrola infikovaná fusárii | 47,2 | 17,9 | 41,5 | n.d. | 392,6 | n.d. | n.d. | 38,8 | n.d. |
| JERSEY | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 40,3 | 38,6 | 47,0 | n.d. | 404,0 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| TOLAR | kontrola infikovaná fusárii | 45,8 | 56,2 | 290,1 | n.d. | 452,1 | 110,9 | n.d. | n.d. | n.d. |
| TOLAR | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 46,7 | 46,6 | 161,0 | n.d. | 419,9 | 21,2 | n.d. | 59,9 | n.d. |
| AKCENT | kontrola infikovaná fusárii | 69,0 | n.d. | 249,8 | n.d. | 481,0 | 56,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| NORDUS | kontrola infikovaná fusárii | 55,9 | n.d. | n.d. | n.d. | 529,8 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| NORDUS | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 46,8 | n.d. | 43,6 | n.d. | 397,7 | n.d. | n.d. | 305,1 | n.d. |
| AMULET | kontrola infikovaná fusárii | 43,0 | n.d. | 124,2 | n.d. | 384,7 | 43,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| AMULET | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 42,7 | n.d. | 89,5 | n.d. | 249,4 | 26,5 | n.d. | pod LOD | n.d. |
| SABEL | kontrola infikovaná fusárii | 60,7 | 73,4 | n.d. | n.d. | 382,7 | 72,5 | n.d. | 41,9 | n.d. |
| SCARLETT | kontrola infikovaná fusárii | 48,3 | 62,2 | 211,0 | n.d. | 311,8 | 67,1 | n.d. | pod LOD | n.d. |
| SCARLETT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 40,2 | 80,3 | 46,0 | n.d. | 264,0 | n.d. | n.d. | 139,8 | n.d. |
| OLBRAM | kontrola infikovaná fusárii | 48,5 | n.d. | 36,8 | n.d. | 239,9 | n.d. | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| OLBRAM | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 43,5 | 50,0 | 77,5 | n.d. | 291,4 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| PRESTIGE | kontrola infikovaná fusárii | 53,6 | 49,5 | 206,2 | n.d. | 284,8 | 23,8 | n.d. | pod LOQ | n.d. |
| PRESTIGE | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 39,5 | 64,0 | 40,9 | n.d. | 247,7 | n.d. | n.d. | 62,7 | n.d. |
| KOMPAKT | kontrola infikovaná fusárii | 47,9 | 47,9 | 399,0 | n.d. | 411,7 | 93,8 | n.d. | n.d. | n.d. |
| KOMPAKT | T1: Archer Top, T2: Charisma Sportak HF | 52,3 | 81,9 | 610,4 | n.d. | 559,7 | 143,6 | n.d. | 38,9 | n.d. |
| | mez stanovitelnosti (LOQ) | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 | 15 | 300 | 30 | 250 |
| | mez detekce (LOD) | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 5 | 100 | 10 | 70 |

n.d. analyt nebyl detekován

T1 první aplikace daného fungicidu (9.5.2002)

T2 druhá aplikace daného fungicidu (4.6.2002)

* vzorky, na které byl aplikován fungicid, byly cíleně kontaminovány

Dne: 31.1.2004

VVF: PROJ/2003/13/deklas