

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V  
NITRE  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH  
ZDROJOV

Evidenčné číslo: 2 120518

Produkcia a hygienická kvalita *Tr. aestivum* pestovanej v  
ekologickom a integrovanom systéme hospodárenia.

Nitra 2010

Martina Polčová, Bc.

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA

V NITRE

Rektor: prof. Ing. Mikuláš Látečka, PhD.

FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

Dekan: prof. Ing. Daniel Bíro, CSc.

Produkcia a hygienická kvalita *Triticum aestivum* pestovanej  
v ekologickom a integrovanom systéme hospodárenia

Diplomová práca

Katedra udržateľného rozvoja a herbológie

Vedúci katedry: Ing. Štefan Týr, PhD.

Vedúci práce: prof. Ing. Magdaléna Lacko – Bartošová, CSc.

Bc. Martina Polčová

Nitra 2010

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaná Bc. Martina Polčová týmto prehlasujem, že som diplomovú prácu na tému: „ Produkcia a hygienická kvalita *Triticum aestivum* pestovanej v ekologickom a integrovanom systéme hospodárenia“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry. Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre, 2010

podpis

## **Pod'akovanie**

Dovoľujem si touto cestou poďakovať svojej školiteľke prof. Ing. Magdaléne Lacko – Bartošovej, CSc. za pomoc pri spracovaní diplomovej práce. Moje poďakovanie patrí aj mojim rodičom, ktorí ma pri práci podporovali a povzbudzovali.

## ABSTRAKT

Cieľom diplomovej práce bolo sledovať vývoj udržateľných systémov hospodárenia na ornej pôde a stanoviť produkčné parametre vybraných pestovaných plodín v ekologickej a integrovanej sústave hospodárenia a stanoviť hodnoty a kontamináciu zrna pšenice letnej f. ozimnej mykotoxínmi (deoxynivalenol a zearalenon). Mykotoxíny sa pokladajú za dôležité látky znečisťujúce životné prostredie, ktoré vznikajú najmä na rôznych miestach rastlinných materiálov a predstavujú vážne zdravotné nebezpečenstvo. Po negatívnych skúsenostiach ochrana pôdy musí byť všeobecným občianskym záujmom a integrovanou súčasťou opatrení na ochranu životného prostredia. Preto je úlohou nielen samotných pestovateľov dopestovať kvalitnú a zdravotne neškodnú produkciu (vrátane podlimitného obsahu mykotoxínov), ale aj chovateľov, zootechnikov a veterinárov, aby sa v celom komplexnom výrobnom procese dokázali včas zachytiť a vylúčiť rizikové partie krmiva. To je v podstate najúčinnějšía a zároveň aj najlacnějšía prevencia pred mykotoxikózami (nielen) zvierat vôbec. Na Slovensku je zaznamenávaný neustály nárast ekologického poľnohospodárstva, ktoré sa okrem iného vyznačuje aj pestovaním menej známych a prastarých plodín. Aj keď pestovanie *Triticum spelta* pšenice špaldovej je už po stáročia známe v iných krajinách, slovenským pestovateľom chýbajú skúsenosti týkajúce sa jej pestovania a následného spracovania.

Kľúčové slová: mykotoxíny, deoxynivalenol, zearalenon, pšenica špaldová

## ABSTRACT

The aim of the diploma work was to monitor the progress of the sustainable systems of the farming on arable land and to state the productive parameter of the selected grown products in ecological and integrated system of farming, and to state the amount and contamination of the summer wheat grain by the myco- toxins (deoxynivalenol and zearalenon). Myco- toxins are regarded as considerable warfare contaminating the environment and have their origin mainly on the various parts of the plant materials and are regarded as health dangers.

After the negative experience of soil conservation it must be a general civic interest and an integral part of measures to protect the environment. Therefore, it is not only to farmers to grow high-quality and wholesome production (including delimited myco- toxins content), but also farmers and veterinarians, zoo- engineers that throughout the production process of a comprehensive managed to capture time and eliminate the risk of feed lots. This is basically the most effective and cheapest prevention of the myco- toxins not only of animals at all. In Slovakia, there is recorded steady growth of organic farming, which is also characterized by the cultivation of less well-known and ancient crop. Although the cultivation of *Triticum spelta* wheat is already known for centuries in other countries, Slovak farmers lack experience on the production and subsequent processing.

Key words: myco- toxins, deoxynivalenol, zearalenon, spelt wheat

# OBSAH

<b>0</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	<b>Prehľad o súčasnom stave riešenia problematiky .....</b>	<b>11</b>
1.1	Kvalita produkcie z ekologického poľnohospodárstva .....	11
1.1.1	Nutričná hodnota .....	12
1.1.2	Hygienická hodnota.....	12
1.1.3	Technologická hodnota.....	13
1.1.4	Senzorická hodnota .....	13
1.2	Hygienické chyby krmív a ich dôsledky .....	14
1.3	Charakteristika mykotoxínov .....	15
1.3.1	Rast mikroskopických húb a produkcia mykotoxínov .....	16
1.3.2	Výskyt mykotoxínov .....	17
1.4	Fuzáriové mykotoxíny .....	19
1.4.1	Tvorba mykotoxínov –deoxynivalenol a zearalenon.....	21
1.4.2	Deoxynivalenol chemické vlastnosti.....	22
1.4.3	Vlastnosti deoxynivalenolu .....	23
1.4.4	Prírodný výskyt deoxynivalenolu v pšenici dopestovanej na Slovensku sezóne 2007 .....	24
1.4.5	Produkcia deoxynivalenolu.....	24
1.4.6	História objavu deoxynivalenolu a jeho izolácia .....	25
1.4.7	Zearalenon chemické vlastnosti.....	26
1.4.8	Vlastnosti zearalenonu.....	26
1.4.9	Výskyt zearalenonu .....	27
1.4.10	Vplyv zearalenonu na zvieratá .....	27
1.5	Pšenica letná forma ozimná <i>Triticum aestivum</i>	
1.5.1	Botanická charakteristika.....	29
1.5.2	Požiadavky na prostredie.....	29
1.5.3	Agrotechnika .....	30
1.6	Pšenica špaldová <i>Triticum spelta</i> .....	31
1.6.1	Botanická charakteristika.....	31
1.6.2	Požiadavky na prostredie .....	32
1.6.3	Agrotechnika pšenice špaldovej .....	33

<b>2</b>	<b>Cieľ práce</b> .....	<b>34</b>
<b>3</b>	<b>Metodika</b> .....	<b>35</b>
3.1	Miesto pokusu .....	35
3.2	Charakteristika pokusného stanovišťa .....	35
3.2.1	Poveternostné a klimatické podmienky .....	36
3.2.2	Charakteristika pôdy .....	38
3.3	Systém hospodárenia na ornej pôde .....	39
3.3.1	Výživa a hnojenie rastlín .....	41
3.3.2	Obrábanie pôdy.....	41
3.4	Analyzované produkčné a kvalitatívne parametre plodín .....	41
3.4.1	Hodnotenie úrodovných prvkov .....	42
3.4.2	Hodnotenie mykotoxínov .....	42
3.5	Štatistické vyhodnotenie výsledkov .....	43
<b>4</b>	<b>Výsledky práce</b> .....	<b>44</b>
4.1	Vyhodnotenie vplyvu faktorov v rokoch 2007- 2008 .....	44
4.1.1	Pšenica letná forma ozimná .....	44
4.1.2	Úroda zrna ( $t \cdot ha^{-1}$ ) .....	45
4.1.3	Hmotnosť 1000 zrn (g) .....	46
4.1.4	Počet klasov na $m^2$ .....	47
4.1.5	Počet zrn v klase .....	48
4.1.6	Počet zrn na $m^2$ .....	49
4.2	Deoxynivalenol v $\mu g/kg$ pri ozimnej pšenici za r. 2007 .....	50
4.2.1	Deoxynivalenol v $\mu g/kg$ pri ozimnej pšenici za r. 2008 .....	51
4.2.2	Testy významnosti pre DON .....	52
4.3	zearalenon v $\mu g/kg$ pri ozimnej pšenici za r. 2007 .....	53
4.3.1	Zearalenon v $\mu g/kg$ pri ozimnej pšenici za r. 2008 .....	54
4.3.2	Testy významnosti pre ZEA .....	55
<b>5</b>	<b>Diskusia</b> .....	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>Návrh na využitie výsledkov</b> .....	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>Záver</b> .....	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>Použitá literatúra</b> .....	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>Prílohy</b> .....	<b>69</b>



## Úvod

Pôda má genetické vlastnosti, ktoré vznikajú jej vývojom. Tou najdôležitejšou vlastnosťou je úrodnosť. Bez úrodnej pôdy nič nenarastie a kde nič nenarastie, nemôže byť ani život. Na úrodných pôdach rastliny poskytujú vysoké úrody.

Žije v nej obrovské množstvo mikroorganizmov, ktoré sa ročne niekoľkokrát rozmnoží a zahynie. Z jednotlivých druhov mikroorganizmov žijú v pôde aj vírusy, baktérie a huby, ktoré napádajú rastliny, živočíchy a ľudí. Choroby rastlín spôsobujú veľké škody na úrode a tým významné ekonomické škody a v niektorých oblastiach sveta dokonca vedú aj k hladomoru veľkej časti populácie. Tieto mikroorganizmy rastlinám škodia a bez rastlín však v pôde tiež veľmi rýchlo hynú. Človek ich podľa svojej potreby a využívania rozdelil na užitočné a neužitočné až škodlivé, nachádzajúce sa na poľnohospodárskych plodinách počas rastu, zberu a uskladnenia. K tejto skupine patria parazitické mikroorganizmy s vedľajšími produktmi ich metabolickej činnosti-mykotoxínmi. V súčasnosti je už dostatok presných informácií a analytických metód, ktoré dokážu ich prítomnosť nielen stanoviť, ale dokážu určiť aj obsah a spektrum jednotlivých mykotoxínov

Pšenica ako jedna z najvýznamnejších plodín zaujala významnú úlohu v rozvoji ľudskej populácie. Pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.) patrí medzi základné plodiny pestované na Slovensku. Pšenica je počas ontogenézy atakovaná abiotickými a biotickými faktormi. Približne 72 % organizmov, ktoré atakujú semeno pšenice patrí k mikroskopickým hubám. Klas a zrno pšenice kolonizujú dve skupiny mikroskopických húb: saprofytické a patogénne (rod *Fusarium*, *Septoria*). Počas skladovania obilnín je potrebné vytvoriť podmienky, aby kvalita zrna zostala nezmenená, lebo huby rodu *Fusarium* sú natoľko adaptabilné, že môžu produkovať toxíny aj v pozberových obilninách. Symptómy spôsobené kontaminovaným krmivom boli známe ďaleko skôr ako boli objavené a popísané jednotlivé mykotoxíny.

K najfrekvencovanejším a najvýznamnejším patrí DON, ZEN a fumonisíny, ktorých maximálne limity v krmivách a potravinách stanovujú aj súčasné špeciálne právne normy, platné v členských štátoch EÚ. Pri ich dôslednom dodržiavaní a dôkladnom monitoringu poľnohospodárskych komodít by sa mali mykotoxikózy (nielen) zvierat eliminovať v maximálnej miere.

# 1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

## 1.1 Kvalita produkcie z ekologického poľnohospodárstva

Keď sa usilujeme zistiť, čo vytvára dobrú, zlú alebo priemernú potravinu, pohybujeme sa po neprebádanej pôde. Ale vedci už vedia zistiť, či určité zložky v potrave chýbajú, alebo či ich je priveľa v porovnaní s priemerom, ale toto poznanie je relatívne, pretože optimálne množstvá sú stále neznáme (HARRISON 1991).

Musia sa spĺňať limity príslušných akostných a hygienických noriem bežných potravín (MOUDRÝ, PRUGAR, 2001).

HOLÚBEK a kol., (2000) pod pojmom kvalita krmiva rozumie kŕmnu hodnotu krmiva, ktorá je daná koncentráciou energie, obsahom charakteristických živín (vláknina, cukry, tuky, minerálne a účinné látky). Kvalita krmív je prezentovaná dietetickými vlastnosťami a činiteľmi ovplyvňujúcimi príjem krmiva (obsah sušiny, fyzikálna forma, priebeh konzervačných procesov, znečistenie, chuť a sekundárne metabolity).

Priority a analytické metódy dnes všeobecne používané k určovaniu kvality sa považujú za nedostatočné pre ocenenie kvality v ekologických poľnohospodárskych systémoch. Hľadajú sa nové spôsoby, ako kvalitu surovín a z nich vyrobených potravín demonštrovať. Pri hodnotení kvality do popredia prichádzajú tzv. celostné metódy, ktoré posudzujú kvalitu komplexne v celej šírke, mnohostrannosti a zložitosti tohto pojmu. V súčasnosti sa na hodnotenie produktov z ekologického, ako aj konvenčného poľnohospodárstva používajú existujúce postupy na stanovenie nutričnej, hygienickej, technologickej a senzorickej hodnoty (LACKO - BARTOŠOVÁ a kol., 1995).

### 1.1.1 Nutričná hodnota

Pri vyjadrovaní nutričnej (výživovej) hodnoty sa myslia prevažne pozitívne aspekty, teda obsah látok, ktoré sa priaznivo uplatňujú v ľudskej výžive, ich vnútorné zloženie a vzájomné pomery. Jedná sa predovšetkým o bielkoviny s výhodným aminokyselinovým zložením, dieteticky významné polysacharidy, ako sú potravinová vláknina a pektíny, tuky so zastúpením esenciálnych mastných kyselín, vitamíny, enzýmy, minerálne, atď. (LACKO - BARTOŠOVÁ a kol., 1995).

Tými enzýmami v našej potrave sú účinné látky, ktoré vyživujú telo a udržiavajú pri živote. *Enzýmy* nám umožňujú potravu stráviť a prijať do krvi. Sú nenahraditeľnou energiou, ktorá je v každej činnosti ľudského tela, rastlín a všetkého živého (WALKER, 1993).

### 1.1.2 Hygienická hodnota

V oblasti hygienickej hodnoty vystupujú do popredia prírodné toxické látky v potravinových surovinách a potravinách, ktoré práve u ekologicky vypestovaných produktoch nemožno podceňovať. Prisudzuje sa im vrátane mikrobiálnej kontaminácie významnejší negatívny vplyv vo výžive ako klasickým antropogénnym kontaminantom, akými sú ťažké kovy, rezíduá pesticídov a potravinárske aditíva. Vyvinuli sa ako súčasť obranného systému rastlín proti rôznym chorobám a škodcom a sú niekedy evidované ako „prírodné pesticídy“, alebo „fytoalexíny“ (MOUDRÝ, PRUGAR, 2001).

HERBER (1991) konštatuje, že takmer všetky nevhodné spôsoby, ktorými človek poškodzuje pôdu, rastliny a zvieratá, sa mu vrátia – možno nepriamo, ale o to zhubnejšie, pretože škoda sa často prejavuje oveľa skôr, než ju dokážeme zistiť a napraviť.

Pesticídy v pôde škodlivo pôsobia na užitočné organizmy (EDWARDS, a i. 1993).

Ekologizácia poľnohospodárskej výroby sa sústreďuje na pesticídy, s cieľom vylúčiť riziká ktoré predstavujú vo vzťahu k ľudskému zdraviu. Používanie vysoko

toxických pesticídov sa má zakázať alebo obmedziť ich uvádzanie na trh (LACKO - BARTOŠOVÁ a kol., 2005).

### **1.1.3 Technologická hodnota**

Technologická kvalita zahŕňa vhodnosť pre rôzne spôsoby spracovania v potravinárskom priemysle a v domácnosti, odolnosť pri preprave, skladovateľnosť a i. Produkty z ekologického poľnohospodárstva sa vyznačujú lepšou skladovateľnosťou. Obsah vody v produktoch vypestovaných konvenčným spôsobom je vyšší, často vplyvom hnojenia, hlavne dusikátého, ktoré spomaľuje dozrievanie, takže produkty sa zberajú v „mladšej“ vegetačnej fáze a dlhšie po zbere vykazujú zvýšenú enzymatickú aktivitu (MOUDRÝ, PRUGAR, 2001).

Technologická kvalita je všeobecný faktor, ktorý zvyšuje úžitkovú hodnotu zrna obilnín a určuje jeho ďalšie využitie, pričom je v závislosti na jeho chemickom zložení (HAUPTVOGEL a kol., 2003)

Maximálny prírastok úrody umožní dosiahnuť zriadenie a vybudovanie kvalitných agrochemických služieb. V záujme toho, súbežne s komplexom opatrení, ktorých cieľom je znížiť straty pri doprave a uskladňovaní hnojív a zabezpečiť zvýšenie jej kvality (STRAŠIL, SKALA, 1994).

### **1.1.4 Senzorická hodnota**

MOUDRÝ, PRUGAR (2001) sa stotožňujú s tvrdením, že u senzorickej hodnoty (neporušenosť, veľkosť, tvar, farba, odrodová čistota, vôňa, chuť, atď.) zohráva dôležitú úlohu obchodná kvalitatívna klasifikácia pre jednotlivé druhy produktov. Optimálne vonkajšie senzorické vlastnosti sú pri väčšine produktov ľahšie dosiahnuteľné v konvenčnej výrobe za pomoci hnojenia a využitia pesticídov. Dôsledkom je, že, vonkajšie vlastnosti - vzhľad, dominujú nad vnútornou kvalitou – chuť, vôňa.

Ako zistil HARRISON (1991), zdravé potraviny sú spracované najšetrnejším spôsobom tak, aby si uchovali viac výživných a životodárnych látok pre spotrebiteľa. Biopotraviny sú zdravé (pri produkcii surovín sa nepoužívajú agrochemikálie, pri ich vlastnej výrobe nie sú použité potravinárske chemikálie, nepoužívajú sa postupy, ktoré môžu mať negatívne účinky na ľudské zdravie, napr. ožarovanie, výskumy preukazujú nižší obsah dusičnanov v bioproduktoch v porovnaní s konvenčnými produktmi predovšetkým v zelenine obsahujú viac horčíka a železa, ako aj vitamín C), sú chutné (biopotraviny obsahujú menej vody, viac aromatických látok a sú preto chutnejšie, majú výraznú, charakteristickú chuť).

Nedostatok priemyselných hnojív a syntetických prípravkov na ochranu rastlín môže viesť k určitým zmenám na povrchu. Sensorická akosť bioproduktov môže byť aj horšia v dôsledku zvýšeného obsahu kyselín, alkaloidov a niektorých minerálnych látok. Avšak ekologicky vypestované produkty majú pevnejšiu, tvrdšiu textúru. Podľa prieskumov trhu možno usudzovať, že spotrebiteľská skupina, ktorá dáva prednosť ekologicky vypestovaným produktom ich považuje za lepšie práve na základe chuťových vlastností (LACKO - BARTOŠOVÁ a kol., 1995).

## 1.2 Hygienické chyby krmív a ich dôsledky

S vývojom potravín a rastúcimi požiadavkami na ich skladovanie, s uplatňovaním obilnín v príprave niektorých diétnych potravín a s narastajúcou precitlivosťou populácie na alergény je po celom svete ostro sledovaná hygienická kvalita cereálií z hľadiska ich mikrobiologickej a mykotoxikologickej kvality. Týka sa to konvenčne pestovaných obilnín, od biopotravín však konzumenti očakávajú zvýšenú ochranu pred zdraviu škodlivými činiteľmi.

Najväčšie riziko prinášajú niektoré plesne napádajúce zrná buď v priebehu jeho tvorby na poli, alebo pri skladovaní v nevhodných podmienkach, produkujúcu sekundárne produkty – *mykotoxíny*. Podľa jeho množstva prijatého s potravou vyvolávajú tieto karcinogénne, mutagénne a teratogénne látky u ľudí a zvierat akútne alebo chronické formy mykotoxikóz. Niektoré druhy *Fusarií*, produkujú napr. toxíny trichotheceny, fumonisiny a zearalenony. V našich klimatických podmienkach je za

hlavný fusariový toxín na obilninách považovaný deoxynivalenol (DON). Niektoré druhy rodu *Aspergillus* a *Penicillium* vyskytujúce sa v obilných skladoch, môžu vytvárať ochratoxin A (OTA).

Často krátky čas stačí na premnoženie plesní vedúcich k produkcii mykotoxínov. Niektoré z nich majú veľmi neprijemnú vlastnosť: sú odolné voči teplu, nerozkladajú sa pri teplotách nad 160 C.

### 1.3 Charakteristika mykotoxínov

CHEEKE, SHULL (1995) definovali mykotoxíny odvodením z gréckeho „*myco*“ – huba a „*toxin*“ jed.

CHU (1993) konštatoval, že mykotoxíny sú účinné látky mikroskopických húb nebielkovinovej povahy, toxické pre človeka a zvieratá a k expozícii nimi dochádza proti vôli a záujmu človeka. Vznikajú ako toxické produkty sekundárneho metabolizmu mikroskopických húb nízkej molekulovej hmotnosti.

Citlivosť zvierat na mykotoxíny je rôzna. Aj charakter ochorenia je rôzny a závisí od množstva toxických látok prijatých krmivom, od dĺžky konzumácie intoxikovaného krmiva, individuálnych vlastností organizmu (najmä vnímavosti), veku, veľkosti, druhu zvierat a pod. (MARENDIAK a kol., 1986).

Mnohé mikroskopické huby produkujú jedovaté látky mykotoxíny, ktoré sú veľmi nebezpečné (UŠÁKOVÁ a kol. 2000).

V zmesí krmív sú možné interakcie mykotoxínov: napr. účinok kyseliny fuzáριοvej, produkovanej mnohými druhmi *Fusaria*, bol závažnejší pri spoločnom výskyte s DON; kyselina penicilova a citrinin boli pri oddelení aplikácii pre laboratórne zvieratá neškodné, ale pri spoločnej aplikácii boli 100% letálne (SHNEIDEROVÁ, 2007).

Mykotoxíny sa tvoria počas negatívneho saprofistického rastu, predovšetkým v postexponenciálnej fáze počas sporulácie. Ich hlavným zdrojom sú obilniny a olejnaté semená. V súčasnosti je identifikovaných viac ako tristo mykotoxínov (POHLAND, 1993).

MARENDIAK a kol.(1986) tiež uvádza, že mykotoxíny sa nachádzajú iba v určitých morfológických štruktúrach húb a odlišujú sa odolnosťou voči teplote a iným fyzikálnochemickým činiteľom.

Plesne napadajúce krmné suroviny sa delia do dvoch veľkých skupín: poľné plesne a plesne pôsobiace pri skladovaní surovín.

K poľným plesniam sa zaraďujú nepatogénne plesne *Absidia*, *Alternaria*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Diplodia*, *Phaeoramularia* a *Rhizopus* spp. a patogénne plesne *Drechslera* (*Helminthosporium*) a *Fusarium* spp., ktoré napadajú zrno alebo semeno ešte rastúcich plodín (SHNEIDEROVA, 2007).

### 1.3.1 Rast mikroskopických húb a produkcia mykotoxínov

KUBÁTOVÁ (2000) sa stotožňuje s tvrdením, že obzvlášť významné faktory sú vlhkosť a teplota, pretože mikromycéty sú rýchlymi kolonizátormi.

Ku kontaminácii môže dôjsť v priebehu rastu poľnohospodárskych plodín, zretia, počas zberu, skladovania alebo v priebehu ich spracovania, prípadne skladovania hotových výrobkov (NORTHOLT et al., 1995).

FRISVAD et THRANE (2002) zistil, že takmer všetky vláknité mikroskopické huby zistené v potravinách a krmivách majú schopnosť produkovať mykotoxíny v čistých kultúrach v laboratórnych podmienkach.

Podmienky, ktoré umožňujú produkciu mykotoxínov sú oveľa obmedzenejšie v porovnaní s rastom samotného producenta. Množstvo substrátov je nedostatočných pre produkciu mykotoxínov, zatiaľ čo poskytujú výborné podmienky pre rast mikromycét (FRISVAD et THRANE 2002).

Mykromycéty sa dobre rozvíjajú len v aerobných podmienkach na krmive s vlhkosťou nad 17% a v prostredí s pH 1,2 – 1,6. Huby využívajú sacharidy, rozkladajú kyselinu mliečnu, octovú a iné kyseliny a takto alkalizujú krmivo. V takomto krmive sa biochemizmus baktérií ľahko orientuje na produkciu kyseliny maslovej a na hnilobné procesy (MARENDIAK a kol., 1986).

OSTRÝ et al. (2001) uvádza, že toxikogénne mikromycéty sú mikroorganizmy schopné produkovať mykotoxíny.

Produkcia špecifických toxínov sa prejavuje len pri niektorých živočíšnych kmeňoch a je závislá na substráte a ďalších podmienkach (FASSATIOVÁ, 1988).

### 1.3.2 Výskyt mykotoxínov

Mykotoxíny sa pokladajú za dôležité látky znečisťujúce životné prostredie, ktoré vznikajú najmä na rôznych miestach rastlinných materiálov a predstavujú vážne zdravotné nebezpečenstvo.

Toxikogénne huby môžu rásť a produkovať toxíny na rozmanitých substrátoch, ako rastúce plodiny, listy v byle, zrná a semená, ovocie, rastlinné a živočíšne potraviny (BETINA, 1990).

Patogénne huby napádajú všetky časti rastlín a môžu spôsobiť nádorovitosť, hnilobu, černenie, vädnutie, nekrózu, rastové deformácie, pukanie kôry a ďalšie (VIVIAN a kol., 2001).

Mykotoxíny sa môžu vyskytovať aj v rozličných živočíšnych produktoch a v potravinách, ktoré dozrievajú pomocou húb, alebo produktoch fermentácii niektorých húb. Mykotická kontaminácia obilnín je najvyššia v období zberu, kedy môže dosahovať hodnoty až 106 KTJ mikroskopických húb v jednom grame. Počas optimálnych podmienok skladovania počet KTJ húb klesá (TANČINOVÁ et al., 2001).

Asi 10% všetkých vláknitých húb získava živiny tak, že žijú v asociácii s vyššími organizmami, rastlinami a živočíchmi vrátane človeka. (TUNLID a TALBOT, 2002).

Kvalita obilnín po žatve je ovplyvňovaná mnohými abiotickými a biotickými faktormi, ktoré predstavujú ekosystém skladovaných zrn. Interakcie medzi týmito faktormi ovplyvňujú dominanciu húb obzvlášť mykotoxinogénnych druhov (LEE a MAGAN, 1999; MAGAN et al., 2003).

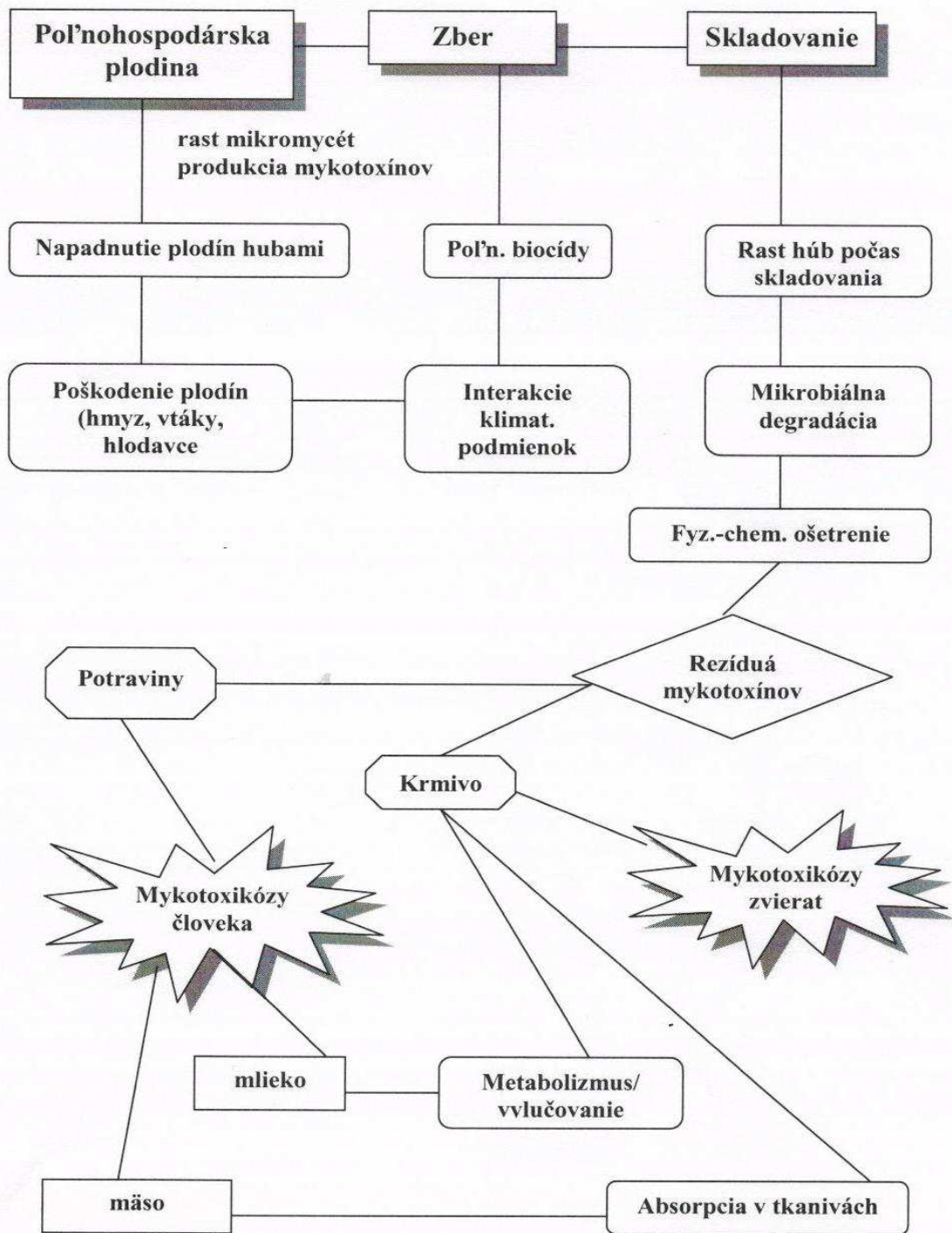
Alternatívne hostiteľské rastliny, ako sú rôzne trávy a širokolisté buriny, predstavujú dôležitý substrát pre prežitie a pomnoženie mikroorganizmov a stávajú sa ložiskom a zdrojom infekcií obilia (PARRY a kol., 1995; MESTERHÁZY, 1995).

Rast húb i produkciu mykotoxínov ovplyvňujú podmienky prostredia, limity pre produkciu mykotoxínov sú však zvyčajne užšie ako pre rast samotnej huby (FRISVAD a SAMSON, 1991; SAMSON et al., 2002).

Vedomosti o zložení a zmenách v zložení mykocenózy obilných zrn počas zrenia, zberu a skladovania sú dôležitým krokom vedúcim k predikcii výskytu



možných mykotoxínov. Rody ako *Botrytis*, *Cladosporium* a *Rhizopus* neprodukujú významné mykotoxíny, zatiaľ čo ďalšie rody vrátane rodov *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium* a *Penicillium* sú schopné produkovať široké spektrum mykotoxínov ( PITT a HOCKING, 1997, ANDERSEN a THRANE, 2006).



Obr. 1 Toxinogénne huby a mykotoxíny v potravinovom reťazci

## 1.4 Fuzáriové mykotoxíny

Rod *Fusarium* je charakteristický produkciou makrokonídií približne kosákovitého tvaru a s nožnou bunkou (GERLACH et NIRENBERG, 1982).

Patrí do čeľade *Hypocreaceae*, radu *Hypocreales*, triedy *Euascomycetes* a oddelenia *Ascomycota* (DE HOOG et al., 2000). Teleomorfné štádia prislúchajú rodom *Gibberella* Sacc., *Calonectria* de Not. a *Nectria* (Fr.) Fr.

Rod *Fusarium* je bohatý zdroj širokej palety bioaktívnych sekundárnych metabolitov, trichotecénov, zearalenónov a fumonizínov (SORENSEN, 2009).

Fuzária sú známe hlavne kvôli ich úlohe rastlinných patogénov spôsobujúcich široký rozsah chorôb ako napríklad odumieranie ciev, hnilobu koreňov a stoniek, pred- a pozberové vädnutie atď. Sú hlavnou príčinou hniloby skladovaného ovocia a zeleniny a sú bežne prítomné na obilninách a strukovinách, ktoré zvyčajne kolonizujú už počas vegetácie (PITT et HOCKING, 1997).

V porastoch pšenice sú huby z rodu *Fusarium* príčinou padania klíčnych rastlín, černania báz stebiel, bieloklasosti a ružovej hniloby klasov (ŠROBÁROVÁ, 1995).

Huby tohto rodu spôsobujú hnilobu klasov *Fusarium head blight* (FHB), jedno z najvážnejších ochorení pšenice letnej formy ozimnej. Okrem izolácie z klasov a zrna pšenice môžeme *F. graminearum* (PASTIRČÁK, 2004) identifikovať aj zo semena divorastúcich tráv napr. reznáčky laločnatej.

Anamorfný rod *Fusarium* zahŕňa viac ako 80 uznaných druhov (LESLIE et SUMMERELL, 2006) a je jedným z najdôležitejších rodov, ktoré súvisia s mykológiou obilnín (MUBATANHEMA et al., 1999). V podmienkach strednej Európy sa fuzariózy vyskytujú každoročne na 70 % porastov obilnín.

Hospodársky významné napadnutia a straty na úrode sa vyskytujú približne každý tretí rok (WAKULINSKI, 1990), pričom vyššie výskyty sú zaznamenané predovšetkým vo vlhších oblastiach alebo v rokoch s daždivým počasím (VAŇOVÁ et al., 2000).

TANČINOVÁ et al., (2001) študovali druhové spektrum mikroskopických húb na zrnách pšenice v období zberu a počas uskladnenia. Podľa viacerých autorov existuje viac ako 70 druhov semenom prenosných húb. V súčasnosti existujú komplexné mykologické štúdie (CHAMPION, 1997; MALONE & MUSKETT, 1997) v ktorých je systematicky zdokumentované spektrum semenom prenosných húb.

Trichotecény sú hlavnými toxínmi produkovanými fuzáriami. Po chemickej stránke sú to sesquiterpény so základným 12, 13 – epoxytrichotec – 9 – énovým cyklickým systémom (COLE et al., 1982).

Trichotecény sú často aj za čistých kultúrnych podmienok produkované v zmesiach a veľmi ťažko sa oddeľujú. Takto potom toxicita mnohých z týchto zostáva neistá. Niektoré sú známe ako vysoko toxické, ale žiadne nie sú preukazne neškodné (COLE et al., 1982).

Trichotecény predstavujú najväčšiu známu mykotoxínovú hrozbu pre zdravie ľudí a zvierat. Silné dôkazy ich stavajú do pozície karcinogénnych agens u človeka. *Fumonizín B*, ktorý spôsobuje leukoencephalomaláciu u koní, je tiež zaznamenaný ako pôvodca rakoviny u potkanov (GELDERBLUM et al., 1988).

*Fusarium moniliforme* – najdôležitejší toxín tohto druhu je *Fumonizín B*. Je to jeden z najneskôr charakterizovaných mykotoxínov (BEZUIDENHOUT et al., 1988).


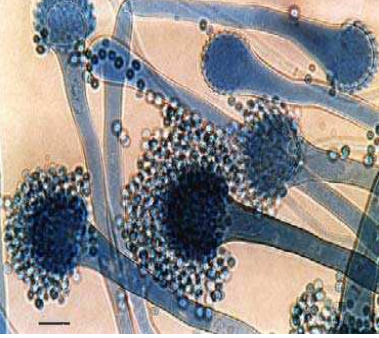
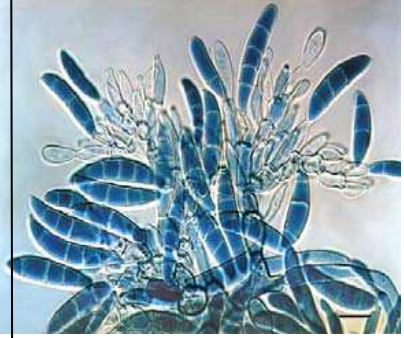
Mikromycety rodu *Fusarium* bývajú označované ako „poľné plesne“, ktoré poškodzujú zrna a ich rastlinné tkanivo už v období pred vziťdením (CHAMPEIL A., 2004).

Rod *Fusarium* kolonizuje klasy a neskôr zrna pšenice. Spôsobuje ochorenie – fuzariotoxikózu klasov, ktoré po prvýkrát identifikované vo Veľkej Británii v roku 1884 (ŠUDYOVÁ, ŠLIKOVÁ, 2007).

*Fuzariotoxikóza* je druh ochorenia vyvolaný konzumovaním obilia, ktoré prezimovalo na poli a na ktorom sa rozšírila huba *Fusarium sporotrichiella*, *F. graminearum* a *F. roseum* sú pôvodcami tzv. F – 2 toxikózy.

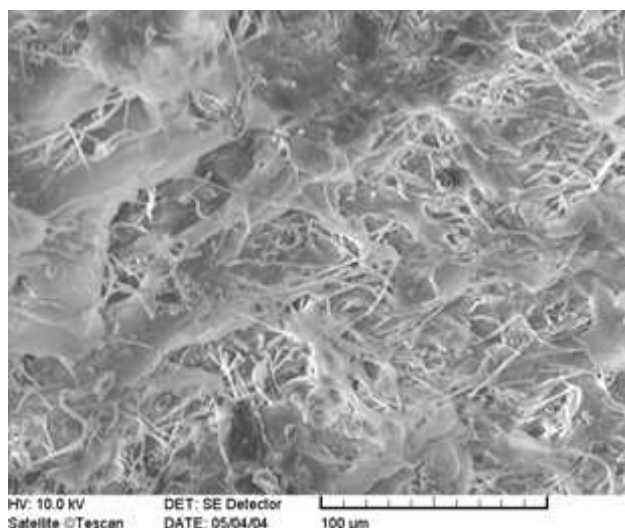
Skrmovaním nakazeného obilia boli najviac postihnuté kone, menej ošípané, zatiaľ čo na kravy, ovce a kozy huba nemala výraznejší účinok (MAZIN, ŠAŠKOVÁ, 1989).

Platí tiež zásada – čím dlhšie je porast na poli (na koreni), tým je väčší predpoklad šírenia fuzárií a kumulácie toxínov v zrne(ŠUDYOVÁ, ŠLIKOVÁ, 2007).

<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>
		
<p>Aflatoxín y sterigmatocystín fumitremogén y fumitoxín y ochratoxín cyklopiazolová kyselina</p>	<p>ochratoxín penicilínová kyselina citrín patulín cyklopiazolová kyselina</p>	<p>deoxynivalenol DON zearalenón T-2 toxín nivalenol fumonizín y diacetoxyscirpenol</p>

#### 1.4.1 Tvorba mykotoxínov- deoxynivalenol, zearalenon

Infikované osivo *Fuzariózou* redukuje klíčivosť obilnín, vrátane pšenice a znižuje vitalitu rastlín. Pri napadnutí pšenice druhmi *Fusarium graminearum* a *Fusarium culmorum* dochádza k tvorbe mykotoxínov, ktoré sú škodlivé pre ľudí a zvieratá. Ide o deoxynivalenol (DON) a zearalenol (ZEA), ktorých napadnutie znižuje hmotnosť zrna, a tým i výnos pšenice.



Obr. 2 Vlákniťa huba *Fusarium graminearum*. Elektrónový mikroskop, veľkosť čiary = 100 μm.

#### 1.4.2 Deoxynivalenol chemické vlastnosti

##### Deoxynivalenol ( DON )

**CAS ( Chemical Abstracts Services Registry No. ):** 51481 – 10 – 8

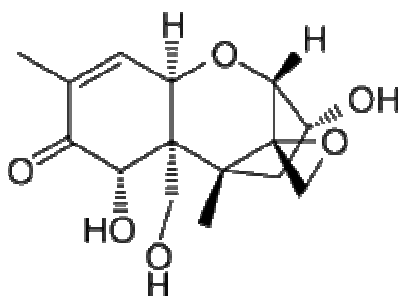
**Chemický názov:** Trichothec – 9 – en – 8 – one, 12, 13 epoxy – 3, 7, 15 – trihydroxy – ( 3α, 7α )

**Systematický názov:** 12, 13 epoxy – 3 α, 7α , 15 – trihydroxy – trichotec – 9 – en – 8- ón.

**Sumárny vzorec:** C<sub>15</sub> H<sub>20</sub> O<sub>6</sub>

**Molekulová hmotnosť:** 296 g/mol

**Štruktúrny vzorec:**



Obr. 3 Deoxynivalenol

### 1.4.3 Vlastnosti deoxynivalenolu

Tvorí ho biele kryštalické ihličky, bodom topenia je teplota 151 – 153 °C a je dobre rozpustný v acetonitrile, chloroforme, zmesi octan etylatý + acetonitril ( 4 : 1), v zmesi chloroform + metanol (9 : 1) a nerozpustný v hexane a petrolétere (MALIŘ et. al., 2003).

Je rozpustný v etanole (COLE et COX, 1981; BETINA, 1989).

Výsledky expertov sú často rozdielne a to v dôsledku prítomnosti iných trichotecénov a vzájomných interakcií. A tak štúdie zamerané na hodnotenie toxického vplyvu DON museli čeliť špecifickým problémom (QUILLIEN, 2003).

V súčasnosti neexistujú žiadne indície, že by mal DON karcinogénne účinky, prípadne, že by spôsoboval génové mutácie alebo poškodenia obličiek (QUILLIEN, 2003).

Na dávky DON nie sú kurčatá veľmi citlivé, pričom odmietanie potravy a redukcia hmotnosti, resp. rastovej rýchlosti boli dokázané len v prípade, ak dávky prekročili (16 – 20 mg.kg<sup>-1</sup>) krmiva. Ani vysoké dávky DON (do 83 mg.kg<sup>-1</sup>) nemajú žiadny účinok na produkciu vajec ( ERIKSEN et PETERSSON, 2003).

U ošípaných je toxicita charakterizovaná črevnými ťažkosťami a zvracaním. Okrem toho boli u zvierat preukázané kožné zmeny, imunosupresívne a teratogénne účinky ( MALIŘ et. al., 2003).

Vedecká komisia pre potraviny Európskej komisie upozornila, že DON je pre človeka nebezpečný vzhľadom na jeho všeobecnú toxicitu, predovšetkým jeho vplyv na imunitný systém. O toxických účinkoch sú vedomosti dosť neznáme (QUILLIEN, 2003).

DON sa prakticky vyskytuje kdekoľvek na svete, kde sú pestované obilniny a je pravdepodobne najbežnejší a najznámejší mykotoxín kontaminujúci potraviny a krmivá z obilnín. Kontaminácia môže byť eliminovaná, ak sa dodržiavajú zásady správnej poľnohospodárskej praxe a použitím vhodných agrotechnických opatrení a prostriedkov na ochranu rastlín. DON sa často vyskytuje v obilninách spoločne s nivalenolom, diacetoxyscirpenolom a T – 2.

Obsahujú ho obilniny a výrobky z nich, jačmeň a hotové výrobky na báze jačmeňa, rôzne druhy kukurice, pšenice a výrobky z nej, triticales, ryža, proso, cirok, otruby, chlieb, špagety, pivo, chilli prášok, zázvor, cesnak, zemiaky (MALIŘ et. al., 20

#### 1.4.4 Prirodzený výskyt deoxynivalenolu v pšenici dopestovanej na Slovensku v sezóne 2007

Pomocou ELISA metódy sa vykonala štúdia, ktorá bola zameraná na získanie nových informácií o výskyte druhov rodu *Fusarium* a na analýze vybraných mykotoxínov (deoxynivalenol a T-2 toxín) v pšenici dopestovanej na Slovensku v sezóne 2007. Výsledky tejto štúdie poukazujú na relatívne nízky obsah T-2 toxínu, ktorého koncentrácia bola v mnohých vzorkách veľmi blízko detekčného limitu použitej metódy. Tento pilotný výskum demonštruje relatívne pozitívne výsledky o slovenskej pšenici, ale pre objektívne zhodnotenie je potrebné vykonať i ďalšie analýzy pšenice. Táto štúdia potvrdila dôležitosť stálej kontroly výskytu mykotoxínov v obilninách. (PIOVARČIOVÁ, HREŠKO, LABUDA, TANČIOVÁ, 2007).

Na kumuláciu deoxynivalenolu v zrne má vplyv najmä ročník, lokalita a odroda. Ročník (priebeh počasia) neovplyvní žiadny pestovateľ, ale výber lokality a odrody môže čiastočne ovplyvniť(ŠUDYOVÁ, ŠLIKOVÁ, 2007).

#### 1.4.5 Producenti deoxynivalenolu

Producenti deoxynivalenolu sú toxikogénne kmene rodu *Fusarium* (Tabuľka č. 2) (MALIŘ et. Al.,2003).

#### Producenti mykotoxínu DON

Tabuľka 2

Rod	Druh
<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Smith) Sacc. <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe <i>Fusarium poae</i> ( Peck) Wollenw. <i>Fusarium sporotrichioides</i> Scherb.

Iná literatúra uvádza producentov: *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. poae*, *F. pseudograminearum* a *F. sporotrichioides* ( THRANE, 1989; PITT et HOCKING, 1997; FRISVAD et THRANE, 2002; SAMSON et al., 2002).

#### 1.4.6 História objavu deoxynivalenolu a jeho izolácia

Deoxynivalenol (ďalej DON) bol izolovaný z kukurice, ktorá bola napadnutá mikromycétami *Fusarium graminearum* a objavili ju nezávisle na sebe Yoshizawa a Mooroka v roku 1973 ( MALIŘ et. al., 2003).

*F. graminearum* kultivovali Erhlich a Lillehoj na ryži, ktoré potom extrahovali zmesou acetonitril – voda. DON a jeho monoacetát v surovom extrakte konvertovali na triacetyl DON, ktorý purifikovali chromatografiou na silikagély. Po hydrolýze získali ďalším čistením na stĺpci aktívneho uhlia s oxidom uhličitým a separáciou na stĺpci Sephadexu LH 20 veľmi čistý DON. Spektrálne údaje zhrnuli Tamm a Tori.

LD<sub>50</sub> DONu intraperitonálne pre myši je 70,0 mg / kg pre samcov a 76, 7 mg / kg pre samice. Toxín inhibuje rast *Tetrahymena pyriformis* (BETINA, 1990).



### 1.4.7 Zearalenon chemické vlastnosti

#### Zearalenon (ZEA)

**CAS ( Chemical Abstracts Services Registry No.):** 10048-13-2

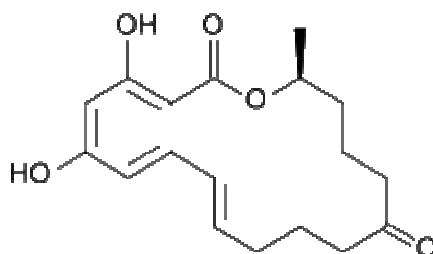
**Chemický názov :**  $\mu$ -lakton 6-(10-hydroxy-6-oxotrans-1-undecenyl)- $\beta$ -resorcyklové kyseliny

**Systematický názov:** 3a,12c-dihydro-8-hydroxy-6-methoxy-7-H-furo-[3',2':4,5]furo[2,3-c]xanthen-7-on

**Sumárny vzorec:** C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>

**Molekulová hmotnosť:** 324.29 g/mol

**Štruktúrny vzorec:**



Obr. 4 Zearalenon

### 1.4.8 Vlastnosti zearalenonu

ZEA je biela, opticky aktívna, kryštalická pevná látka. Je odolná voči teplu a k rozkladu dochádza pri teplotách nad 180°C pôsobiaci 30 minút. ZEA je odolný tiež voči hydrolýze.

Zearalenon (ZEA) sú estrogénne metabolity niekoľkých druhov plesní *Fusarium*. Hlavným producentom ZEA je *Fusarium graminearum*. Toxín spôsobuje hnilobu. Bol zisten nielen v kukurici, ale i v ďalších obilninách, v sene a v siláži vo veľa oblastiach sveta.

Vyznačuje sa vysokou perzistenciou v skladovanom obilí a zostáva nezmenený aj po tepelnom spracovaní múky (HUDECOVÁ, ŠIMKOVIČ, 2009).

Zearalenón, ako aj iné mykotoxíny, sú pôvodcami niektorých ochorení rastlín sú fyto toxické. Expresia protilátok špecifických pre mykotoxíny je dôležitá pri vývoji nových foriem odolnosti rastlín proti týmto škodcom. Z praktického hľadiska je dôležité, že protilátky v rastlinách môžu byť produkované vo veľkých množstvách, takže je možné využiť ich v poľnohospodárstve plošne (YUAN et al., 2000).

#### **1.4.9 Výskyt zearalenonu**

Bežne sa nachádza hlavne v cereáliách a cereálnych produktoch, najmä v oblastiach s teplým podnebím. Jeho výskyt v kukurici je celosvetový problém. Vysoké koncentrácie zearalenónu v obilninách a krmivách, sú skôr dôsledkom nesprávneho ošetrovania a skladovania ako primárneho vzniku mykotoxínu počas vegetačného obdobia (HUDECOVÁ, ŠIMKOVIČ, 2009).

ZEA obsahujú aj staré sójové bôby. Hromadenie ZEA v kukurici aktivuje vlhké počasie, ktoré udržuje jej vlhkosť v rozmedzí 22 –25 % alebo predlžuje vzhádzanie. ZEA sa u zvierat viaže na estrogénový receptor v mliečnej žľaze.

#### **1.4.10 Vplyv ZEA na zvieratá**

Zearalenón patrí medzi mykotoxíny, ktorý sa produkuje pri infekcií zrn a malých obiliek. V prípade, že sú infikovaným obilím kŕmené zvieratá, dochádza u nich k hyperestrogenizmu (k jeho príznakom sa radí predĺženie maternice a bradaviek, opuch pošvy a neplodnosť). Najcitlivejšie sú voči ZEA prasatá. U dospievajúcich prasníc ovplyvnených toxínom sa zisťujú ochorenia s plodnosťou. Brojlerové kurčatá a nosnice sú odolné voči vysokej koncentrácii ZEA. U nosníc môže zearalenon spôsobiť viditeľné zmeny na vajcovodoch a zníženie produkcie vajec.

Pre prežúvavce ma ZEA menší význam. Toxín sa za prítomnosti bachorových kultúr rýchle mení na alfa a beta-zearalenol. Alfa-zearalenol ma u myší asi 4-krát väčší estrogénny účinok ako ZEA; vplyv beta-zearalenolu je približne rovnaký ako ZEA. Konverzia ZEA v bachore dosahuje behom 48 hodín asi 30 %.

U moriakov a gunárov narúša zearalenon tvorbu spermií, dochádza k zníženiu ich počtu, k produkcii patologických spermií až k vymiznutiu spermií v ejakuláte.

<http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Agronavigator/Schneiderova/Mykotoxiny%20End.pdf>

<http://www.agroweb.cz/Ucinky-mykotoxinu-na-zdravi-a-reprodukcii-hospodarskych-zvirat-s45x8358.html>

Toxín zearalenón vyvoláva estrogénny syndróm najmä v mladých zvieratách. Objavujú sa potraty alebo predčasné prasnenie. Kone a ošípané strácajú pohybovú koordináciu, oslabený organizmus sa neudrží na nohách a líha si (MARENDIAK a kol. 1989).

#### Producers of ZEA mycotoxin

Table 3

Rod	Druh
<i>Fusarium</i>	<i>F. graminearum (Gibberella zeae), F. culmorum, F. cerealis, F. equiseti, F. crookwellense F. semitectum.</i>

## 1.5 Pšenica letná forma ozimná *Triticum aestivum* L.

Vznik pšenice siatej sa predpokladá asi 5800 rokov pred Kristom v oblasti Mezopotámie, odkiaľ sa rozšírila a stála sa najdôležitejšou obilninou v ekologickom a konvenčnom poľnohospodárstve.

Najväčšími pestovateľmi sú Čína, Spojené štáty americké a India. Pestuje sa pre potravinárske a priemyselné účely (LACKO- BARTOŠOVÁ, M. a kol., 2005).

Európske odrody pšenice, ktoré vznikli kombináciou prírodnej selekcie a selekcie vykonanej pestovateľmi, majú niektoré vzácne vlastnosti, ktoré môžu významne prispieť k zlepšeniu nových chlebových odrôd a rozšíreniu ich diverzity. Európske krajové a staré odrody reprezentujú veľmi hodnotnú časť genetickej zásoby, pretože pokrývajú najväčšiu časť vnútrodruhovej genetickej diverzity plodín (DOTLAČIL, HERMUTH, STEHNO, 2003).

### 1.5.1 Botanická charakteristika

Pšenica siata patrí do čeľade lipnicovitých *Poaceae*. Vznikla krížením tetraploidných druhov s inými druhmi *Aegilops* (*Aegilops squarrosa*). Poznáme ju vo forme ozimnej, jarnej a predsejbovej. V našich podmienkach sa pestuje prevažne ozimná forma pšenice.

### 1.5.2 Požiadavky na prostredie

Pšenica je plodina teplejších a suchších oblastí s teplotou klíčenia 3,5 - 4°C. Najvhodnejšími sú černozy, hlinité pôdy. Pšenica má slabo rozvinutý koreňový systém, je náročná na výživu. K tomu aby pšenica včas a kompletne vzišla prvou zásadou je, že musí byť zasiata do dobre pripravenej a uľahnutej pôdy.

Najvyššie úrody sú po širokolistých predplodinách – viacročné krmoviny, strukoviny, repka olejná, ozimná kukurica na siláž – používa sa dosť často, úroda závisí od úrovne organického hnojenia pod kukuricu

### 1.5.3 Agrotechnika

#### **Zaradenie v oševnom postupe, príprava pôdy, siatie, výživy a hnojenie, ošetrovanie počas vegetácie a zber**

Pšenica zo všetkých obilnín najvýraznejšie reaguje na predplodiny a tými najvhodnejšími sú tie, ktoré potláčajú buriny a tie, ktoré zanechávajú v pôde dostatok dusíka. Vhodné sú tiež predplodiny hnojené organickými hnojivami, ktoré zanechávajú pôdu v dobrom stave. Obilniny však pre pšenicu ako predplodina nie sú vhodné. Nemala by sa po sebe pestovať 2 – 5 rokov vzhľadom k nebezpečnému výskytu hubovitých chorôb. Ak porasty pšenice budeme zakladať po plodinách, ktoré zanechávajú v pôde veľa pozberových zvyškov ako sú napr. viacročné krmoviny, kukurica siata alebo slnečnica ročná, orieme do hĺbky 0,22 až 0,25 m. K zaoraniu viacročných krmovín by sme mali zásadne využiť pluhy s predplúžkom po druhej kosbe (najneskôr však do konca augusta) a oráčinu utlačiť ťažkým kotúčovým valcom. V prípade orby s pluhom bez predplúžka oráčinu musíme ošetriť tanierovým náradím ale zásadou je, že pôda musí byť po d'atelinovinách zoraná 4-6 týždňov pred sejbou. Zásadou dobre pripravenej pôdy po kukurici siatej a slnečnici ročnej je rozdrvenie pozberových zvyškov opakovaným tanierovaním ťažkým tanierovým náradím a ich následným zaorávaním do hĺbky 0,20 až 0,25 m. Na ošetrovanie oráčiny môžeme použiť ťažké brány, drviče hrúd a ťažké kotúčové valce. Vysievame ju podľa odrôd v množstve 4 – 6 mil. klíčivých zŕn na ha<sup>-1</sup>, do hĺbky 40 – 60 mm do riadkov so šírkou od 75 – 125 mm. K významným zásadám pri zakladaní porastov pšenice patrí dodržanie správneho, tzv. agrotechnického termínu sejby, ktorý je podmienený teplotou a vlhkosťou pôdy. V závislosti od odrody a nadmorskej výšky sa v zemiakovej výrobnjej oblasti pohybuje od 10.9. do 30.9., v repnej výrobnjej oblasti od 20.9. do 10.10 a v kukuričnej výrobnjej oblasti od 25. 9. do 15.10.

Veľmi vhodné je zapracovať malú dávku maštalného hnoja (okolo 15 t.ha<sup>-1</sup>).

[http://www.agroporadenstvo.sk/rv/obilniny/zakl\\_porastov.htm](http://www.agroporadenstvo.sk/rv/obilniny/zakl_porastov.htm)

## 1.6 Pšenica špaldová (*Triticum spelta* L.)

Pravlastou pšenice špaldovej je pravdepodobne juhozápadná Ázia. Pestovali ju už starý Egyptania, Gréci a Rimania. A do Európy sa dostala pred 4 000 rokmi pred sťahovaním národov.

V súčasnosti sa v Európe udržuje lokálny význam v drsnejších podmienkach alpskej oblasti (Švajčiarsko 4 000 ha, Rakúsko 3 000 ha, južné Nemecko 12 000 ha), na severe Francúzska a v Belgicku (9 000 ha) a vo Španielsku (LACKO-BARTOŠOVÁ, M. a kol., 2005).

### 1.6.1 Botanická charakteristika

Pšenica špaldová (*Triticum spelta* L.) vznikla krížením Tauschova (*Aegilops tauschi* syn. *Squarossa* L.) s pšenicou dvojrznou (*Triticum dicocon* L.). Vyskytuje sa ozimná a jarná forma pšenice špaldovej, ale pestuje sa prevažne forma ozimná. Vzchádzajúce rastliny majú prízemný „plazivý“ typ trsov, lístky sú užšie, viac chlpaté ako má pšenica siata (LACKO-BARTOŠOVÁ, M. a kol., 2005).

Steblo je dlhé, duté, tenkostenné. Klas je riedky s osťami, častejšie však bez ostí. Protistojne uložené klásky sú zložené z 3-5 kvietkov, pričom obvykle dozrievajú len 2, maximálne 3 obilky (VLASÁK, MOUDRÝ, TOUŠ, HUTAŘ, 1997).

Dĺžka stebľa je 1,30 m. Klas je dlhý 150 – 170 mm, riedky a prevažne pri dozrievaní ovisnutý. Olúpané obilky majú rozmery 3,6 x 8,9 mm. HTZ (hmotnosť tisícich zŕn) špaldy je o 10 – 25% väčší. Farba obiliek špaldy je hnedá a má výraznú sklovitosť (LACKO-BARTOŠOVÁ, M. a kol., 2005).

Na predplodinu je nenáročná, ale jej znášateľnosť po sebe je nižšia ako pri pšenici letnej. Pestujú sa viac formy ozimné ako jarné, agrotechnika je podobná ako pri pšenici letnej (VLASÁK, MOUDRÝ, TOUŠ, HUTAŘ, 1997).

Vysoká vzchádzavosť aj za menej priaznivých podmienok, vysoká odnožovacia schopnosť a tvorba veľkých zŕn sú hlavnými dôvodmi stabilnej úrodnosti špaldy. (LACKO-BARTOŠOVÁ, M., ANTALA, M., SIMONÍKOVÁ, O. (1997).

Chemickým zložením zrna je pšenica špaldová podobná pšenici letnej, vyznačuje sa však vyšším obsahom nutrične významných látok. Zrelé suché zrnko bez pliev obsahuje 60-61 % sacharidov, 15-17% bielkovín, 2,0-2,1% tukov, 1,8-2,0% minerálnych látok a 1,8-1,9% vlákniny (KORBER-GROHNE, U. 1987)

### **1.6.2 Požiadavky na prostredie**

Špalda nie je náročná na podmienky prostredia. Vyžaduje však dostatok vlahy, zvlášť v dobe klíčenia a vzchádzania. Dobre znáša aj extrémne vlhkostné podmienky. Má dobrú odolnosť voči zime a taktiež jej neškodí extrémne teploty v dobe dozrievania. Špaldu je vhodné pestovať v oblastiach s podmienkami menej vhodnými pre pestovanie pšenice siatej, kde pšenica siata stráca efektívnosť, najlepšie do horšej zemiakárskej podhorskej a horskej oblasti (LACKO-BARTOŠOVÁ, M. a kol., 2005).

Je nenáročná na bonitu pôdy, znáša i vyššiu skeletovitosť, dobre znáša chlad a darí sa jej aj nad hornou hranicou pestovania iných obilnín. Je menej napádaná chorobami a prakticky nemá škodcov. Ako plodina nevyžadujúca ošetrovanie chemickými prostriedkami je veľmi vhodná pre systém ekologického poľnohospodárstva. Mohutný koreňový systém umožňuje získavať živiny i z hlbších vrstiev a zaručuje vyššiu suchovzdornosť (VLASÁK, MOUDRÝ, TOUŠ, HUTAŘ, 1997).

### 1.6.3 Agrotechnika pšenice špaldovej

#### Zaradenie v osevnom postupe, príprava pôdy, siatie, výživy a hnojenie, ošetrovanie počas vegetácie a zber

Do osevného postupu zaraďujeme špaldu podobne ako po pšenici. Najlepšou predplodinou sú d'ateľoviny, repka olejná, bôb a okopaniny. Po ostatných obilninách, zvlášť po pšenici, špaldu nepestujeme vzhľadom k veľkej náchylnosti na hubovité ochorenia ( predovšetkým fuzáριοzu).

Špalda znesie aj hrudovité pozemky, kde nie je ohrozený prísun vlahy. Lôžko je náročné na vlahu pri klíčení a vzchádzaní. Preto sú pre špaldu vhodné pôdy uľahnuté s povrchovým kyprením.

Vysievame ju v druhej polovici septembra, ale v krajnom prípade je možné bez problémov vysievať až do polovice októbra či začiatku novembra. Zvyčajne sa vysieva nelúpané osivo, do hĺbky 30 - 50 mm s výsevom od 300 do 350 klíčivých obiliek na 1m<sup>2</sup>.

Špalda má dobrú schopnosť osvojovať si živiny z pôdy. Je citlivá na prehnojenie dusíkom a vzhľadom na dlhšiu dobu jeho uvoľňovania do prijateľnej formy sa odporúča hnojenie organickými hnojivami skôr.

Napadajú ju rovnaké choroby ako pšenicu siatu, ale je voči nim odolnejšia. Medzi najväznejšie choroby špaldy patria choroby (*Gaeumennomyces graminis*) a v hustejších porastoch (*Erysiphe graminis*).

Pre produkciu tzv. zeleného zrna sa špalda zbiera v mliečno až voskovej zrelosti a dosúša sa horúcim vzduchom, resp. údi dymom z dubového dreva pri 120°C na vlhkosť 12-14%. Pre mlynárske účely sa zbiera v plnej zrelosti (LACKO-BARTOŠOVÁ, M. a kol., 2005).



## 2 CIEĽ PRÁCE

Diplomová práca je súčasťou grantového projektu VEGA č. 1/0457/08 „Výskum a vývoj technológií pre udržateľné poľnohospodárske systémy.”

Hlavným cieľom práce v súlade s projektom je vývoj udržateľných systémov hospodárenia na ornej pôde.

Na stanovenie vytýčeného cieľa sme sa v práci zamerali na:

- stanovenie produkčných parametrov vybraných pestovaných plodín v ekologickej a integrovanej sústave hospodárenia v rokoch 2007 – 2008.
- stanovenie hodnôt a kontaminácie zrna pšenice letnej formy ozimnej mykotoxínmi – deoxynivalenol ( DON ) a zeazalenon ( ZEA ).

### **3 Metodika práce**

Predložená práca bola riešená v rámci projektu schváleného a financovaného vedeckou grantovou agentúrou MŠ SR, ktorá sa riešila na Katedre udržateľného poľnohospodárstva a herbológie SPU v Nitre.

#### **3.1 Miesto pokusu**

Experimentálna časť predloženej práce vychádza z metodiky uvedeného projektu a je riešená v poľnom maloparcelovom pokuse v dvoch systémoch hospodárenia na ornej pôde (integrovanej a ekologickej) na pozemkoch poľnej Experimentálnej bázy (EXBA) FAPZ, SPU v Nitre, Dolná Malanta v rokoch 2007 – 2008. Analyzuje sa vplyv dvoch systémov hospodárenia (integrovanej a ekologickej), dvoch úrovní hnojenia (hnojený a nehnojený variant) počas dvoch pestovateľských sezón 2006 – 2007 a 2007 – 2008 na úrodnostné prvky pšenice letnej formy ozimnej a výskytu mykotoxínov deoxynivalenol ( DON ) a zeazalenon ( ZEA ). Príprava pôdy bola realizovaná s cieľom zabezpečiť vhodné podmienky pre sejbu a následný rast plodiny.

#### **3.2 Charakteristika pokusného stanovišťa**

Experimentálna báza FAPZ, SPU v Nitre je lokalizovaná v blízkosti obce Dolná Malanta. Geograficky sa územie nachádza v západnej časti Žitavskej pahorkatiny, ktorej charakteristický trojuholníkový tvar vymedzuje pohorie Trábeč, rieky Nitra a Žitava. Lokalita experimentu má charakter roviny s nepatrným úklonom k juhu a východnej časti s úklonom k východu. Nadmorská výška dosahuje 177 – 180 m.

### 3.2.1 Poveternostné a klimatické podmienky

Záujmové územie sa nachádza v teplej klimatickej oblasti. Dlhodobý ročný úhrn zrážok za obdobie tridsať rokov ( 1961 – 1990 ) je 532,5 mm, priemerná teplota vzduchu za vegetačné obdobie je 16, 4°C (ŠPÁNIK – REPA – ŠIŠKA, 1996) .

Priemerné mesačné teploty vzduchu a úhrn zrážok sú v rokoch 2007 – 2008 uvedené v Tabuľkách 1, 3. Priemerná ročná teplota v roku 2007 bola 11,4°C a v roku 2008 11,1°C.

Charakteristika obdobia v roku 2007 – 2008 a priemerné teploty sú uvedené v tabuľkách 4,5.

Priemerné teploty a charakteristika obdobia v roku 2007 (ŠIŠKA a i., 2008)

Tabuľka 4

MESIAC	TEPLOTA VZDUCHU			
	t (°C)	Normál	$\Delta t$ (°C)	Charakteristika obdobia
I.	4,4	-1,7	6,1	Mimoriadne teplý
II.	5,0	0,5	4,5	Veľmi teplý
III.	7,5	4,7	2,8	Teplý
IV.	12,2	10,1	2,1	Veľmi teplý
V.	16,6	14,8	1,8	Teplý
VI.	21,1	18,3	2,8	Veľmi teplý
VII.	22,3	19,7	2,6	Veľmi teplý
VIII.	21,2	19,2	2,0	Teplý
IX.	13,7	15,4	-1,7	Studený
X.	9,9	10,1	-0,2	Normálny
XI.	3,6	4,9	-1,3	Normálny
XII.	-1,1	0,5	-1,6	Studený
Rok (x, $\Sigma$ )	11,4	9,7	1,7	-

Priemerný úhrn zrážok a charakteristika obdobia 2007

Tabuľka 5

MESIAC	ZRAŽKY			
	Z (mm)	Normál	%normál	Charakteristika obdobia
I.	66,3	31	214,0	Mimoriadne vlhký
II.	32,9	32	103,0	Normálny
III.	58,0	33	176,0	Veľmi vlhký
IV.	0,0	43	2,0	Mimoriadne suchý
V.	106,7	55	194,0	Veľmi vlhký
VI.	36,0	70	51,0	Suchý
VII.	35,6	64	56,0	Suchý
VIII.	78,9	58	136,0	Vlhký
IX.	91,2	37	247,0	Mimoriadne vlhký
X.	31,6	41	77,0	Normálny
XI.	50,2	54	93,0	Normálny
XII.	19,0	43	44,0	Veľmi suchý
<b>Rok (x,Σ)</b>	606,4	561	108,0	Normálny

Priemerné teploty a charakteristika obdobia v roku 2008 (ŠIŠKA a i., 2009)

Tabuľka 6

MESIAC	TEPLOTA VZDUCHU			
	t (°C)	Normál	Δ t (°C)	Charakteristika obdobia
I.	1,4	-1,7	3,1	Veľmi teplý
II.	2,7	0,5	2,2	Teplý
III.	5,5	4,7	0,8	Normálny
IV.	11,0	10,1	0,9	Normálny
V.	16,0	14,8	1,2	Teplý
VI.	19,9	18,3	1,6	Teplý
VII.	20,4	19,7	0,7	Normálny
VIII.	20,5	19,2	1,3	Teplý
IX.	15,3	15,4	-0,1	Normálny
X.	11,2	10,1	1,1	Teplý
XI.	6,7	4,9	1,8	Teplý
XII.	3,0	0,5	2,5	Teplý
<b>Rok (x,Σ)</b>	11,1	9,7	1,4	-

Priemerné úhrny zrážok a charakteristika obdobia v roku 2008

Tabuľka 7

MESIAC	ZRÁŽKY			
	Z (mm)	Normál	%normál	Charakteristika obdobia
I.	25,5	31	82,0	Normálny
II.	20,2	32	63,0	Suchý
III.	62,7	33	190,0	Veľmi vlhký
IV.	36,4	43	85,0	Normálny
V.	55,4	55	101,0	Normálny
VI.	86,2	70	123,0	Normálny
VII.	90,0	64	141,0	Vlhký
VIII.	9,8	58	17,0	Mimoriadne suchý
IX.	51,5	37	139,0	Vlhký
X.	30,2	41	74,0	Suchý
XI.	33,1	54	61,0	Suchý
XII.	68,0	43	158,0	Veľmi suchý
<b>Rok (x,Σ)</b>	569,0	561	101,0	Normálny

### 3.2.2 Charakteristika pôdy

Na pokusnej lokalite je pôdnym druhom hnedozem hlinitá. Profil pôdy hnedozeme má tri horizonty ( A1, Bt, C), z ktorých ako hlavný a určujúci je luvický Bt horizont, vzniknutý v dôsledku iluviálnej akumulácie translokovaných koloidov ( HANES, 1994).

Stratografia pôdneho profilu je nasledovná:

- kumusový horizont A1 0,00 – 0,32 m
- luvický horizont Bt 0,33 – 0,65 m
- prechodný horizont Bt/C 0,66 – 0,85 m
- pôdotvorný substrát C viac ako 0,86 m

Hnedozem je v Al a C horizonte hlinitá a v Bt horizonte ilovitohlinitá. Merná hmotnosť sa pohybuje v intervale 2,6 – 2,63 t.m<sup>-3</sup>. Orničná časť pôdného profilu je mierne zhutnená (pórovitosť: p = 45 – 48 %) a podorničie zhutnené (p = 42%). Pôda má vysokú kapilárnu nasiakivosť (36 – 40%), vysokú maximálnu kapilárnu vodnú kapacitu je 27 – 30%, čo umožňuje zadržiavať dostatočné množstvo vody.

Obsah humusu humátovo – fulvátového typu je v Al horizonte stredný (1,95 – 2,28 %) a pôdna reakcia je kyslá až slabo kyslá pH<sub>KCL</sub> je 4,76 – 5,56). Vplyv acidifikácie sa prejavuje až do Bt/C horizontu. Obsah výmenných bázických katiónov je v Al horizonte 143 a v C horizonte 229 mmol chemického ekvivalentu.kg<sup>-1</sup> pôdy (Ca<sup>2+</sup> 66 – 73%, Mg<sup>2+</sup> 16 – 25%, K<sup>+</sup> 1,5 – 6%, Na<sup>+</sup> 2,1 – 4,9%). Katiónová sorpčná kapacita sa pohybuje v rozmedzí 185 mmol (Al horizont) až 257 mmol chemických ekvivalentov.kg<sup>-1</sup> pôdy (Bt horizont).

### 3.3 Systém hospodárenia na ornej pôde

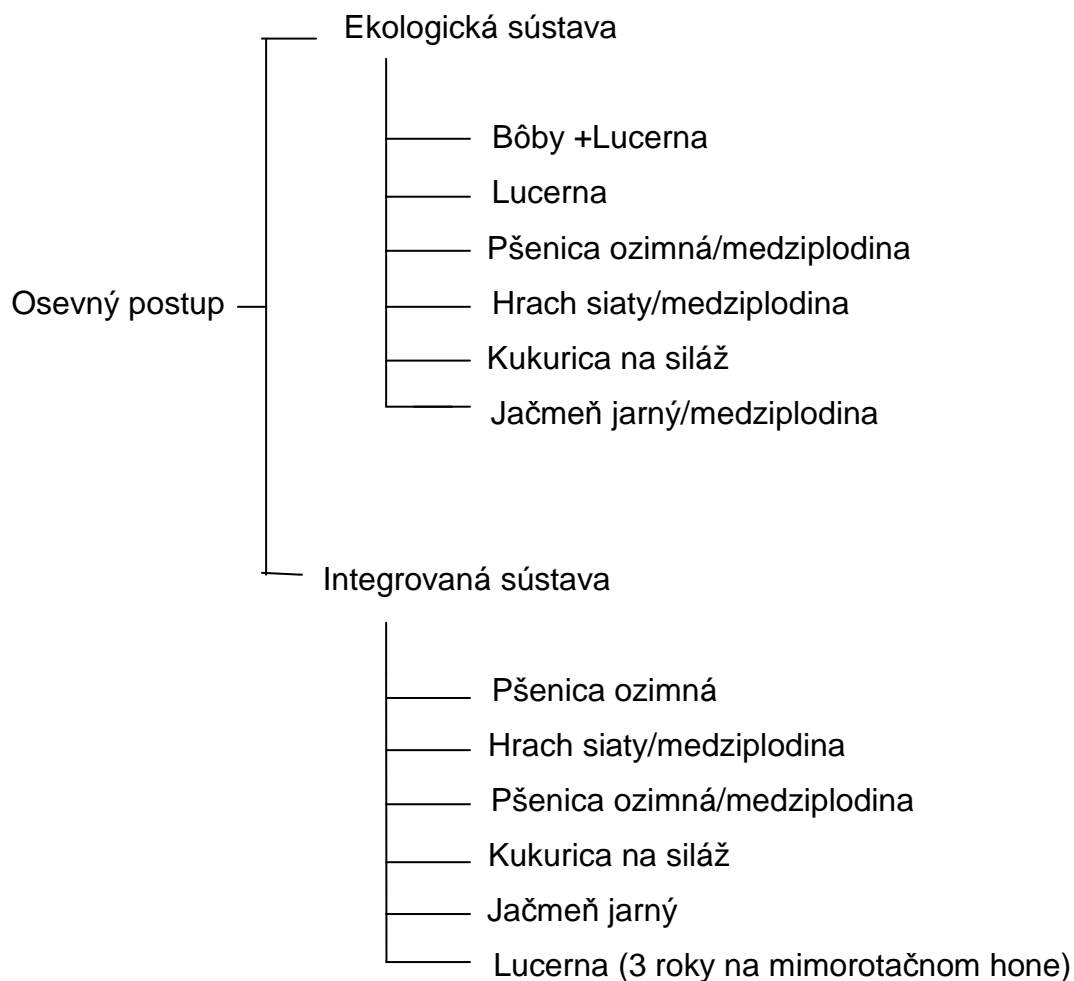
Integrovaný a ekolomický systém hospodárenia na ornej pôde v zmysle metodiky projektu VEGA č. 1/0457/08 tvoria šesťhonové oševné postupy so sledom plodín. Podiel jednotlivých plodín zaradených v daných oševných postupoch je nasledovný:

#### Oševný postup v integrovanom pestovateľskom systéme:

- viacročné krmoviny 16,7%
- obilniny 50,0%
- strukoviny 16,7%
- okopaniny 16,7%

#### Oševný postup v ekologickom pestovateľskom systéme:

- viacročné krmoviny 33,3%
- obilniny 33,3%
- strukoviny 16,7%
- okopaniny 16,7%



Obr. 5 Osevný postup v ekologickej a integrovanej sústave hospodárenia

Použité odrody pestovaných plodín: pšenica letná f. ozimná – *Solara*, jačmeň siaty, f. jarná – *Ebson*, hrach siaty – *Svit*.

Porasty boli založené podľa platných agrotechnických zásad v oboch systémoch hospodárenia v rovnakom termíne a rovnakým spôsobom s výnimkou hnojenia a používania chemických látok na ochranu rastlín.

### 3.3.1 Výživa a hnojenie rastlín

#### Integrovaný systém

N – variant bez hnojenia (porovnávací vo vzťahu k hnojenému variantu)

H – hnojenie maštalným hnojom ku kukurici na siláž 40 t. ha<sup>-1</sup> + priemyselné hnojivá, ktorých dávky boli stanovené bilančnou metódou na priemernú hladinu úrody pestovaných plodín. Ochrana rastlín je cielená, pesticídy sa využívajú nanajvýš úsporne.

#### Ekologický systém

N – variant bez hnojenia (porovnávací vo vzťahu k hnojenému variantu)

H – hnojenie maštalným hnojom ku kukurici na siláž 40 t.ha<sup>-1</sup>, zabezpečenie N vzdušnou fixáciou leguminózami, prihnojovanie podľa potreby povolenými hnojivami. Ochrana rastlín založená na ekologických princípoch, regulácia zaburinenosti v širokoriadkových plodinách plameňovou plečkou.

### 3.3.2 Obrábanie pôdy

V oboch pestovateľských systémoch je obrábanie pôdy založené na orbe s prvkami minimalizácie.

Každý identický variant (systém, hnojenie) má z dôvodu štatistického spracovania údajov produkčných parametrov štyri opakovania a technologické parametre pšenice letnej formy ozimnej majú tri opakovania. Veľkosť plochy jedného opakovania je 50 m<sup>2</sup>.

## 3.4 Analyzované produkčné a kvalitatívne parametre plodín

Pri hodnotení jednotlivých systémov hospodárenia na ornej pôde je potrebné mať stanovený súbor parametrov, ktoré jednoducho a jednoznačne kvantifikujú rozdiely medzi integrovaným a ekologickým systémom. Pre účely a možnosti tohto výskumu boli vybrané nasledovné produkčné parametre pestovaných plodín:

1. úrodovorné prvky
2. teoretické úrody pestovaných plodín (pšenice letnej f. ozimnej)



### 3.4.1 Hodnotenie úrodovných prvkov

Pre všetky sledované plodiny boli počas vegetácie a pri zbere stanovované úrodovné prvky vyplývajúce z habitu rastliny a usporiadania porastu. Všetky merania a výpočty boli realizované na každom variante v štyroch opakovaníach.

Pri jednotlivých plodinách boli sledované nasledovné úrodovné prvky:

- pšenica letná f. ozimná: počet klasov na m<sup>2</sup>, počet zrn v klase (g), HTZ (g), teoretická úroda zrna (t.ha<sup>-1</sup>)
- Pšenica letná f. ozimná: deoxynivalenol a zearalenon v µg/kg

### 3.4.2 Hodnotenie mykotoxínov

Hodnotené boli mykotoxíny deoxynivalenol (DON) a zearalenon (ZEA) pomocou HPLC. Príprava vzorky:

1. 25 g vzorky rozomlieť do 250 mL Erlenmayerovej banky
2. Do 250 ml Erlenmayerovej banky pridať 100 mL roztoku ACN : H<sub>2</sub>O (84:16, v/v)
3. Trepať intenzívne 5 min
4. Prefiltrovať
5. Odobrať 60 ml prefiltrovaného roztoku do 100 mL hrubostenných kvapkovitých baniek
6. Na rotačnej vákuovej odparke odpariť do sucha 60°C.
7. Rozpustiť v 1,25 mL roztoku ACN : H<sub>2</sub>O (84:16, v/v)
8. Odobrať 1 mL do 1,5 ml mikroskúmaviek
9. Centrifugovať pri 21 000 G 10 min
10. Injektovať 50 mikrolitrov do HPLC

<http://micotox.com/pdf/PDFseng/DON>

[http://micotox.com/pdf/ZEARALENONE\\_HPLC\\_V01-07e.pdf](http://micotox.com/pdf/ZEARALENONE_HPLC_V01-07e.pdf)

## Podmienky HLPC:

Podľa:

(LISA, M. et al. 1999).

Detektor: UV – 218 nm (DON) a 238 nm (ZEA)

Teplota: 30°C.

Kolóna: Purospher STAR, 250x4,6 mm, 5µm

Mobilná fáza: A H<sub>2</sub>O, B:ACN

Gradient: 0-5 min 10% B

5-16 min 10% - 25% B

17 – 35 min 25% - 60% B

36 – 40 min 60% B

41 min 10% B

Prietok mobilnej fázy: 0,6 mL/min

### 3.5 Štatistické vyhodnotenie výsledkov

Výsledky boli spracované štatistickými metódami v programe MS Excel 2007. Sú usporiadané v tabuľkách a graficky. Signifikantnosť rozdielov medzi skupinami bola určená Studentovým t-testom.

## 4 Výsledky práce

### 4.1 Vyhodnotenie vplyvu sledovaných faktorov na úrodovorné prvky a úrody pestovaných plodín v rokoch 2007-2008

#### 4.1.1 Pšenica letná, forma ozimná (*Triticum aestivum* L.)

Na štúdium sme použili rastlinný materiál pšenice letnej formy ozimnej, ktorá je v oševnom postupe v integrovanom systéme zaradená dvakrát. Predplodinami pšenice letnej f. ozimnej v integrovanom systéme hospodárenia sú lucerna siata a hrach siaty. V ekologickom systéme hospodárenia sa pšenica ozimná v oševnom postupe nachádza raz. Predplodinou bola lucerna siata.

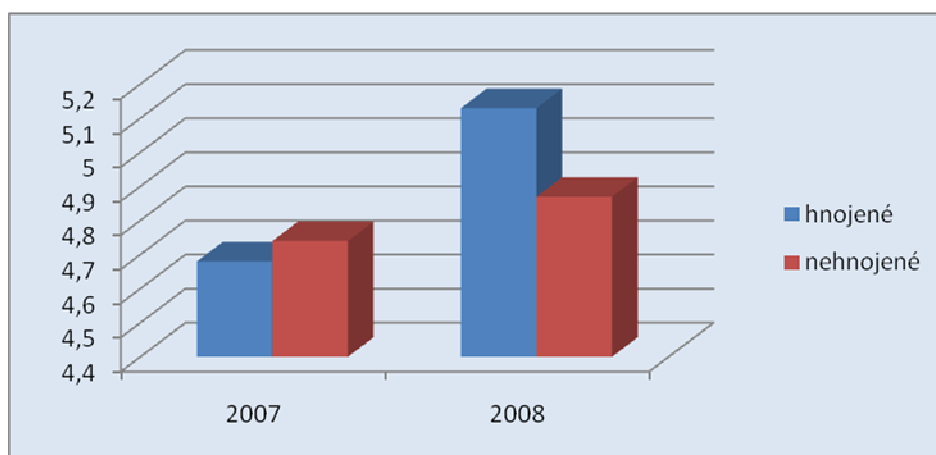
Z výsledkov štatistického hodnotenia vyplýva, že na úrodu pšenice letnej f. ozimnej mal najväčší vplyv ročník. Na základe Tabuliek č. 4,6 je možné identifikovať a charakterizovať, že v roku 2007 bolo obdobie od apríla do augusta veľmi teplé až teplé, pričom rok 2008 bol v tom istom období normálny až teplý. Rok 2007 bol na úhrny zrážok v mesiacoch apríl až august suchý až vlhký a v 2008 roku bol charakterizovaný ako normálny (Tab. 5,7). Sústava a hnojenie vplývali na úrodu zrna, keďže rok 2007 bol teplejší, čiže suchší a hnojenie nemalo veľký účinok. No rok 2008 bol charakterizovaný ako normálny.

#### 4.1.2 Úroda zrna (t/ha<sup>-1</sup>), pri vlhkosti 14%

V rokoch 2007 a 2008 bol preukazný rozdiel medzi úrodami. Najnižšia úroda bola dosiahnutá v integrovanom systéme v roku 2007 (4,68 t. ha<sup>-1</sup>) (Graf 1), kde bol predplodinou hrach siaty, ktorý bol hnojený a najvyššia v roku 2007 v ekologickom systéme po lucerne (5,44 t. ha<sup>-1</sup>) (Graf 2), ktorá bola nehnojená. Úroda bola zvýšená o (0,76 t. ha<sup>-1</sup>).

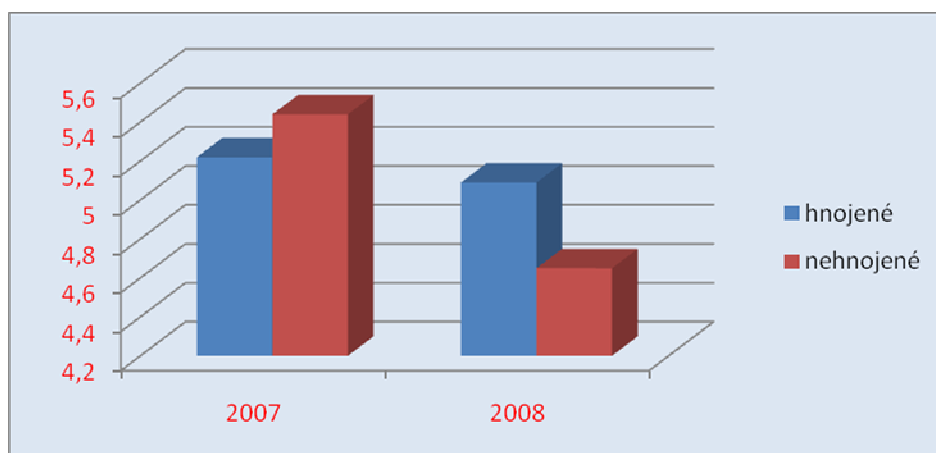
Integrovaný systém hospodárenia po hnojenom hrachu siatom, kde bola v roku 2007 zaznamenaná najnižšia úroda

Graf 1



Ekologický systém hospodárenia po nehnojenej lucerne, kde bola v roku 2007 zaznamenaná najvyššia úroda

Graf 2

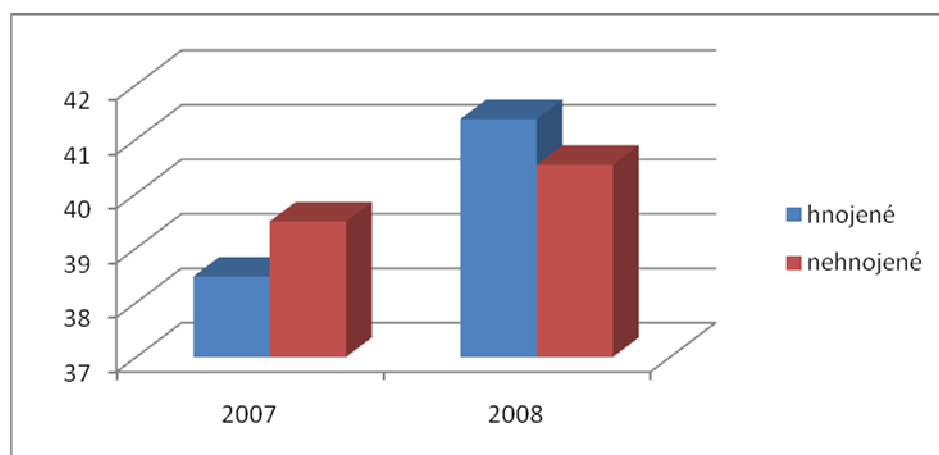


### 4.1.3 Hmotnosť 1000 zrn (g), pri vlhkosti 14%

Vplyv sústavy na HTZ, ktorý sa prejavil je možné sledovať z Grafov 3,4,5. Najväčšie rozdiely v HTZ boli zistené medzi rokom 2007- 2008. Najnižšia hodnota v roku 2007 bola (35,52 g) HTZ a to v integrovanom systéme hospodárenia, kde predplodinou bol hnojený hrach (Graf 4) . V roku 2008 tou najvyššou HTZ bolo (42,20 g) a to v integrovanom systéme hospodárenia po hnojenom jačmeni (Graf 5). Rozdiel v rokoch 2007- 2008 bol ( 6,68 g) HTZ.

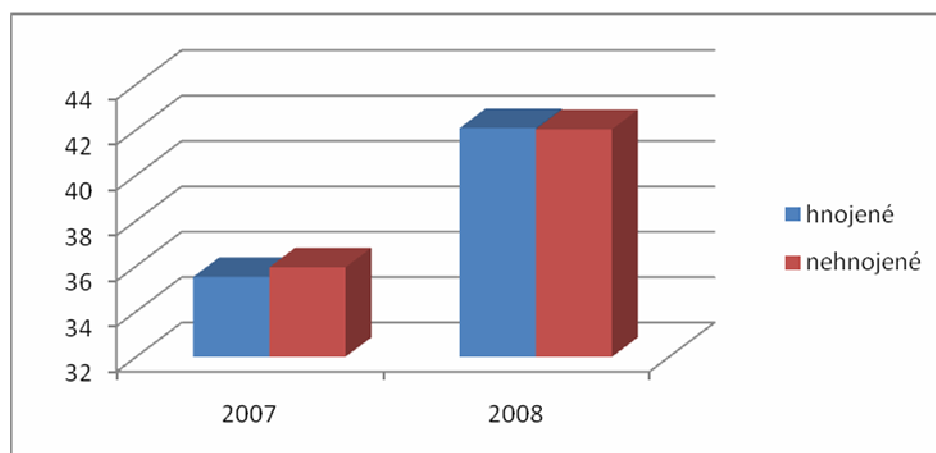
Ekologický systém hospodárenia, kde predplodinou bola lucerna

Graf 3



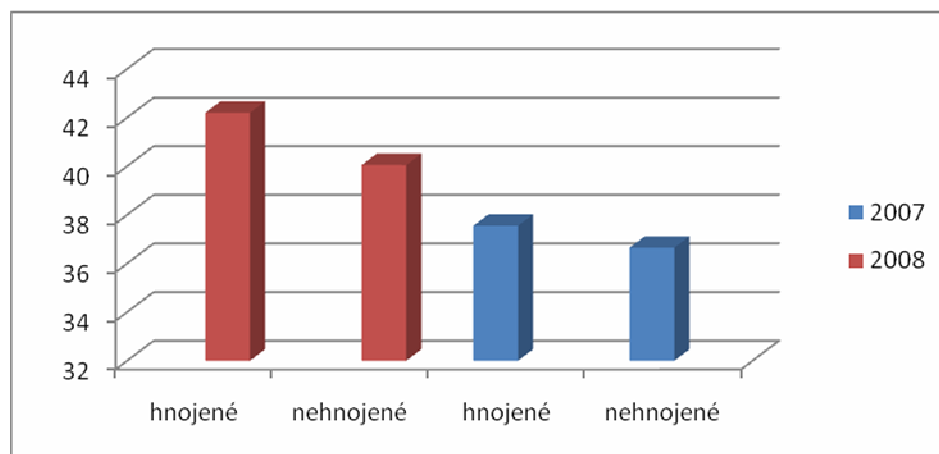
Integrovaný systém hospodárenia, kde predplodinou bol hrach siaty

Graf 4



Integrovaný spôsob hospodárenia, kde predplodinou bola jačmeň a lucerna

Graf 5

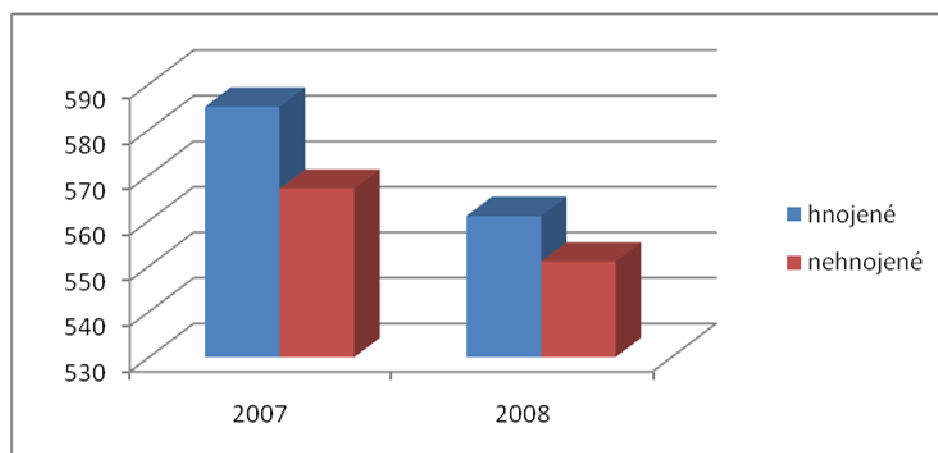


#### 4.1.4 Počet klasov na m<sup>2</sup>

Najvyšší počet klasov na m<sup>2</sup> bol v roku 2007 po predplodine, ktorou bol hnojený hrach v integrovanom systéme hospodárenia s počtom 585 ks na m<sup>2</sup> (Graf 6). Najnižšie hodnoty v počte klasov boli taktiež v roku 2007 v množstve iba 477 ks a to po lucerne, ktorá bola tiež pestovaná v integrovanom systéme hospodárenia ale nehnojená. Rozdielom je 108 ks klasov pšenice letnej f. ozimnej na m<sup>2</sup>. V priebehu sledovaných rokov sa prejavilo vyšším počtom klasov na m<sup>2</sup> hnojenie.

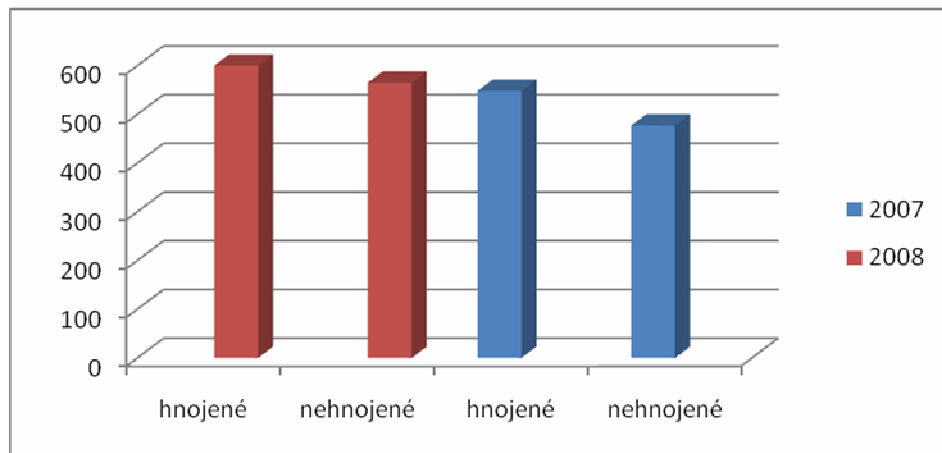
Vplyv hnojenia na počet klasov na m<sup>2</sup> pšenice letnej f. ozimnej

Graf 6



## Vplyv integrovanej sústavy hospodárenia na zvýšený počet klasov na m<sup>2</sup>

Graf 7

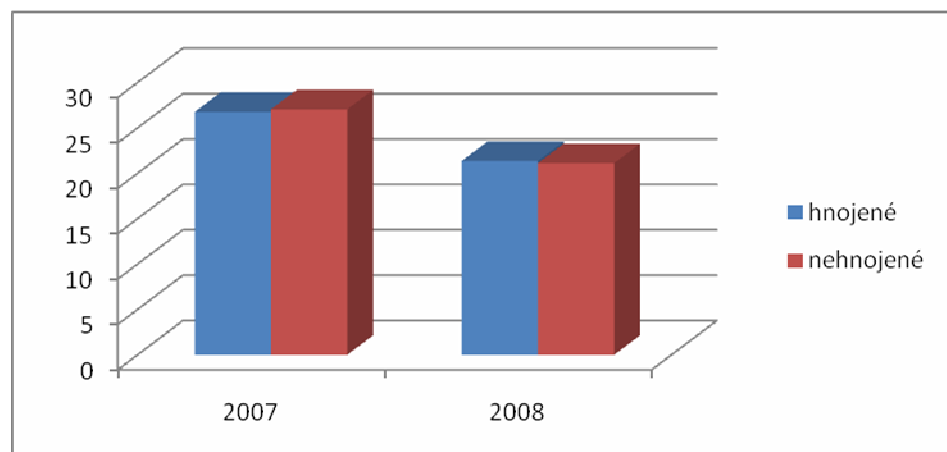


### 4.1.5 Počet zrn v klase

Najvyššie hodnoty počtu zrn v klase sa prejavili v roku 2007 v ekologickom systéme hospodárenia a to pri lucerne a s počtom zrn (27,06 g), ktorá bola nehnojená. Výnimkou bola v tom istom roku tiež nehnojená lucerna ale v systéme integrovanom, kde dosiahla najvyšší počet zrn v klase (26,99 g). Rozdiel medzi najnižšou a najvyššou hodnotou dosiahnutou v počte zrn v klase je (6,16 g). Najnižšia hodnota bola dosiahnutá v roku 2008 pri nehnojenom hrachu v integrovanej sústave.

## Vplyv ročníka na počet zrn v klase pšenice letnej f. ozimnej

Graf 8

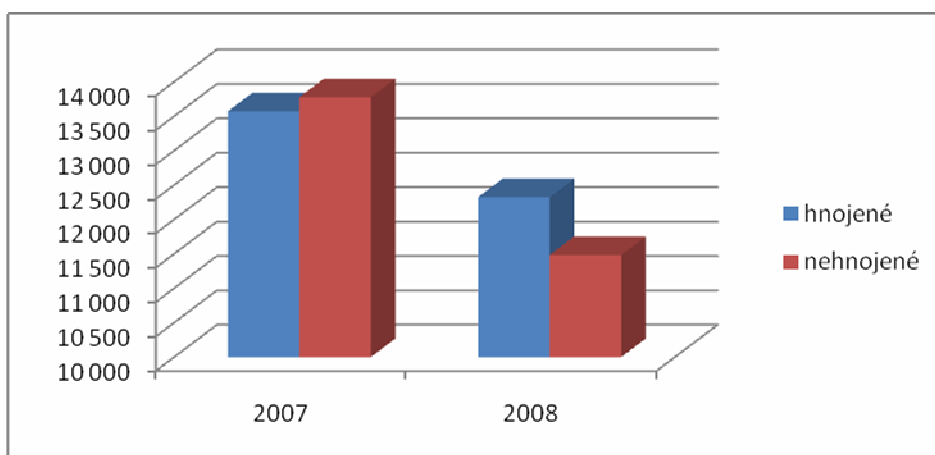


#### 4.1.6 Počet zrn na m<sup>2</sup>

Na počet zrn na m<sup>2</sup> pestovanej pšenice letnej f. ozimnej má najvyšší vplyv ročník 2007. Hodnoty počtu zrn na m<sup>2</sup> boli cca 13 000 (g/ m<sup>2</sup>). Sústava hospodárenia nemala preukázaný vplyv na prvky úrodnosti, ale vyššia úroda v integrovanej sústave bola výsledkom vyššieho počtu zrn na m<sup>2</sup>. Najvyšší počet bol v roku 2007 v ekologickom systéme hospodárenia po nehnojenej lucerne s hmotnosťou (13 777 g/ m<sup>2</sup>). Najnižšia hmotnosť (11 484 g/ m<sup>2</sup>) bola tiež po nehnojenej lucerne v ekologickom systéme hospodárenia ale v roku 2008. Rozdielom bola hmotnosť (2 293 g/ m<sup>2</sup>).

Vplyv ročníka na počet zrn na m<sup>2</sup> pšenice letnej f. ozimnej

Graf 9





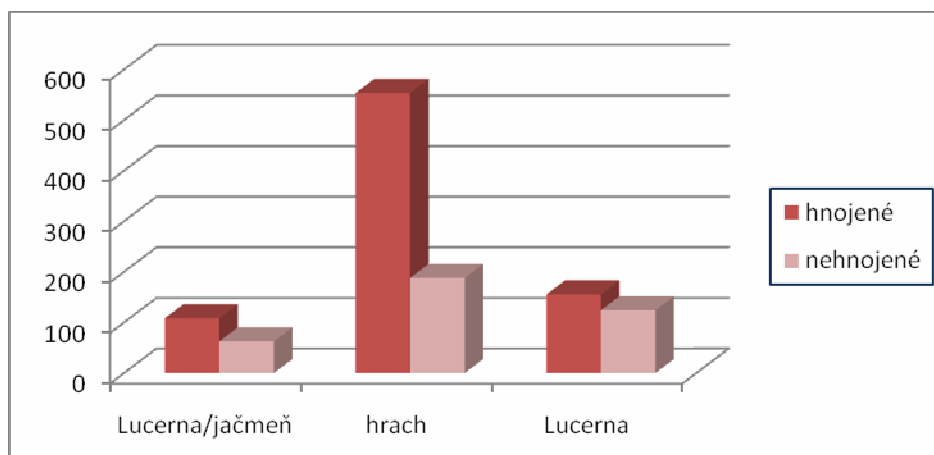
## 4.2 Deoxynivalenol v $\mu\text{g}/\text{kg}$ pri ozimnej pšenici za rok 2007

DON je veľmi stabilný mykotoxín a ani počas mletia, príp. varenia, nedochádza k jeho degradácii a nezmenený prechádza do ďalších produktov. Napr. ani po technologickom spracovaní kontaminovanej pšenice na pšeničný škrob sa jeho koncentrácia nemení (ŠUDYOVÁ et ŠLIKOVÁ, 2006).

Na preukázanie deoxynivalenolu DON mala najväčší vplyv hnojená predplodina, menej ročník. Najväčšie hodnoty sme zistili v roku 2007 po hnojenej predplodine, ktorou bol hrach siaty. Hodnota bola ( $553,7 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). V danej skupine sme zistili aj najnižšie hodnoty DON a to po nehnojenej lucerne a jačmeni. Tu obsah DON predstavoval len ( $62,6 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Rozdiel medzi najnižším a najvyšším ukazovateľom je ( $490,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ ).

Deoxynivalenol v  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pri ozimnej pšenici za rok 2007

Graf 10

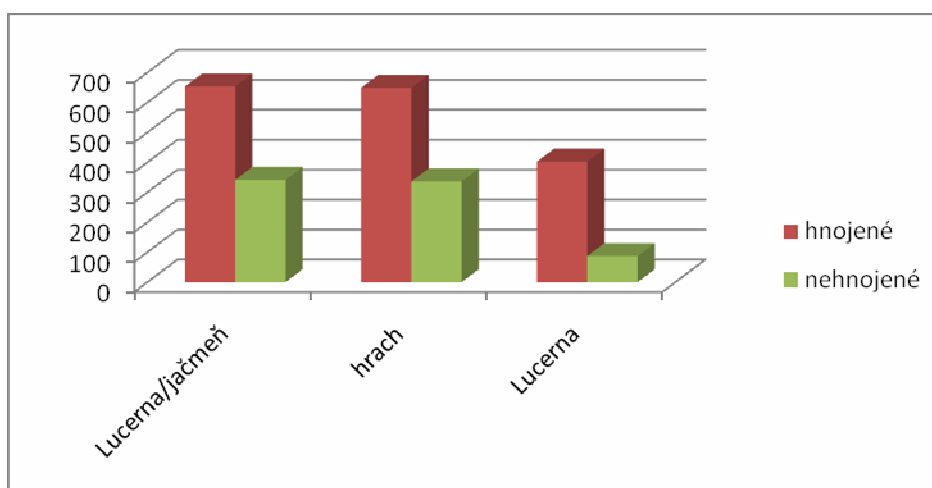


#### 4.2.1 Deoxynivalenol v $\mu\text{g}/\text{kg}$ pri ozimnej pšenici za rok 2008

Rok 2008 bol veľmi vhodný vzhľadom na ročník (klimatické podmienky prostredia) a na sústavu hnojenia. Vysoké hodnoty boli zistené v integrovanej sústave hospodárenia po hnojenej lucerne a jačmeni. Len s nepatrným rozdielom ( $4,2 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) bola hodnoty obsahu DON po hnojenom hrachu nižšia. Hnojená lucerna a jačmeň v integrovanej sústave hospodárenia v roku 2008 obsahuje ( $653,4 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) a v tej istej sústave dosahuje hrach siaty hodnoty ( $649,2 \mu\text{g}/\text{kg}$ ).

Deoxynivalenol v  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pri ozimnej pšenici za rok 2008

Graf 11



#### 4.2.2 Testy významnosti pre DON

Testy významnosti pre DON Sigma- obmedzená parametrizácia Dekompozície efektívnej hypotézy

Tabuľka 8

	SČ	Stupne	PČ	F	P
<b>Abs. člen</b>	4472157	1	4472157	425,9079	0,000000
<b>Sústava</b>	462888	2	231444	22,0417	0,000005
<b>Roky</b>	544385	1	544385	51,8448	0,000000
<b>Hnojenie</b>	637609	1	637609	60,7230	0,000000
<b>Opakovanie</b>	38803	3	12934	1,2318	0,320868
<b>Sústava*roky</b>	238342	2	119171	11,3493	0,000372
<b>Sústava*hnojenie</b>	71133	2	35567	3,3872	0,051366
<b>Roky*hnojenie</b>	82585	1	82585	7,8650	0,010066
<b>Sústava*opakovanie</b>	48524	6	8087	0,7702	0,601097
<b>Roky*opakovanie</b>	37908	3	12636	1,2034	0,330736
<b>Hnojenie*opakovanie</b>	11455	3	3818	0,3637	0,779838
<b>Chyba</b>	241507	23	10500		

- Vysoko preukázané hodnoty
- Nepreukázané hodnoty

LSD test, Homogénnej skupiny, alfa = ,05000 Chyba: medziskoupina PČ= 10500,, sv = 23,000

	Sústava	DON	1	2	3
<b>3</b>	ES	192,4062	****		
<b>1</b>	IS1	291,5313		****	
<b>2</b>	IS2	431,7750			****

LSD test, Homogénnej skupiny, alfa = ,05000 Chyba: medziskupina PČ= 10500,, sv = 23,000

	<b>Roky</b>	<b>DON</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	2007	198,7417	****	
<b>2</b>	2008	411,7333		****

LSD test, Homogénnej skupiny, alfa = ,05000 Chyba: medziskupina PČ= 10500,, sv = 23,000

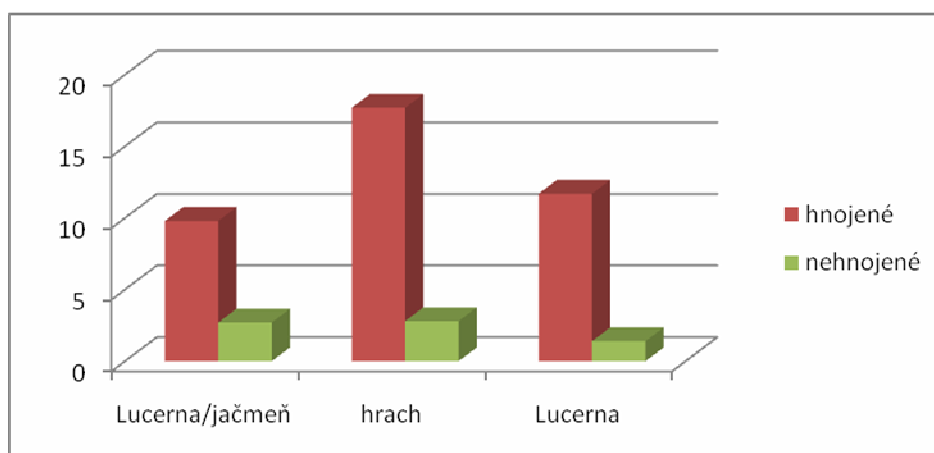
	<b>Hnojenie</b>	<b>DON</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	nehnojené	189,9833	****	
<b>1</b>	hnojené	420,4917		****

#### 4.3 Zearalenon v µg/kg pri ozimnej pšenici za rok 2007

Posledným sledovaným ukazovateľom pre dosiahnutie výsledkov štúdia je mykotoxín rodu *Fusarium* zvaný zearalenon (ZEA). V hnojenom systéme hospodárenia v roku 2007 ZEA dosiahol výrazne veľké hodnoty oproti nehnojenej forme. Vysoko preukázateľné hodnoty boli dosiahnuté vplyvom roka a tiež sústavou hnojenia. Najvyššie parametre vystúpili v roku 2007 po hnojenom hrachu na (17,7 µg/kg) v integrovanej sústave hnojenia. Druhá najvyššia hodnota vrástla na (11,7 µg/kg) a to ekologickej sústave hnojenia po hnojenej lucerne.

## Zearalenon v $\mu\text{g}/\text{kg}$ pri ozimnej pšenici za rok 2007

Graf 12

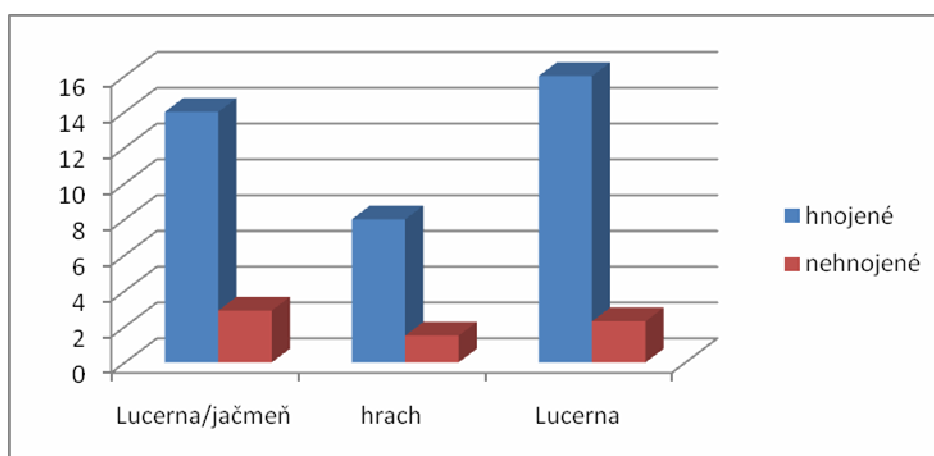


### 4.3.1 Zearalenon v $\mu\text{g}/\text{kg}$ pri ozimnej pšenici za rok 2008

Pri porovnaní rokov 2007 a 2008 (viď graf 12,13) sme zistili, že už spomínaný ukazovateľ hrach siaty, ktorý v roku 2007 výrazne prevyšoval obsahom ZEA hnojenu lucernu a jačmeň, tak sme uňho v roku 2008 v hnojenej forme zaznamenali najnižšie hodnoty. Podľa preukazného poklesu je v pokusnej skupine rozdiel medzi najvyššou a najnižšou hodnotou hrachu siateho menší o (9,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

## Zearalenon v $\mu\text{g}/\text{kg}$ pri ozimnej pšenici za rok 2008

Graf 13



#### 4.3.2 Testy významnosti pre ZEA

Testy významnosti pre ZEA Sigma- obmedzená parametrizácia Dekompozície efektívnej hypotézy

Tabuľka 9

	SČ	Stupne	PČ	F	P
<b>Abs.člen</b>	2 745,188	1	2 745,188	331,0779	0,000000
<b>Sústava</b>	2,334	2	1,167	0,1407	0,869467
<b>Roky</b>	1 350,441	1	1 350,441	162,8672	<b>0,000000</b>
<b>Hnojenie</b>	0,750	1	0,750	0,0905	0,766305
<b>Opakovanie</b>	18,448	3	6,149	0,7416	0,583143
<b>Sústava*roky</b>	16,713	2	8,356	1,0078	0,380574
<b>Sústava*hnojenie</b>	166,504	2	83,252	10,0404	<b>0,000734</b>
<b>Roky*hnojenie</b>	0,403	1	0,403	0,0486	0,827387
<b>Sústava*opakovanie</b>	25,056	6	4,176	0,5036	0,799131
<b>Roky*opakovanie</b>	10,574	3	3,525	0,4251	0,736851
<b>Hnojenie*opakovanie</b>	3,782	3	1,261	0,1520	0,927319
<b>Chyba</b>	190,708	23	8,292		

- **Vysoko preukázané hodnoty**

LSD test, Homogénnej skupiny, alfa = ,05000 Chyba: medziskupina PČ= 8,2917, sv = 23,000

	Roky	ZEA	1	2
<b>2</b>	2008	2,25833	****	
<b>1</b>	2007	12,86667		****

LSD test, Homogénnej skupiny, alfa = ,05000 Chyba: medziskoupina PČ=  
8,2917, sv = 23,000

	<b>sústava</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>ZEA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	IS2	Nehnojené	4,75000		**** a	
<b>1</b>	IS1	Hnojené	6,23750	****	**** ab	
<b>5</b>	ES	Hnojené	6,56250	****	**** ab	
<b>2</b>	IS1	nehnojené	8,41250	****		**** bc
<b>6</b>	ES	Nehnojené	9,15000	****		**** bc
<b>3</b>	IS2	hnojené	10,26250			**** bc

<b>Sústava/hnojenie</b>	<b>Hnojené</b>	<b>Nehnojené</b>
<b>IS1</b>	6,24 ab	8,41 bc
<b>IS2</b>	10,26 c	4,75 a
<b>ES</b>	6,56 ab	9,15 bc

## 5 Diskusia

V poslednom období sa venuje veľká pozornosť zdravej výžive, úrodným pôdam, na ktorých rastliny poskytujú vysoké úrody. Straty na úrode spôsobujú choroby a mikroorganizmy, ktoré žijú v pôde a ktoré sa niekoľkokrát rozmnožia a zahynú. Z jednotlivých druhov mikroorganizmov žijú v pôde aj vírusy, baktérie a huby, ktoré napádajú rastliny, živočíchy a ľudí.

Cieľom práce bolo stanoviť produkčné parametre vybraných pestovaných plodín v ekologickej a integrovanej sústave hospodárenia v rokoch 2007- 2008. Taktiež bolo cieľom stanoviť hodnoty a kontamináciu zrna pšenice letnej formy ozimnej mykotoxínmi- deoxynivalenol (DON) a zearalenon (ZEA).

Existuje množstvo mechanizmov, pomocou ktorých celozrnné potraviny môžu priaznivo vplyvať na zdravie (SLAVIN, 2000; LIU, 2003). (ANDERSON a kol., 2000; ADOM a kol., 2003; CLEVELAND, 2000; MARQUART a kol., 2000).

Úrodnosť je komplexná vlastnosť a jej dedičnosť je veľmi zložitá. Všetky výskumy dedičnosti úrodnosti a jej faktorov sú sťažené najmä vplyvom prostredia. Úroda zrna závisí od prídavných pomerov, no dochádza často aj k prejavom vzájomne pôsobiacich dvoch alebo viacerých genetických činiteľov (HRAŠKA, 1989).

V minulom storočí sa úroda zrna pri obilninách zdvojnásobila vďaka výkonným odrodám a vyšším dávkam NPK. Odhaduje sa na základe analýzy historického sortimentu odrôd s rôznou dobou povolenia, že na raste úrod sa geneticky potenciál podieľal 50 až 60 %. Ročne sa zvyšoval genetický potenciál úrody pri pšenici od 60 do 100 kg na ha v závislosti od oblasti a analyzovaného sortimentu. Na Slovensku sme odhadli 63 kg ročne (UŽÍK, ŽOFAJOVÁ 1990). Hnojenie ani sústava hospodárenia nemali v našom prípade štatisticky významný vplyv na hmotnosť tisíc zŕn a počet klasov na m<sup>2</sup>.

HRAŠKA (1989) charakterizuje hmotnosť 1000 zŕn takmer vo všetkých prípadoch od závislosti na aditivite. Prevažujú recesívne faktory nad dominantnými, alebo sú obidve skupiny génov vo vyrovnaných pomeroch. Autor tiež charakterizuje závislosť počtu zŕn v klase od prídavných pomerov a ich dominancia sa prejavuje v smere zvýšenia počtu zŕn v klase. V našom prípade HTZ z celej sústavy ovplyvnil ročník (Graf 4). Na hmotnosť 1000 zŕn (HTZ) vplyv rokov a hnojenia bol významný,



avšak ich interakcia nebola významná (Tab. 3). Najnižšia hmotnosť bola v roku 2007 keď dosiahla hmotnosť (35,52 g). Najvyššia v roku 2008 s hmotnosťou (42,20 g).

Počet zŕn v klase v roku 2007-2008 ovplyvnil ročník a rozdiely medzi ekologickým a integrovaným poľnohospodárstvom boli nepatrné. Zatiaľ čo počet zŕn sa so stúpajúcimi dávkami hnojív, najmä dusíkatých zvyšoval, hmotnosť jedného zrna mala tendenciu sa znižovať, čo sa odvíja od rozdielneho obdobia ich realizácie. Ako ukázali výsledky efektívnosť hnojenia závisí od klimatických podmienok roka, ktoré sa môžu len s určitou pravdepodobnosťou predpovedať

Potenciálny počet zŕn na plochu sa determinuje v prvých etapách rastu počtom odnoží, teda počtom klasov, avšak o hmotnosti zrna sa rozhoduje v dobe nalievania zrna.

Pri časti biologických znakov, z ktorých niektoré spolu určujú hospodársky charakter a význam odrody, je potrebné využívať výsledky hodnotenia z domácich ekologických podmienok, najlepšie z oblastí, kde sa zdroje šľachtiteľsky využívajú, alebo sa predpokladá ich využitie pre praktické pestovanie (HAUPTVOGEL, P. – ČIČOVÁ, I. – TISOVÁ, 2003)

V porastoch pšenice sú huby z rodu *Fusarium* príčinou padania klíčnych rastlín, černania báz stebiel, bieloklasosti a ružovej hniloby klasov (ŠROBÁROVÁ, 1995).

TANČINOVÁ et al., (2001) študovali druhové spektrum mikroskopických húb na zrnách pšenice v období zberu a počas uskladnenia. Podľa viacerých autorov existuje viac ako 70 druhov semenom prenosných húb. V súčasnosti existujú komplexné mykologické štúdie (CHAMPION, 1997; MALONE & MUSKETT, 1997) v ktorých je systematicky zdokumentované spektrum semenom prenosných húb.

Najvyššie hodnoty obsahu mykotoxínov deoxynivalenol a zearalenon boli zistené po hnojených predplodinách.

## 6 Návrh na využitie výsledkov

Na základe doterajších publikovaných literárnych poznatkov, ktoré sme mali k dispozícii sme zhrnuli základné princípy ekologického poľnohospodárstva a podstatu vplyvu mykotoxínov na organizmy. Mykotoxíny patria medzi cudzorodé látky znečisťujúce životné prostredie. Sú to metabolické produkty mnohých mikroskopických húb, ktoré priťahujú pozornosť zdravotníkov a ekonómov. Toxické účinky týchto látok bývali príčinou masových otráv ľudí a zvierat po stáročia.

Získané údaje jednotlivých ukazovateľov sa môžu využiť ako parametre pre hodnotové vyjadrenie všeobecných a špecifických cieľov pre integrované a ekologické poľnohospodárske systémy.

Treba mať na pamäti, že nie je hlavným cieľom produkcia u čistých potravín, ale orientovanie sa na pozitívny vzťah k prírode a životnému prostrediu.

## 7 Záver

V experimentálnej časti diplomovej práce sme sledovali vývoj udržateľných systémov hospodárenia na ornej pôde, kde sme stanovili produkčné parametre vybraných pestovateľských plodín v ekologickej a integrovanej sústave hospodárenia v rokoch 2007 a 2008. Stanovili sme aj hodnoty a kontamináciu zrna pšenice letnej formy ozimnej mykotoxínmi – deoxynivalenol (DON) a zearalenon (ZEA).

Na základe dosiahnutých výsledkov za roky 2007-2008 a zo štúdia zahraničnej literatúry môžeme vyvodit' tieto nasledujúce závery:

- Nami sledované faktory v pokuse sa prejavovali rôzne v závislosti od plodiny a v závislosti od variantu v rámci faktoru.
- Pestovaním pšenice letnej formy ozimnej vyplýva, že na úrodu mal najvyšší vplyv ročník, pričom pestovateľské a meteorologické podmienky boli v roku 2008 v mesiacoch apríl až august najpriaznivejšie, tento rok sa vyznačoval ako normálny, čo bolo rozhodujúce v čase formovania úrodotvorných prvkov ako sú počet zrn v klase a HTZ.
- Vyššia úroda sa preukázala v absolútnych hodnotách v integrovanej sústave na hnojených variantoch. Hoci hnojenie a sústava hospodárenia nemali na úrodu vysoký vplyv, no získala sa vyššia úroda.
- Počas sledovaného obdobia mal na HTZ najväčší vplyv ročník 2008, v ktorom pestovaná pšenica dosiahla najvyššiu hmotnosť.
- Najvyšší a najnižší počet klasov na  $m^2$  bol v roku 2007 v integrovanom systéme hospodárenia, kde najvyššie hodnoty boli po hnojenom hrachu a najnižšie po nehnojenej lucerne. V tomto prípade malo na tieto hodnoty veľký vplyv hnojenie.
- Na počet zrn v klase mal vysoký vplyv ročník. Štatisticky vôbec neboli preukázané veľké rozdiely medzi najnižšou a najvyššou hodnotou v integrovanom a následne v ekologickom systéme hospodárenia dosiahnutou v počte zrn v klase.
- Sústava hospodárenia nemala preukázaný vplyv na prvky úrodnosti, ale vyššia úroda v integrovanej sústave bola výsledkom vyššieho počtu zrn na  $m^2$ .

- Najvyššie hodnoty obsahu mykotoxínov deoxynivalenol a zearalenon boli zistené po hnojených predplodinách.

Naše výsledky a výsledky štúdií autorov dokumentujú hodnoty a rozdiely úrodnosti pšenice letnej f. ozimnej pestovanej v ekologickej a integrovanej sústave. Hodnotenie vybraných ukazovateľov preukázalo, že na všetky hodnotené prvky úrodnosti mal významný vplyv ročník, hnojenie štatisticky významne zvýšilo počet zrn v klase. Hoci hnojenie a sústava hospodárenia nemali na úrodu významný vplyv získala sa vyššia úroda

## 8 Použitá literatúra:

1. ANDERSON, J. W., HANNA, T. J., PENG, X., KRYSCIO, R. J.: Whole grains foods and heart disease risk., *J. Am. Coll. Nutr.*, (2000), 19:291-299.
2. ANDERSEN, B. – THRANE, U. 2006. Food-borne fungi in fruit and cereals and their production of mycotoxins. In: *Advances in food mycology*, 571, 2006, p. 137-152.
3. BETINA, V.: *Mykotoxíny, chémia-biológia-ekológia*. Bratislava:ALFA, 1990. 288 p. ISBN 80-05-00631-4.
4. BEZUIDENHOUT, S. C. – GELDERBLUM, W. C. A. – HORAK, R.M. et al. 1988. Structure elucidation of fumonisins, mycotoxins from *Fusarium moniliforme*. In: *J. Chem. Soc.*, roč. 7, č. 3, s. 743 – 745.
5. COLE, R. J. – HILL, R. A. – BLAKENSHIP, P. D. et al. 1982. Influence of irrigation and drought stress on invasion of *Aspergillus flavus* in corn kernels and peanut pods. In: *Dev. Ind. Microbiol.*, roč. 23, 1982, s. 299 – 326.
6. COLE, R.J.- COX, R.H.: *Handbook of toxic fungal metabolites*. New York: Academic Press, 1981. 937 s. ISBN 0-12-179760-0.
7. COLE, R.J.-COX,R.H.: *Handbook of toxic fungal metabolites*. New York: Academic Press, 1981. 937 p. ISBN 0-12-179760-0.
8. DE HOOG, G. S.- GUARRO. J.- GENÉ, J. – FIGUERAS, M.J.: *Atlas of clinical fungi*, 2<sup>nd</sup> ed., Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures, 2000, 1126 p. ISBN 90-70351-43-9.
9. DOTLAČIL, L. – HERMUTH, J. – STEHNO, Z.: Earliness, spike productivity and protein content in European winter wheat landraces and obsolete cultivars. In: *Plant, soil and environment* , roč. 49, 2003, č. 2, s. 67-74.
10. EDWARDS, J. – GROVE, T. L. – HAWOOD, R.R. – PIERCE COLFER, V. J. 1993. The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability. *Agriculture and Environment*. Vol. 46, 1993. p.99 – 121. ISBN 0-444-89800-X.
11. ERIKSEN, G.S.-PETTERSSON, H.: Toxicological evaluation of Trichothecenes in animal feed. In: *Animal Feed and Technology*, 2003, in press

12. FASSATIOVÁ, O.: Toxinogenní druhy rodu *Penicillium* Link a klíč k určení běžneji se vyskytujících zástupců v Čechách. In: Česká Mykologie, 42, 1988, pp. 12-23
13. FASSATIOVÁ, O.: Úvodní slovo. In: KUBÁTOVÁ, A. - PRÁŠIL, K.: Současný stav, využití moderních metod a perspektivy studia rodu *Penicillium*, Praha, 1995, pp. 1-2.
14. FRISVAD, J.C. – SAMSON, R.A. 1991. Filamentous fungi in foods and feeds: ecology, spoilage, and mycotoxin production. In: Arora, D. K. – Mukerji, K. G. – Elmer, H. M.(ed): Handbook of Applied Mycology Vol. 3: Foods and Feeds Chapter 5. New York : MARCEL DEKKER, INC, 1991. p. 31-67.
15. FRISVAD, J.C.-THRANE, U.: Mycotoxin production by common filamentous fungi. In.: Introduction to food-and Airborne fungi. 6<sup>th</sup> ed. Utrecht: Centraalbureau voor schimmelcultures, R.A. Samson, E.S. Hoekstra, J.C. Frisvad-O. Filtenborg (eds.), 2002, pp.321-331, ISBN 90-70351-42-0.
16. GELDERBLUM, W. C. A. – JASCIEWICZ, K. – MARASAS, W. F. O. et al., 1988. Fumonisin mycotoxins with cancer – promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. In: Appl. Environ. Microbiol., roč. 54, č. 5, s. 1806 – 1811.
17. GERLACH, W. – NIRENBERG, H.: The genus *Fusarium* -a pictorial atlas. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land – und Forstwirtschaft. Berlin: Dahlem, 1982. 406 p. head fusariosis (head blight). In *Acta Physiologiae Plantarum*, 11, 1990, p. 301-306.
18. HANES, J. 1994. Parametre chemických a fyzikálnych vlastností hnedozeme a ich zmeny vplyvom rôznych sústav hospodárenia na pôde. In: Nové poznatky zvyšovania produkčnej schopnosti pôd. Nitra: VŠP, 1994, s. 6-15.
19. HARRISON, J. B. 1991. Siatie, sadenie a pestovanie. In: Úroda bez chémie., 1991, s. 72 – 75. ISBN 80-7115-009-6
20. HAUPTVOGEL, P. – ČIČOVÁ, I. – TISOVÁ, V: Zhodnotenie kvality odrôd pšenice letnej (*Triticum aestivum* L.). In: Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín. Zborník z 10. Odborného seminára, Piešťany : VÚRV, 2003, s. 93-96.

21. HOLÚBEK, R. a kol., 2000. Kvalita objemových krmovín z poloprírodných trávnych porastov. In: Lúčne a pasienkové rastliny. Nitra: SPU, 2000, s. 11 – 15. ISBN 80-7137-815-1
22. HRAŠKA, Š. a kol., 1989. Dedičnosť hospodársky významných kvantitatívnych znakov. In: Špeciálna genetika poľnohospodárskych rastlín. Bratislava: Príroda, 1989, s.20-22. ISBN 80-07-00022-4.
23. HUDECOVÁ, D. – ŠIMKOVIČ, M. Mykotoxíny a mykotoxikózy. In: Mikrobiológia. Bratislava: STU, 2009, s. 176 - 186. ISBN 978-80-227-3194-2
24. CHAMPEIL A., DORÉ T., FOURBET J.F.: *Fusarium head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by Fusarium in wheat grain*, Plant Sci. 166, 1389 (2004).
25. CHAMPION, R. 1997: Identifier les champignons transmis par les semences. INRA,
26. Paris. MALONE, J.P. – MUSKETT, A.E. 1997: Seed-borne fungi. Description of 77 fungus species. The International Seed Testing Association, 191 pp.
27. CHEEKE, P. R. - SHULL, L. R. 1995. Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effects on livestock. In: J. Anim. Sci., roč. 73, 1995, s. 909 – 918.
28. CHU, S. F. 1993. Recent progress on analytical techniques for mycotoxins in feedstuffs. In: J. Anim. Sci., roč. 70, 1993, s. 3950 – 3963.
29. KORBER-GROHNE, U. (1987): Nutzpflanzen in Deutschland: Dinkel, Spelz. Stuttgart, Konrad Theiss Verlag: 68 p.
30. KUBÁTOVÁ, A. 2000. Nové druhy toxinogenných penicílii nálezene na potravinách a jejích identifikace. In Sb. Prednášek: Aktuální problematika mikrobiologie potravín II. Liblice – Byšice: Dum vědeckých pracovníku Akademie věd, 2000. str. 103 – 107.
31. LACKO- BARTOŠOVÁ, M. a kol., 2005. Základné hľadiská prechodu na trvalo udržateľné poľnohospodárstvo. In: Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo. Nitra: SPU, 2005. s. 415 – 418. ISBN 80–8069–556–3.
32. LACKO- BARTOŠOVÁ, M. a kol., 1995. Kvalita produkcie z ekologického poľnohospodárstva. In: Ekologické poľnohospodárstvo. Nitra: EKO, 1995. s.120 – 127. ISBN 80–967357–0–5.

33. LACKO-BARTOŠOVÁ, M., ANTALA, M., SIMONÍKOVÁ, O. (1997): Pestovanie pšenice špaldy na južnom Slovensku. In: Obilniny. Nitra, SPU: 36-41.
34. LEE, H. B. – MAGAN, N. 1999. Environment factors influence in vitro interspecific interaction between *A. ochraceus* and other maize spoilage fungi, growth and ochratoxin production. In: *Mycopathologia*, 146, 1999, 1, p. 43-47.
35. LESLIE, J. F., SUMMERELL, B. A. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Australia :Blackwell Publishing, 2006. 388 p. ISBN 978-0-8138-1919-8.
36. LISA, M. et al. 1999. Quantification of deoxynivalenol in wheat using an immunoaffinity column and liquid chromatography. In: *Journal of Chromatography A*, 1999, n. 859, p. 23 – 28. ISSN 0021- 9673.
37. MAGAN, N. – HOPE, R. – CAIRNS, V. – ALDRED, D. 2003. Post-harvest fungal ecology: Impact of fungal growth and Mycotoxin accumulation in stored grain. In: *European Journal of Plant Pathology*, 109, 2003, 7, p. 723-730.
38. MALÍŘ, F.- OSTRÝ, V.- BÁRTA, I.- BUCHTA, V.- DVOŘÁKOVÁ, I.- PAŘÍKOVÁ, J.- SEVERA, J.- ŠKARKOVÁ, J.: Vlákňité mikromycéty (plísňe) mykotoxíny a zdraví človeka. Brno: NCO-NZO. 2003. s.349. ISBN 80-7013-395-3, str. 109-110.
39. MAZIN V. V. – ŠAŠKOVÁ L. S. 1989, Dve nadriše živých organizmov. In: *Huby, rastliny a ľudia*. Bratislava: Príroda. 1989, str. 14 -15. ISBN 80-07-00008-9.
40. MESTERHAZY, Á.: Types and components of resistance to *Fusarium* head blight; *Plant Bred.*, 114, 1995, s. 1-10.
41. MOUDRÝ, J. - PRUGAR, J. 2001. *Kvalita, zpracování a odbyt bioproduktu*, České Budejovice : 2001, ISBN 80-7040-526-0.
42. MUBATANHEMA, W., MOSS, M. O., FRANK, M. J., WILSON, D. M. 1999. Prevalence of *Fusarium* species of the *Liseola* section on Zimbabwean corn and their ability to produce the mycotoxins zearalenone, moniliformin and fumonizin B1. In *Mycopathologia*, 148, 1999, p.157-163.
43. NORTHOLT, M.D.- FRISVAD, J.C.- SAMSON, R.A.: Occurrence of food-borne fungi and factors for growth. In: *Introduction to food-borne fungi*, Baarn and Delft, Samson, A.- Hoekstra, E.S.- Frisvad, J.C.-Filtenborg, O. (Eds.), 1995, s. 243-250.



44. OSTRÝ, V. – RUPRICH, J. – SKARKOVÁ, J. – PROCHÁZKOVÁ, I. – KUBÁTOVÁ, A. 2001. Occurrence of the toxigenic fungi (producers of aflatoxins and ahratoxin A) in foodstuffs in Czech republic in years 1999 – 2000. Wien: Mycotoxin workshop, 2001. Vol. 35.
45. PARRY, D.W., JENKINSON, P., MCLEOD, L.: *Fusarium* ear blight (Scab) in small grains- a review. *Plant Pathol.*, 44, 1995, s. 207-238.
46. PASTIRČÁK, M. 2002. Výskyt druhov rodu *Fusarium* (Deuteromycota, Nectriaceae) na Slovensku. In *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, 24, Bratislava, str. 35 – 38.
47. PASTIRČÁK, M. 2004: Vlákňité huby kolonizujúce klas a semeno pšenice letnej f.ozimnej (*Triticum aestivum*). In: Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín: Zborník z 11. odborného seminára , 24.-25. novembra 2004 / Ed. M. Užík.- Piešťany: VÚRV, 137-138.
48. PIOVARČIOVÁ, Z. - LABUDA, R. - TANČINOVÁ, D. - HAÜBL, G.: *Fusarium poae* (Peck) Wollenweber, potential source of A- and B- trichothecenes on wheat. *Proceedings of the Micromyco 2007*, NOVÁKOVÁ, A. (Ed.): pp. 117-123. ISBN 978-80-86525-10-5
49. PITT, J.I.- HOCKING, A.D.: *Fungi and food spoilage*. 2<sup>nd</sup> ed. London et al., 1997, 593 p. pšenice a ochrana proti nim. In *Obilnárske listy*, 8, 2000, 5, s. 109. ISBN 0-8342-1306-0.
50. POHLAND, A. E. 1993. Mycotoxins in rewiev. In: *Food Addit. Contam.*, roč. 10, 1993, č. 1, s. 17 – 28.
51. QUILLIEN, J. – F. 2002. Mykotoxíny: syntetická správa, Bartislava: Ústav vedecko – technických informácií pre pôdohospodárstvo – NOI, 2003. s. 24.
52. SAMSON, R. A. - HOEKSTRA, E. S. - FRISVAD, J. C. - FILTENBORG, O. 2002. *Introduction to food- and airborne fungi*. Utrecht : Centraalbureau voor Schimmecultures, 2002. 389 p. ISBN 90-70351-42-0.
53. SCHNEIDEROVÁ, P. 2007. Bezpečnosť krmív a zdraví zvierat – Mykotoxíny Pavla Schneiderova, str. 5, 8. ISBN 80-758-604-8.
54. SLAVIN, J. L., JACOBS, D., MARQUART, L.: Whole-grain consuption and chronic disease: protective mechanisms. *Nutr. and cancer*, (1997), 27: 14-21.

55. SORENSEN, J. L. 2009. *Preharvest fungi and their mycotoxins in maize* : Ph.D. Thesis. Lyngby : Center for Microbial Biotechnology, 2009. ISBN 978-87-91494-68-0.
56. STRAŠIL, Z. – SKALA, J. 1994. Možnosti pěstování průmyslových a energetických plodin v klasických výrobních podmínkách. In: Rozšíření maloobjemových plodin pro potravinářské a technické využití ke zvýšení rentability rostlinné výroby. VÚRV Ruzyně, Praha 22. 11., S. 28 – 35.
57. ŠIŠKA, B. – ČIMO, J. 2008. Klimatická charakteristika roku 2007 v Nitře. In: klimatická charakteristika roku 2006 v Nitře. Nitra: SPU, 2007, s. 50.
58. ŠROBÁROVÁ, A., VAŠKOVÁ, M.: *Fusarium* spp. associated with scab of wheat in Slovakia; *Ochrana Rostlin*, 23, 1987, s. 279-284.
59. ŠROBÁROVÁ, A.: The occurrence of *Fusarium* spp. from Slovakia maize kernels. *Cereal Res. Commun.*, 3, 1995, s. 617-618.
60. TANČINOVÁ, D. – KAČÁNIOVÁ, M. – JAVOREKOVÁ, S. 2001. Natural occurrence of fungi in feeding wheat after harvest and during storage in the agricultural farm facilities. In: *Biologia*, 56, 2001, 3, p. 247-250.
61. THRANE, U.: *Fusarium* species and their specific profiles of secondary metabolites. In: *Fusarium* mycotoxins, taxonomy and pathogenicity: Topics in secondary metabolism. Vol. 2., Amsterdam, Oxford, New York-Tokyo: ELSEVIER, J. Chelkowski.(eds.), 1989, s. 199 – 226, ISBN 0-444-87468-2.
62. TUNLID, A., TALBOT, N. J.: Genomics of parasitic and symbiotic fungi. *Curr. Opin. Microbiol.*, 5, 2002, s. 513-519.
63. UŠÁKOVÁ, A. – HUDÁK, J. – KRAJČOVIČ, J. – SEMAN, M. 2000. *Huby. Biológia pre gymnázia*, Bratislava 2000, s. 64 – 75.
64. UŽÍK, M. – ŽOFAJOVÁ, A. – RÜCKSCHLOSS, L.: Stabilita úrody zrna a jej prvkov pri odrodách pšenice letnej f. ozimnej pri rôznych pestovateľských podmienkach. In: *Agriculture Poľnohospodárstvo*, 54, 2008, 3, pp. 99–110.
65. VAŇOVÁ, M., TVARŮŽEK, L., HRABALOVÁ, M. 2000. Fuzárie v klasoch ozimnej
66. VIVIAN, A., MURILLO, J., JACKSON, R.W.: The roles of plasmids in phytopathogenic bacteria: mobile arsenals? *Microbiology*, 147, 2001, s. 763-780.

67. Vlasák, M., Moudrý, J., Touš, V., Hutař, M. (1997): Pěstování pšenice špaldy a její význam v lidské výživě. In: Farmář, 5: 12-13.
68. WAKULINSKI, W. 1990. Phytotoxicity of the secondary metabolites of fungi causing wheat
69. WALKER, N.W. 1993. Enzymy. In: Čerstvé ovocné a zeleninové šťavy. Olomouc : 1993, 18 – 19 ., ISBN 80-85572-63-X
70. YUAN, Q., HU, W., PESTKA, J. J., HE, S. Y., HART, L. P. 2000. Expression of a functional anti.zearalenone single-chain Fv antibodies in transgenic Arabidopsis plants. Appl Environ Microbiol 66: 3499-3505.
71. <http://micotox.com/pdf/PDFseng/DON>
72. [http://micotox.com/pdf/ZEARALENONE\\_HPLC\\_V01-07e.pdf](http://micotox.com/pdf/ZEARALENONE_HPLC_V01-07e.pdf)
73. <http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Agronavigator/Schneiderova/Mykotoxiny%20End.pdf>
74. [http://www.agroporadenstvo.sk/rv/obilniny/zakl\\_porastov.htm](http://www.agroporadenstvo.sk/rv/obilniny/zakl_porastov.htm)
75. [http://www.agroweb.cz/Ucinky-mykotoxinu-na-zdravi-a-reprodukci-hospodarskych-zvirat\\_\\_s45x8358.html](http://www.agroweb.cz/Ucinky-mykotoxinu-na-zdravi-a-reprodukci-hospodarskych-zvirat__s45x8358.html)

## 9 Prílohy

Produkčné parametre pšenice letnej f. ozimnej

Úroda zrna (t/ha) pri 14% vlhkosti – Integrovaný systém

Tabuľka 10

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 2</b>	<u>hnojené</u>	I.	4,37	5,45
		II.	4,28	6,12
		III.	5,30	5,16
		IV.	4,77	5,36
		<b>Priemer</b>	<b>4,68</b>	<b>5,52</b>
<b>Predplodina hrach</b>	<u>nehnojené</u>	I.	5,10	4,75
		II.	5,19	6,36
		III.	5,36	4,65
		IV.	3,31	5,00
		<b>Priemer</b>	<b>4,74</b>	<b>5,19</b>

Úroda zrna (t/ha) pri 14% vlhkosti – Integrovaný systém

Tabuľka 11

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>		I.		5,45
		II.		6,12
		III.		5,16
		IV.		5,36
		<b>Priemer</b>		<b>5,52</b>
<b>Predplodina jačmeň</b>		I.		4,75
		II.		6,36
		III.		4,65
		IV.		5,00
		<b>Priemer</b>		<b>5,19</b>

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.	5,28	
		II.	5,24	
		III.	4,52	
		IV.	4,00	
		<b>Priemer</b>	<b>4,76</b>	
<b>Predplodina Lucerna</b>	<u>nehnojené</u>	I.	5,03	
		II.	3,94	
		III.	4,60	
		IV.	5,28	
		<b>Priemer</b>	<b>4,71</b>	

Úroda zrna (t/ha) pri 14% vlhkosti – Ekologický systém

Tabuľka 12

System	Hnojenie	Opakovanie	2007	2008
<b>Ekologický ES</b>	<u>hnojené</u>	I.	4,56.	5,10
		II.	5,30	5,73
		III.	5,51	4,01
		IV.	5,49	5,53
		<b>Priemer</b>	<b>5,22</b>	<b>5,09</b>
<b>Predplodina lucerna</b>	<u>nehnojené</u>	I.	5.87	3,95
		II.	3,84	5,15
		III.	6,25	5,21
		IV.	5,78	4,28
		<b>Priemer</b>	<b>5,44</b>	<b>4,65</b>

Hmotnosť tisícich zrn, pri 14% vlhkosti

Tabuľka 13

System	Hnojenie	Opakovanie	2007	2008
<b>Integrovaný IS 2</b>	<u>hnojené</u>	I.	38,31	40,14
		II.	36,33	43,41
		III.	33,48	41,86
		IV.	33,95	42,92
		<b>Priemer</b>	<b>35,52</b>	<b>42,08</b>
<b>Predplodina hrach</b>	<u>nehnojené</u>	I.	37,86	39,19
		II.	38,75	44,60
		III.	34,42	41,73
		IV.	32,75	42,60
		<b>Priemer</b>	<b>35,95</b>	<b>42,03</b>

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.		44,46
		II.		39,40
		III.		40,28
		IV.		44,44
		<b>Priemer</b>		<b>42,20</b>
<b>Predplodina jačmeň</b>	<u>nehnojené</u>	I.		39,14
		II.		42,04
		III.		36,38
		IV.		42,65
		<b>Priemer</b>		<b>40,45</b>

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.	36,04	
		II.	38,45	
		III.	36,68	
		IV.	39,03	
		<b>Priemer</b>	<b>37,55</b>	
<b>Predplodina lucerna</b>	<u>nehnojené</u>	I.	37,84	
		II.	32,93	
		III.	38,30	
		IV.	37,51	
		<b>Priemer</b>	<b>36,65</b>	

Hmotnosť tisícich zŕn, pri 14% vlhkosti

Tabuľka 14

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Ekologický ES</b>	<u>hnojené</u>	I.	36,63	38,00
		II.	38,04	43,92
		III.	38,43	41,78
		IV.	37,83	41,77
		<b>Priemer</b>	<b>38,48</b>	<b>41,37</b>
<b>Predplodina lucerna</b>	<u>nehnojené</u>	I.	40,27	41,14
		II.	39,58	39,56
		III.	38,51	40,87
		IV.	39,60	40,54
		<b>Priemer</b>	<b>39,49</b>	<b>40,53</b>

Počet klasov na m<sup>2</sup> v integrovanom systéme

Tabuľka 15

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.	492	512
		II.	584	596
		III.	612	532
		IV.	652	604
		<b>Priemer</b>	<b>585</b>	<b>561</b>
<b>Predplodina hrach</b>	<u>nehnojené</u>	I.	620	584
		II.	496	536
		III.	608	496
		IV.	544	588
		<b>Priemer</b>	<b>567</b>	<b>551</b>



<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.		628
		II.		664
		III.		532
		IV.		576
		<b>Priemer</b>		<b>600</b>
<b>Predplodina jačmeň</b>	<u>nehnojené</u>	I.		524
		II.		572
		III.		616
		IV.		548
		<b>Priemer</b>		<b>565</b>

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.	616	
		II.	572	
		III.	544	
		IV.	460	
		<b>Priemer</b>	<b>548</b>	
<b>Predplodina lucerna</b>	<u>nehnojené</u>	I.	488	
		II.	504	
		III.	416	
		IV.	500	
		<b>Priemer</b>	<b>477</b>	

## Počet zŕn v klase v integrovanom systéme

Tabuľka 16

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.	23,18	22,93
		II.	20,19	19,75
		III.	25,84	23,60
		IV.	21,56	21,03
		<b>Priemer</b>	<b>22,69</b>	<b>21,83</b>
<b>Predplodina hrach</b>	<u>nehnojené</u>	I.	21,72	19,65
		II.	27,00	22,37
		III.	25,62	18,44
		IV.	18,58	23,12
		<b>Priemer</b>	<b>23,23</b>	<b>20,90</b>

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.		19,52
		II.		23,27
		III.		24,08
		IV.		20,94
		<b>Priemer</b>		<b>21,95</b>
<b>Predplodina jačmeň</b>	<u>nehnojené</u>	I.		23,15
		II.		26,46
		III.		20,73
		IV.		21,40
		<b>Priemer</b>		<b>22,94</b>

System	Hnojenie	Opakovanie	2007	2008
Integrovaný IS 1	<u>hnojené</u>	I.	23,76	
		II.	23,84	
		III.	22,64	
		IV.	22,28	
		<b>Priemer</b>	<b>23,13</b>	
Predplodina lucerna	<u>nehnojené</u>	I.	27,22	
		II.	23,74	
		III.	28,84	
		IV.	28,14	
		<b>Priemer</b>	<b>26,99</b>	

Počet zrn na m<sup>2</sup> v integrovanom systéme

Tabuľka 17

System	Hnojenie	Opakovanie	2007	2008
Integrovaný IS 1	<u>hnojené</u>	I.	11 405	11 740
		II.	11 791	11 771
		III.	15 814	12 555
		IV.	14 057	12 702
		<b>Priemer</b>	<b>13 267</b>	<b>12 192</b>
Predplodina hrach	<u>nehnojené</u>	I.	13 466	11 476
		II.	13 392	11 990
		III.	15 576	9 146
		IV.	10 107	13 594
		<b>Priemer</b>	<b>13 135</b>	<b>11 552</b>

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.		12 259
		II.		15 451
		III.		12 810
		IV.		12 061
		<b>Priemer</b>		<b>13 145</b>
<b>Predplodina jačmeň</b>	<u>nehnojené</u>	I.		12 131
		II.		15 135
		III.		12 770
		IV.		11 727
		<b>Priemer</b>		<b>12 941</b>

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Integrovaný IS 1</b>	<u>hnojené</u>	I.	14 636	
		II.	13 636	
		III.	12 316	
		IV.	10 248	
		<b>Priemer</b>	<b>12 709</b>	
<b>Predplodina lucerna</b>	<u>nehnojené</u>	I.	13 283	
		II.	11 964	
		III.	11 997	
		IV.	14 070	
		<b>Priemer</b>	<b>12 829</b>	

Počet klasov na m<sup>2</sup> v ekologickom systéme

Tabuľka 18

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Ekologický ES</b>	<u>hnojené</u>	I.	476	540
		II.	508	632
		III.	512	528
		IV.	528	608
		<b>Priemer</b>	<b>506</b>	<b>577</b>
<b>Predplodina lucerna</b>	<u>nehnojené</u>	I.	512	512
		II.	460	564
		III.	564	588
		IV.	488	504
		<b>Priemer</b>	<b>506</b>	<b>542</b>

Počet zrn v klase v ekologickom systéme

Tabuľka 19

<b>Systém</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Ekologický ES</b>	<u>hnojené</u>	I.	24,20	24,85
		II.	27,42	20,64
		III.	27,98	18,19
		IV.	27,48	21,76
		<b>Priemer</b>	<b>26,77</b>	<b>21,36</b>
<b>Predplodina lucerna</b>	<u>nehnojené</u>	I.	28,46	18,74
		II.	21,10	23,08
		III.	28,78	21,69
		IV.	29,91	20,97
		<b>Priemer</b>	<b>27,06</b>	<b>21,12</b>

Počet zrn na m<sup>2</sup> v ekologickom systéme

Tabuľka 20

<b>System</b>	<b>Hnojenie</b>	<b>Opakovanie</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Ekologický ES</b>	<u><i>hnojené</i></u>	I.	11 519	13 419
		II.	13 929	13 044
		III.	14 326	9 604
		IV.	14 509	12 230
		<b>Priemer</b>	<b>13 571</b>	<b>12 324</b>
<b>Predplodina lucerna</b>	<u><i>nehnojené</i></u>	I.	14 572	9 595
		II.	9 706	13 017
		III.	16 232	12 754
		IV.	14 596	10 569
		<b>Priemer</b>	<b>13 777</b>	<b>11 484</b>