

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Jitka KLODNEROVÁ

**POROVNÁNÍ KVALITATIVNÍCH PARAMETRŮ
OZIMÉ PŠENICE Z KONVENČNÍHO A
EKOLOGICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ**

bakalářská práce

Vedoucí práce: Prof. Dr. Ing. Bořivoj Šarapatka, CSc.

Olomouc 2007

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci řešila samostatně pod vedením Prof. Dr. Ing. Bořivoje Šarapatky, CSc. a také, že jsem uvedla veškerou použitou literaturu a další zdroje.

V Olomouci 14. 4. 2007

podpis:

Ráda bych na tomto místě poděkovala Prof. Dr. Ing. Bořivoji Šarapatkovi, CSc. za cenné připomínky, které vedly ke zkvalitnění této práce, společnosti ZZN ve Svitavách, a. s. za pomoc při rozborech pšenic a společnosti PRO-BIO Staré Město pod Sněžníkem za poskytnutí vzorků z ekologické produkce.

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Školní rok: 2006/2007

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno studenta/ky: Jitka Klodnerová

Obor: **Geografie**

Název práce: Porovnání kvalitativních parametrů ozimé pšenice z konvenčního a ekologického zemědělství

Název práce v angličtině: The comparison of winter wheat quality parameters in the conventional and ecological agriculture

Zásady pro vypracování:

Posluchačka zpracuje literární rešerši týkající se kvality produktů v ekologickém zemědělství a porovná vybrané parametry u ozimé pšenice pěstované v systému konvenčního a ekologického zemědělství. Vzorky budou analyzovány v ZZN Svitavy a bude použit i materiál od PRO-BIO, s.r.o. a PRO-BIO.

Rozsah grafických prací: -

Rozsah průvodní zprávy: cca 30 str.

Seznam odborné literatury: podle pokynů vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce: prof. Dr. Ing. B.Šarapatka, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: září 2006

Termín odevzdání bakalářské práce: jaro 2007

.....
Vedoucí bakalářské práce

.....
Vedoucí katedry

V Olomouci dne: 26.9.2006

Obsah

1. Úvod	7
2. Ekologické zemědělství	8
2.1 Zásady a cíle.....	8
2.2 Historie.....	10
2.2.1 Počátky ekologického zemědělství ve střední a západní Evropě.....	10
2.2.2 Rozvoj v posledních desetiletích.....	11
2.3 Metody ekologického zemědělství.....	12
2.3.1 Přírodní zemědělství.....	12
2.3.2 Biologicko-dynamické zemědělství.....	13
2.3.3 Organicko-biologické zemědělství.....	13
2.3.4 Organické zemědělství v anglicky mluvících zemích.....	13
2.3.5 Organické zemědělství v německy mluvících zemích.....	14
2.3.6 Organické zemědělství ve francouzsky mluvících zemích.....	14
3. Ekologické zemědělství v České republice	16
3.1 Impulsy a historie vzniku.....	16
3.2 Právní úprava.....	17
3.3 Současná situace.....	18
4. Porovnání ekologického a konvenčního zemědělství	22
4.1 Agroekologické a environmentální aspekty ekologického zemědělství.....	22
4.2 Ekologické zemědělství jako multifunkční model.....	24
4.3 Kvalita bioproduktů.....	26
4.3.1 Mykotoxiny.....	28
4.3.2 Přídavné látky v konvenčních potravinách a bioproduktech.....	35
5. Pšenice obecná	36
5.1 Základní informace.....	36
5.2 Strategie ochrany pšenice pěstované ekologicky.....	39
5.3 Hlavní choroby pšenice.....	40
5.4 Hodnocení jakosti pšenice.....	42
6. Metodika	45
6.1 Laboratorní rozborů vzorků pšenice.....	45
6.2 Statistické vyhodnocení rozborů.....	48
6.3 Zhodnocení výsledků.....	48
7. Závěr	56
8. Summary	57
9. Seznam literatury	58

Přílohy

1. Úvod

Již řadu let spolupracuji s obilní laboratoří v ZZN ve Svitavách, a. s., ve které se provádí rozborů obilovin, obzvláště pak pšenice. Proto mi přišlo zajímavé toto téma zpracovat a porovnat vzorky z konvenčního a ekologického zemědělství. Se zvyšující se životní úrovní ve vyspělých zemích roste i zájem o ekologické zemědělství a tedy o kvalitní bioprodukty.

Cílem této práce je osvětlit problematiku ekologického zemědělství, která je poslední dobou velmi diskutovaným tématem, ovšem v povědomí lidí je to „něco nevžitého, čemu se mnohdy nevěří.“ Zvláště pak bych chtěla porovnat kvalitu konvenčních potravin a biopotravin. Stále nedořešenou otázkou je téma mykotoxinů, proto mu věnuji celou kapitolu.

Tato bakalářská práce zahrnuje literární rešerši o ekologickém zemědělství, výsledky rozborů pšenic z konvenční a ekologické produkce a jejich statistické vyhodnocení.

2. Ekologické zemědělství

Tato kapitola byla čerpána z publikací: Aubert, C. 1977, Lampkin, N. 1990, Petr, J., Dlouhý, J. a kol. 1992, Steiner, R. 1998, Urban, J., Šarapatka, B. a kol. 2003, Vegner, I., Barták, R. J. 1991 a Vogt, G. 2000.

2.1 Zásady a cíle

„Ekologickým zemědělstvím se rozumí zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky stanovením omezení či zákazů používání látek a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamožují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější životní projevy a chování a na pohodu chovaných zvířat.“¹ (Definice podle českého zákona č. 242 z roku 2000)

EZ se dále vyznačuje šetrnými zpracovatelskými postupy při výrobě potravin s vyloučením použití chemicko-syntetických látek. EZ a výroba biopotravin jsou v celém procesu kontrolovány zvláštní nezávislou kontrolou, po certifikaci jsou biopotraviny označeny a takto odlišeny od ostatních potravin.

EZ si vytyčilo tyto všeobecné cíle:

- produkovat kvalitní biopotraviny a krmiva o vysoké nutriční hodnotě v dostatečném množství,
- pracovat v co nejvíce uzavřených cyklech koloběhu látek, využívat místní zdroje a minimalizovat ztráty,
- udržet a zlepšovat úrodnost půdy,
- vyvarovat se všech forem znečištění pocházejících ze zemědělského podniku,
- minimalizovat používání neobnovitelných surovin a fosilní energie (odmítnutí minerálních hnojiv a pesticidů a jejich náhrada uvědomělým využíváním biologických procesů, kultivací plodin, nižší intenzitou obdělávání půdy, podporou aktivity půdních organismů a rozvojem kořenového systému plodin),
- hospodářským zvířatům vytvořit podmínky, které odpovídají jejich fyziologickým a etologickým potřebám a humánním a etickým zásadám,

¹ www.epravo.cz [online]. © epravo.cz, a.s. 1999-2006 [cit. 2007-04-14]. Dostupné z URL: <http://www.epravo.cz/tisk_sbirka.php3?clanek=1384>.

- uchovat přírodní ekosystémy v krajině, chránit přírodu a její diverzitu,
- vytvářet pracovní příležitosti a tím udržet osídlení venkova a tradiční ráz zemědělské kulturní krajiny,
- umožnit zemědělcům a jejich rodinám ekonomický a sociální rozvoj a uspokojení z práce (ekologické zemědělství vyžaduje hluboký zájem a odpovědnost).

Zásady pěstování rostlin

- Struktura plodin musí umožnit střídání plodin se subtilním kořenovým systémem s plodinami s mohutným kořenovým systémem, plodin mělce kořenících s plodinami hluboce kořenícími,
- menší produkci kořenové biomasy a posklizňových zbytků některých plodin vyrovnat pěstováním mezipločin,
- vegetační kryt půdy má být co nejdelší, pokud možno i přes zimu,
- v osevním postupu musí být zastoupeny jeteloviny, resp. luskoviny,
- druhová pestrost pěstovaných plodin musí skýtat dostatečné možnosti pro přežívání prospěšných organismů,
- osevní postup musí bránit erozi půdy,
- plodiny s malou konkurenční schopností vůči plevelům se střídají s plodinami s větší konkurenční schopností, je třeba využívat podsevů a přísevů,
- volit odrůdy odpovídající podmínkám stanoviště, rezistentní, resp. tolerantní vůči dominujícím škodlivým činitelům, využívat odrudové směsi a smíšené kultury,
- struktura plodin musí zajistit chovaným zvířatům plnohodnotnou, vyváženou krmnou dávku po celý rok,
- plevele se regulují agrotechnickými metodami, používání herbicidů není dovoleno,
- ochrana rostlin proti chorobám a škůdcům je založena na správné agrotechnice, biologických metodách, přípravcích rostlinného původu, používání syntetických pesticidů není dovoleno,
- hnojení a výživa rostlin založeny na správném postupu, používá se organické hnojení, minerální lehce rozpustná hnojiva nejsou povolena (žádné synteticky vyráběné dusíkaté hnojení; fosfor, draslík a mikroprvky lze na základě analýzy dodat přírodními hnojivy, kromě statkových hnojiv).

Samozřejmě existují i zásady chovu zvířat, které zde však nebudu uvádět, jelikož se v mé bakalářské práci zaměřuji na produkci rostlinnou.

Skladování a zpracování bioproduktů

- Bioprodukty musí být skladovány a zpracovány tak, aby byla co nejvíce uchována jejich kvalita, musí být dopředu vyloučena možnost jejich znečištění či kontaminace nežádoucími látkami,
- při souběžném skladování produktů konvenčního a ekologického zemědělství (bioproduktů) musí být tyto od sebe odděleny fyzickou přepážkou znemožňující jejich smíšení či záměnu a musí být řádně označeny,
- v celém průběhu skladování, manipulace a zpracování musí být bioprodukt přesně identifikovatelný,
- označení producenta, resp. zpracovatele, musí být na produktu jasně uvedeno ve všech stupních skladování, zpracování, distribuce až ke konzumentovi.

2.2 Historie

2.2.1 Počátky ekologického zemědělství ve střední a západní Evropě

Počátky vzniku ekologického zemědělství ve střední a západní Evropě můžeme datovat do období po první světové válce. Od poloviny 19. a na přelomu 20. století probíhala značná industrializace a urbanizace, což se projevilo v negativních změnách životních podmínek obyvatelstva. Proto byla hledána východiska v přírodě a lidé se obraceli k přírodě blízkému životnímu stylu. Intenzifikace navíc nemusela zajistit zvýšení produkce, o čemž svědčí například výsledky německého zemědělství ve 20. letech minulého století. Vedle těchto provozních a ekonomických problémů se začíná měnit i selský způsob života, zesiluje se zapojení zemědělství do industriálního světa, omezují se určité krajové tradice. Tím se postupně vytrácí i základní princip zemědělství. U nás navíc došlo vesměs k likvidaci rodinných farem, a tedy ke ztrátě osobní zodpovědnosti zemědělce za vlastní půdu, majetek a chovaná zvířata.

V prvních desetiletích minulého století se rovněž setkáváme s prvními dokumentovanými údaji o poškození půdní úrodnosti a změnách v agroekosystémech, které souvisely s chemickou a technickou intenzifikací. Jde například o okyselení půd (acidifikaci), půdní únavu, změny půdní struktury.

Byl zaznamenáván i zvýšený výskyt chorob, škůdců a snížení kvality potravin. Ve výrobě potravin docházelo růstem zprůměrnění jejich zpracování k postupným

změnám (konzervování potravin, přidávání umělých aditiv atd.), které vedly i ke změně výživových zvyklostí (např. nižší konzum čerstvých neupravených potravin).

Průkopníci EZ se obávali se i dalších problémů, obdobných problému s DDT,¹ kdy odborníci tvrdili, že jde o „nezávadný insekticid“ (jeho rezidua dodnes zatěžují potravní řetězce na celém světě). Proto, z principu předběžné opatrnosti, odmítli v posledních letech i zemědělské využití geneticky modifikovaných organismů. Vědomé začali hospodařit jinak – alternativně.

Důležité tehdy bylo, že první ekozemědělci nečekali na výsledky výzkumu a na státní podpory, dobrovolně se zřekli agrochemikálií a dalších industriálních postupů a v praxi dokázali, že tento nový (staronový) způsob hospodaření je životaschopný.

Klíčové tehdy bylo také navázání kontaktů se spotřebiteli, kteří byli ochotni za biopotraviny zaplatit vyšší cenu a případně si pro ně i dojet.

Ekozemědělci tehdy zavedli systém dobrovolné kontroly a certifikace ekofarem. Tedy kontroly systému, produkčního postupu hospodaření a ne měření výstupů (cizorodých látek v potravinách). Teprve více než o 30 let později (po skandálu BSE) začíná Evropská unie tento princip kontroly produkčních postupů využívat i v konvenčním zemědělství a při zpracování potravin.

2.2.2 Rozvoj v posledních desetiletích

V 70. letech se průkopníci EZ celosvětově sdružili a založili federaci IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements – Mezinárodní federace sdružení za organické zemědělství). Tato organizace se sídlem v Německu měla velký vliv také na oficiální uznání ekologického zemědělství v Evropě, kde bylo v roce 1991 přijato nařízení Rady EHS č. 2092/91 o ekologickém zemědělství a označování zemědělských produktů a potravin. Šlo o první zákonnou normu definující produkční postupy ekologického zemědělství a hlavně určující závazné mechanismy pro kontrolu, certifikaci a označování. Ekozemědělci, zpracovatelé a obchodníci s biopotravinami dostali možnost výhradního používání označení „bio“ a „eko“ pro své produkty. Bylo to

¹ DDT Je prudce jedovatý pesticid, který se používal plošně. Přestože byl zakázán již před více než 30 lety, jeho pozůstatky nás ohrožují stále. Zdroj : *eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství* [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL: <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=41933>>.

velmi důležité nařízení, které posílilo důvěru spotřebitelů a umožnilo jednotlivým státním EHS ekozemědělce dotovat.

Devadesátá léta minulého století se tak stala nejbouřlivějším obdobím rozvoje EZ, který vyvrcholil na přelomu tisíciletí. Došlo k profesionalizaci struktur ekozemědělství (poradenství, zpracování produkce, marketing atd.). Metodami EZ se začal intenzivně zabývat i výzkum (specializované výzkumné ústavy, univerzity) a díky vědeckému pokroku v posledních desetiletích začaly ztrácet na významu původní směry a metody prezentované před 30 a více lety.

Mezinárodní uznání EZ a přijetí nařízení č. 2092/91 oslabilo pozice jednotlivých svazů, jejich směrnic a značek. Setřely se rozdíly mezi jednotlivými metodami EZ, zemědělci již hospodaří podle obecně definovaných směrnic. Jednou z mála výjimek je biodynamické zemědělství, které si důsledně zachovává svá specifika. Je to dáno zejména idealistickým chápáním světa. Ostatní metody EZ v podstatě splynuly v jednu, která se označuje jako ekologické zemědělství. Toto označení, které používáme u nás (ale i ve Skandinávii, v Polsku, Nizozemsku, na Slovensku) má svá synonyma jako „zemědělství organické“ (organic farming – anglicky mluvící země) a „zemědělství biologické“ (biologischer Landbau – německy mluvící země). V současné době je ekologické zemědělství praktikováno ve více než sto zemích světa a jeho plocha neustále roste.

2.3 Metody ekologického zemědělství

Většina původních metod EZ dnes splynula v jeden proud.

2.3.1 Přírodní zemědělství

Přírodní zemědělství mělo tyto zásady:

- hospodaření bez chovu dobytka, případně jen s nízkým zatížením půdy dobyt看kem,
- zajištění vysoce kvalitních zemědělských produktů,
- biologické porozumění půdní úrodnosti a z toho vycházející hospodaření s humusem.

2.3.2 Biologicko-dynamické zemědělství (Biodynamické hospodaření)

Přechod na biodynamický způsob hospodaření znamenal v praxi zejména změny v hospodaření s krmivem, přestavbu osevních postupů na vyšší podíl leguminóz, omezení pěstování plodin s vysokými nároky na živiny, starostlivou péči o stájový hnůj, kompostování a používání dalších organických hnojivých látek.

Metoda biodynamického zemědělství se rozšířila po celém světě, nejvíce však v Evropě (Německo, Švýcarsko, Skandinávie, Holandsko atd.) a biodynamičtí zemědělci mají svůj svaz Demeter.

2.3.3 Organicko-biologické zemědělství

V oboru pěstování rostlin šlo o vliv společenstev půdních mikroorganismů na zdravotní stav rostlin.

Organicko-biologická metoda vychází z toho, že kvalitní plnohodnotné produkty je možné získat pouze ze zdravé půdy. Rovnováha v půdě je považována za tak dokonalou, že není možné ji narušovat necitlivými a rušivými zásahy.

Požadavky na hnojení a zpracování půdy:

- není možné používat minerální hnojiva a pesticidy, neboť jsou příčinou degenerace živoucí substance, mají vliv na edafon a kvalitu potravin,
- doporučuje se používání symbioflor-humusfermentu, který je složen z bakterií, horninových mouček a léčivých rostlin s cílem regenerace a zvýšení aktivity edafonu,
- je zavedeno plošné kompostování a rozprostření hnoje na povrch půdy,
- organická hnojiva se nezapravují, slouží mj. i jako pokrývka půdy a chrání půdní život před klimatickými extrémy (vysoké teploty, vyschnutí atd.),
- půda se zpracovává bez obracení, aby byl edafon ovlivněn co nejméně a aby bylo zachováno přirozené vrstvení půdy,
- organický odpad z městských domácností se vrací zpět na venkov a do půdy.

2.3.4 Organické zemědělství v anglicky mluvících zemích (organic agriculture)

V USA se systém organického zemědělství nazývá „organic farming“. Definice organického zemědělství v podstatě odpovídá dnešní obecné definici ekologického zemědělství. Organické zemědělství je v různých variantách nejvíce rozšířeno v anglicky mluvících zemích.

V původní podobě je ovlivněno místem svého vzniku, tj. podmínkami Velké Británie s typickým klimatem a velkou tradicí v pastvě zvířat. Velký význam v tomto systému se přikládá symbióze hub s kořeny rostlin – mykorrhize. Rozvoji mykorrhizy je podřízeno i obdělávání půdy s povrchovou orbou při zapravování rostlinných zbytků, zeleného i organického hnojení a drnu při obnově pastevního porostu. Důraz je kladen i na regulační schopnosti půdy pod přirozenými travními porosty, zohledňují se nároky jednoděložných rostlin (trav) a dvouděložných rostlin v travním porostu s důležitým postavením leguminóz.

V systému organického zemědělství známe pastevní farmy, částečně polařící a plně polařící farmy. Ochrana rostlin proti chorobám a škůdcům spočívá v preventivních opatřeních a ve využívání přípravků povolených směrnicemi. Zde jde například o měďnaté preparáty, síru nebo o různé biologické extrakty.

2.3.5 Biologické zemědělství v německy mluvících zemích (biologischer Landbau)

Biologické zemědělství, které navázalo na již uplatňovaný biologicko-dynamický a organicko-biologický systém. Koncept tohoto systému ovlivnily vedle nových vědeckých výzkumů i principy agrární politiky a problematika reziduí pesticidů v prostředí a v potravinách.

Význam optimální půdní struktury byl respektován při tvorbě osevních postupů. Jejich základem byly jetelotrávy, které obohacovaly půdu humusem. Významná role byla přikládána i zelenému hnojení. Vzorem byly například tradiční osevní postupy alpských zemí nebo travoplní systém. I u tohoto systému se při zpracování půdy zdůrazňuje nepromíchávání jejích jednotlivých vrstev.

Při rozvoji systému biologického zemědělství byla značně diskutována i problematika kvality potravin, vliv jednostranného hnojení pouze některými prvky, možná disbalance živin a z toho pramenící zdravotní rizika.

2.3.6 Biologické zemědělství ve francouzsky mluvících zemích (L' Agriculture biologique)

Biologické zemědělství vzniklo jako reakce na rozvoj chemické a technické intenzifikace zemědělské produkce. Podněty přišly z ekologických zemědělských systémů z anglosaských zemí a z německy mluvící části Evropy. Hlavními aktéry se pak ve Francii staly dva svazy: Lemaire-Boucher a Nature et Progrès (podle metody Claude Auberta).

Metoda Lemaire-Boucher: Tato metoda je charakteristická hlavně používáním mořské řasy *Lithothamnium calcareum* jako hnojiva. Využívali ji zemědělci na bretaňském pobřeží, jímž pomáhala zvyšovat kvalitu půdy a dosahovat vyšších sklizní. Podle Bouchera při používání moučky z mořských řas mají rostliny zvýšenou schopnost přijímat fosfor a vápník, zvyšuje se jejich odolnost k chorobám z nedostatku mikroelementů, produkty mají lepší kvalitu a zlepšenou chuť. Výzkumy potvrdily vliv řasy na mikrobiologické procesy v půdě.

Metoda Claude Aubert: Byla vyvinuta v 60. letech a charakterem odpovídá obecnému popisu ekologického zemědělství.

3. Ekologické zemědělství v České republice

3.1 Impulsy a historie vzniku

Koncem osmdesátých let začaly vycházet různé publikace, které propagovaly zdravou výživu jako hlavní možnou prevenci před civilizačními chorobami. Lidé se začali více zajímat o svůj zdravotní stav a vznikaly skupiny orientované vegetariánsky, či jinými směry alternativní výživy. Tyto skupiny začaly doporučovat svým členům a dalším zájemcům „nechemizované potraviny“. Vzhledem k tomu, že tyto nebyly na trhu k dispozici, byly programovány také způsoby, jak si mohou lidé sami vypěstovat třeba „nechemizovanou“ zeleninu. Zdravá strava, jak se tehdy říkalo „z nechemizovaných surovin,“ byla v té době hlavním impulsem, aby se začalo i u nás hovořit o ekologickém pěstování rostlin a ekologickém chovu zvířat. Tento impuls však nevzešel od zemědělců, ale od spotřebitelů z měst. To bylo podobné jako při rozvoji EZ ve vyspělejších zemích (v nich však zhruba o dvacet let dříve).

Praktické základy celého systému kontrolovaného ekologického zemědělství v ČR položili, také ještě před revolucí v roce 1989, samotní praktičtí zemědělci. Šlo zejména o skupinu agronomů z Moravy, vědeckých a odborných pracovníků, kteří využili formální zastřešení Československou vědeckotechnickou společností (ČSVTS) a v rámci Biotechnologické komise založili „Odbornou skupinu pro alternativní zemědělství“ (1988). Tato skupina se nezabývala výzkumem ani teorií. Její členové převzali základní informace ze zahraničí (zejména od organizace IFOAM, ze Švýcarska a z Maďarska) a začali podnikat praktické kroky pro ověřování ekologického zemědělství v našich podmínkách. Ještě před rokem 1989 bylo vyhlášeno přechodné období na ekologické zemědělství ve třech podnicích: ZD Dubicko (zelinářství Leština), v Nových Losinách v Jeseníkách (tehdejší statek Hanušovice) a ve Starém Hrozenkově v Bílých Karpatech (tento podnik – nynější ZD Starý Hrozenkov, hospodaří ekologicky dodnes a je tak nejstarším ekologickým statkem v ČR).

V letech 1990-1991 vzniklo pět svazů (PRO-BIO Šumperk, Libera Praha, Biowa Chrudim, Naturvita Třebíč a Altervin Velké Bílovice).

Od zavedení dotací v roce 1990 je vývoj EZ v ČR jasně určován výší a strukturou finančních podpor. V roce 1992 byly dotace pro EZ bez náhrady zrušeny a znovu byly zavedeny až v roce 1998.²

² Urban, J., Šarapatka, B. a kol: Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). MŽP ČR, Praha, 2003, str. 35-37.

3.2 Právní úprava

Svazy ekozemědělců vytvořily směrnice, které vycházely z Basic standards IFOAM a zahájily kontrolu a certifikaci. Začátkem roku 1992 došlo k dohodě Ministerstva zemědělství ČR a svazů o jednotném označování bioproduktů a biopotravin. Byla vytvořena směrnice – Metodický pokyn pro ekologické zemědělství MZe ČR, Certifikační výbor a jmenování první inspektoři. Jednotný systém kontroly začal působit od 1. 1. 1993. Bioprodukty a biopotraviny jsou od té doby označovány společným grafickým znakem.



Obr. 1: Grafický znak pro označování bioproduktů³

V roce 1995 byl systém kontroly a certifikace akreditován IFOAM a byl umožněn export českých bioproduktů do zemí EU a to zvýšilo mezinárodní prestiž českého ekologického zemědělství.

Zákon o EZ se začal v roce 1999 připravovat v souladu s Nařízením Rady (EHS) 2092/91, tak aby bylo dosaženo harmonizace standardů ekologického zemědělství ČR s předpisy EU. Tohoto cíle bylo dosaženo a Česká republika (a její kontrolní orgán KEZ o. p. s.) byla 14. března 2000 zařazena na tzv. „Seznam třetích zemí“ pro nezpracované a zpracované zemědělské výrobky z rostlinných surovin. V následujícím roce bylo dosaženo i uznání EU pro hospodářská zvířata, nezpracované a zpracované živočišné produkty z EZ. Zákon č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství vstoupil v platnost 1. 1. 2001 a jeho prováděcí právní předpis – vyhláška č. 53/2001 Sb. dne 13. 2. 2001.⁴

³ *PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců ČR* [online]. poslední aktualizace [2006-04-03], [cit. 2007-04-13]. Dostupné z URL: <<http://www.pro-bio.cz/cesky.htm>>.

⁴ Urban, J., Šarapatka, B. a kol: *Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin)*. MŽP ČR, Praha, 2003, str. 46.

3.3 Současná situace

V roce 2006 obhospodařují ekologičtí zemědělci více než 6 % z celkové výměry zemědělské půdy v ČR na 963 ekologických farmách o celkové výměře 281 535 ha. Zajímavý trend je, že se nezvyšuje výměra TTP v EZ, která je na úrovni roku 2003. Naopak se zvyšuje výměra orně půdy (za rok 2006 o 2 713 ha na celkových 23 479 ha), zvyšuje se také výměra trvalých kultur i ostatních ploch.

Za rok 2006 se zvýšil počet výrobců biopotravin o 27 podniků na celkových 152 podniků. Poptávka po biosurovinách se ze strany výrobců biopotravin stále zvyšuje, zlepšují se také možnosti odbytu biopotravin v důsledku zvýšeného zájmu spotřebitelů. Řada výrobců biopotravin rozšiřuje svůj biosortiment o nové výrobky.⁵

EZ je převážně doménou horských a podhorských podniků na trvalých travních porostech.

Ačkoliv zájem spotřebitelů v ČR neustále roste, výběr potravin v kvalitě bio je v porovnání se státy EU stále nedostatečný.⁶ Český trh v současnosti nabízí na 3000 bioproduktů, přičemž 2000 je zahraničních. Prodávají se především v řetězcích supermarketů a hypermarketů (cca 65 %), i když nabízejí jen omezený sortiment. Specializované bioprodejny a obchody se zdravou výživou se podílejí asi 25 %, přímý prodej z farmy – tzv. ze dvora – tvoří asi 7,5 %. Prodejen biopotravin je v ČR zhruba 250, většinou ve větších městech. Největší bioprodejny provozují v Praze společnosti Albio a Country Life, které patří i mezi producenty. Dalšími velkými českými biovýrobci jsou například firmy Olma, Racio nebo Sluneční brána.⁷

Kontrolou ekologického farmaření jsou nyní ministerstvem zemědělství pověřeny tři organizace: KEZ, ABCERT a Biokont CZ.⁸

⁵ *Ministerstvo zemědělství České republiky: Statistika_k_31.12.2006-celkova* [online]. [cit. 2007-04-10]. Dostupné z URL:

<<http://www.mze.cz/Index.aspx?deploy=539&typ=2&ch=73&ids=539&val=539>>.

⁶ *eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství* [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL:

<<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=16327>>.

⁷ *eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství* [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL:

<<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=47848>>.

⁸ *eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství* [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL:

<<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ch=24&typ=1&val=53185&ids=973>>.

V posledních letech byl dosažen nemalý pokrok a v mnohém jsme se dostali na úroveň západoevropských zemí (harmonizace legislativy a přijetí zákona o EZ, vytvoření systému kontroly a certifikace, stabilizovaný systém podpor atd.).⁹

Rok	Počet podniků celkem	Výměra zemědělské půdy v EZ v ha	Procentický podíl ze zem. půdního fondu
1990	3	480	-
1991	132	17 507	0,41
1992	135	15 371	0,36
1993	141	15 667	0,37
1994	187	15 818	0,37
1995	181	14 982	0,35
1996	182	17 022	0,40
1997	211	20 239	0,47
1998	348	71 621	1,67
1999	473	110 756	2,58
2000	563	165 699	3,86
2001	654	218 114	5,09
2002	721	235 136	5,50
2003	810	254 995	5,97
2004	836	263 299	6,16
2005	829	254 982	5,98
2006	963	281 535	6,61

Tab. 1: Vývoj výměry zemědělské půdy v ekologickém zemědělství v České republice v letech 1990 – 2006¹⁰

⁹ Urban, J., Šarapatka, B. a kol: Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). MŽP ČR, Praha, 2003, str. 38.

¹⁰ Ministerstvo zemědělství České republiky: *Statistika_k_31.12.2006-celkova* [online]. [cit. 2007-04-10]. Dostupné z URL: <<http://www.mze.cz/Index.aspx?deploy=539&typ=2&ch=73&ids=539&val=539>>.

Plochy	Rok 2001 výměra (ha)	Rok 2002 výměra (ha)	Rok 2003 výměra (ha)	Rok 2004 výměra (ha)	Rok 2005 výměra (ha)	Rok 2006 výměra (ha)
Orná půda	19 164	19 536	19 637	19 694	20 766	23 478,57
TTP	195 633	211 924	231 683	235 379	209 956	232 189,53
Trvalé kultury	963	898	928	1 170	820	1 195,61
Ostatní plochy	2 354	2 778	2 747	7 056	23 440	24 670,97
Celkem	218 114	235 136	254 995	263 299	254 982	281 534,68

Tab. 2: Vývoj struktury půdního fondu v ekologickém zemědělství v České republice v letech 2001 – 2006 ¹¹

Podnikatelské subjekty podle předmětu činnosti	rok 2006
Ekologičtí podnikatelé, žadatelé o registraci	963
Výrobci biopotravin (včetně vlastní distribuční činnosti)	152
Osoby uvádějící bioprodukty a biopotraviny do oběhu	57
Dovozci biopotravin ze třetích zemí	13
Výrobci krmiv a osiv	10
Smluvní zpracovatelé (samostatně registrovaní)	4
Ekologický včelař	1
Celkem podniků	1 200

Tab. 3: Počet podniků zařazených v EZ v ČR k 31. 12. 2006 ¹¹

¹¹ Ministerstvo zemědělství České republiky: *Statistika_k_31.12.2006-celkova* [online]. [cit. 2007-04-10]. Dostupné z URL: <<http://www.mze.cz/Index.aspx?deploy=539&typ=2&ch=73&ids=539&val=539>>.

Stát	% EZ ze zemědělské půdy	Stát	% EZ ze zemědělské půdy
Lichtenštejnsko	27,9	Švédsko	6,3
Rakousko	14,2	Česká republika	6,0
Švýcarsko	10,9	Dánsko	5,6
Itálie	8,4	Slovensko	4,9
Estonsko	7,2	Litva	4,8
Finsko	6,5	Slovinsko	4,8
Portugalsko	6,3	Německo	4,7

Tab. 4: Podíl výměry EZ evropských zemí z celkové výměry zem. půdy v roce 2005 ¹²

Česká republika je svými více než dvěma sty padesáti tisíci hektary na 8. místě v Evropě, počítáme-li % EZ ze zemědělské půdy, pak je na 9. místě v Evropě. ¹²

¹² Helga Willer: *Organic Agricultural Land and Farms in Europe* [online]. © Research Institute of Organic Agriculture FiBL, poslední aktualizace [2007-03-08], [cit. 2007-04-10]. Dostupné z URL: <http://www.organic-europe.net/europe_eu/statistics-europe.htm>.

4. Porovnání ekologického a konvenčního zemědělství

4.1 Agroekologické a environmentální aspekty ekologického zemědělství

Konvenční zemědělství je rozvíjeno s cílem maximalizace produkce a zisku. Tuto intenzitu pomáhá celosvětově vytvářet šest hlavních pilířů – intenzivní obdělávání, monokultury, závlahy, aplikace průmyslových hnojiv, chemická ochrana rostlin a v poslední době i genové manipulace. Dohromady se tak tvoří systém, ve kterém je jeden pilíř závislý na druhém a zesiluje nutnost použití ostatních.

FAO v roce 1993 definovala trvale udržitelné zemědělství jako systém chránící a zachovávající půdu, vodu, rostlinné a živočišné genové zdroje, systém nedegradující životní prostředí, systém který musí být zvládnutelný, ekonomicky soběstačný a sociálně akceptovatelný. Tento systém musí hledat optimální cestu mezi environmentálními potřebami a ziskem, řešení mezi dlouhodobým dosahováním přiměřených příjmů a krátkodobou maximalizací zisku, vztah mezi specializací a diverzifikací, optimální strukturu zemědělských podniků a dopady liberalizace světového agrárního trhu. Na základě současných znalostí můžeme říci, že udržitelné zemědělství musí zejména:

- mít minimální negativní vlivy na životní prostředí,
- chránit a obnovovat úrodnost půdy a její kvalitu, chránit půdu před erozí,
- využívat vodu takovým způsobem, aby zásoby kvalitní vody mohly být obnovovány a zároveň aby byly uspokojovány potřeby,
- spoléhat zejména na zdroje uvnitř agroekosystému, včetně sousedních společenstev, omezovat vstupy a využívat koloběh prvků, využívat ekologické znalosti,
- chránit biologickou diverzitu jak v přírodním prostředí, tak ve využívané venkovské krajině.

Velký důraz na tyto cíle klade právě ekologické zemědělství.

Podle výsledků švýcarského srovnávacího výzkumu a řady dalších sledování můžeme učinit při současném stavu poznání následující závěry:

1. EZ má více pozitivních efektů na ochranu přírodních prvků a na krajinu než zemědělství konvenční. Biodiverzita flóry a fauny na plochách orné půdy, trvalých travních porostech, okrajích polí a v okolních biotopech je větší v ekologickém než v konvenčním zemědělství. Rovněž diverzita pěstovaných plodin je vyšší v ekologicky

hospodařících podnicích ve srovnání s konvenčními. Ekologická hospodářství napomáhají k vyšší diverzitě přírodních biotopů z důvodu více diverzifikovaných životních podmínek nabízejících prostředí pro rozmnožování, potravní nabídku atd. Jde o systém, který více respektuje ochranu přírody a krajiny.

2. Klíčovou roli v EZ hraje půda a péče o ni je důležitým prvkem rostlinné produkce. Na ekologicky obhospodařovaných plochách bývá zaznamenáván vyšší obsah organické hmoty v půdě ve srovnání s plochami konvenčními. Bývá zde rovněž větší oživení a vyšší biologická aktivita. Agroekosystém v EZ bývá více diverzifikován a ve spojitosti se způsobem obhospodařování má vyšší potenciál k ochraně půdy před erozí. Při přechodu na EZ je nutno počítat s tím, že změny v půdním prostředí nenastávají okamžitě, ale dochází k nim zhruba po 8 -10 letech.

3. Ochrana podzemních a povrchových zdrojů vod je velmi důležitá, neboť kontaminace může znamenat riziko při spotřebě vody člověkem a v živočišné produkci a narušování vodní biocenózy. Velkou část tohoto znečištění, zejména související s erozí a vyplavováním, způsobuje zemědělská výroba. Ekologický zemědělský systém vykazuje nižší nebo stejné množství vyplavovaných dusičnanů ve srovnání s integrovaným nebo konvenčním zemědělstvím. Srovnávací výzkumy dokazují až o 50 % nižší vyplavované množství živin na hektar z EZ. Ekologické zemědělství není rizikové z hlediska kontaminace vodních zdrojů pesticidními látkami. Je možno konstatovat, že EZ znamená menší riziko pro podzemní a povrchové vody, a proto bývá doporučováno i do ochranných pásem vodních zdrojů.

4. V posledních letech se hodně diskutuje problematika klimatických změn a skleníkového efektu. Problematické jsou zejména oxid uhličitý, oxid dusný a metan. Z řady výzkumů vyplývá, že emise oxidu uhličitého na hektar mohou být až o 50 % nižší z EZ ve srovnání s konvenčním. Počítáme-li však množství oxidu uhličitého na jednotku produkce, může být z EZ stejné nebo mírně vyšší ve srovnání s konvenčním v závislosti na výnosech jednotlivých plodin. Pro oxid dusný a metan platí obdobný předpoklad, není však prozatím dostatek údajů pro vyhodnocení. Výsledky pro amoniak vycházejí optimističtěji pro EZ mj. z důvodu lepší péče o organická hnojiva. Kontaminace ovzduší pesticidy nepřichází, až na povolené výjimky, v úvahu.

5. Hospodárné využívání přírodních zdrojů je základ udržitelného a k prostředí šetrného zemědělství. Vyhodnocujeme-li bilanci živin, pak na ekologicky hospodařících farmách se blíží nule. Prakticky ve všech publikovaných kalkulacích je přebytek živin v ekologicky hospodařících podnicích prokazatelně nižší než v podnicích konvenčních.

Pokud budeme vyhodnocovat spotřebu energie, pak tato je na ekofarmách nižší než v podnicích konvenčních. Energetická účinnost kalkulovaná jak pro jednoleté, tak pro trvalé kultury bývá ve velkém procentu vyšší v ekologicky hospodařících podnicích.

6. Ekologické zemědělství souvisí úzce i se zdravím a pohodou (welfare) hospodářských zvířat a s kvalitou produktů. Bohužel je velmi málo údajů o kvalitě živočišných produktů z EZ ve srovnání s potravinami z podniků konvenčních. Systém ustájení a zdravotní stav zvířat tak značně závisí na specifických podmínkách jednotlivých podniků a není jednoduché určit rozdíly mezi jednotlivými systémy. Můžeme diskutovat o přirozenějším chovu, možnosti pohybu, pastvě atd. V některých výzkumech byl hodnocen produktivní věk dojnic, který byl delší na ekologicky hospodařících farmách. Biopotraviny mají menší riziko zatížení produktů dusičnany a samozřejmě pesticidy. Některé výzkumy poukazují na vyšší obsah vitaminů a minerálů, v živočišných produktech jde například i o nepřítomnost reziduí hormonů a antibiotik.¹³

4.2 Ekologické zemědělství jako multifunkční model

Nejdůležitější pozitiva EZ a jejich mezioborové souvislosti:

Ekonomická výhodnost z dlouhodobého hlediska

Levnější konvenční produkty ve srovnání s biopotravinami dosud těží z toho, že do jejich ceny nejsou promítnuty veškeré primární i sekundární náklady, které společnosti vytváří: energeticky náročná výroba hnojiv a pesticidů, znečištění vod a dalších složek životního prostředí, zhoršení zdravotního stavu lidí vlivem špatné kvality konvenčních potravin, škody na přírodě a lidském zdraví vznikající při haváriích chemických továren, transportech a likvidacích chemikálií, při průniku reziduí do potravních řetězců. Do budoucna lze očekávat, že negativa konvenčního zemědělství budou producentům zpoplatněna, stejně jako průmyslovým podnikům znečišťování životního prostředí.

¹³ Urban, J., Šarapatka, B. a kol: Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). MŽP ČR, Praha, 2003, str. 15-18.

Ochrana životního prostředí a biodiverzity

EZ je vhodné pro obhospodařování zvláště chráněných území (CHKO, CHOPAV, PHO apod.). Tento pozitivní aspekt ekozemědělství je již dobře zdůvodněn a společností doceněn. Již jsou v platnosti dotace na údržbu krajiny a agroenvironmentální programy a v nich je EZ jedním z důležitých opatření.

Ochrana zdrojů podzemní vody, snížení znečištění vody povrchové

EZ je zvláště vhodné i pro využití v oblastech využívaných hlavně pro zemědělství intenzivní, a to vzhledem k nutnosti ochrany čistoty podzemní vody (která se brzy stane strategickou surovinou) a vzhledem k možnosti zlepšení čistoty vod povrchových.

Úspora energie a neobnovitelných zdrojů surovin a energie

EZ je založeno na maximálně možné uzavřenosti koloběhů v rámci zemědělského podniku. Jedním z hlavních cílů je omezení vstupů zvenčí a minimalizace spotřeby neobnovitelných zdrojů surovin a energie. Konvenční zemědělství je energeticky a surovinově náročnější, zejména při výrobě pesticidů a hnojiv.

Snížení nadprodukce

Ve vyspělých zemích je nadprodukce potravin vážným problémem, který zatěžuje státní rozpočty (dotace klesajících výkupních cen, náklady spojené se skladováním nadprodukce, subvencování exportu, poškozování zemědělců v cílových zemích atd.). Proto jsou například v zemích Evropské unie podporovány zemědělské metody, které cestou omezeného používání intenzifikačních faktorů snižují nadprodukcí a to při zachování příjmové hladiny pro zemědělce.

Zlepšení kvality potravin a zdravotního stavu populace

Tento aspekt zatím není oficiálně doceněn. Důvodem je obava státu, aby nebyla zpochybněna kvalita (bezpečnost) konvenčních potravin. V některých zemích (např. Německo) je tomu již jinak a biopotraviny jsou státem propagovány jako produkt výhodný pro zdraví spotřebitele. U nás je při propagaci zdravotní prospěšnosti biopotravin zatím nezastupitelná úloha nevládních organizací (například svaz PRO-BIO) a angažovanost samotných spotřebitelů.

Zavedení nového perspektivního produktu (biopotraviny) pro náš i zahraniční trh

Vyšší ceny za bioprodukty a biopotraviny jsou možností pro znevýhodněné oblasti, menší zemědělské a zpracovatelské podniky. Umožňují specializaci a zachování malých prodejen. V kvalitě „Bio“ lze produkovat řadu místních a regionálních specialit.

Udržení přírodního rázu krajiny a stability osídlení

Ekologické zemědělství se vyznačuje vyšší potřebou lidské práce a je vhodné i pro okrajové výrobní oblasti a menší rodinné podniky. Tím se podpoří udržení osídlení a napomůže se obnově venkova.¹⁴

4.3 Kvalita bioproduktů

Kvalita produktů je určována kvalitou celého zemědělského systému a zpracovatelského postupu. To znamená, že je dána způsobem, jakým byly rostliny vypěstovány, jak byla zvířata chována a jak byl bioprodukt¹⁵ zpracován (zušlechtěn), skladován a distribuován. Tedy technologií produkce, která je určena přísnými předpisy a zajištěna stejně přísným kontrolním systémem.

Způsoby pěstování rostlin a chovu hospodářských zvířat, jakož i další postupy zpracování bioproduktů jsou stanoveny zákony a prováděcími předpisy. V ČR zákonem č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství (je v souladu s předpisy EU o EZ), který vylučuje možnosti vědomé, či úmyslné kontaminace zemědělských produktů nežádoucími látkami, prosazuje ohleduplný chov hospodářských zvířat, stanovuje způsoby zpracování bioproduktů a definuje kontrolu celého produkčního procesu.

Pro biopotraviny¹⁶ nejsou stanoveny zvláštní limitní hodnoty jednotlivých látek, ale musí splňovat všechny požadavky kladené na běžné, konvenčně vyráběné potraviny.

¹⁴ Urban, J., Šarapatka, B. a kol: Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). MŽP ČR, Praha, 2003, str. 26-27.

¹⁵ Bioprodukt je produkt z ekologického zemědělství, který může být rostlinného nebo živočišného původu. Zdroj: *eFractal*, s. r. o.: *Ekologické zemědělství* [online].

© Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL:

<<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=16956>>.

¹⁶ Biopotravina je potravina, která je vyrobená pouze z bioproduktů s použitím povolených materiálů, přídavných látek a technologických postupů, které jsou ustanovené zákonem. Zdroj: *eFractal*, s. r. o.: *Ekologické zemědělství* [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL:

<<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=16957>>.

Příklady závěrů některých výzkumů kvality biopotravin ve srovnání s potravinami z konvenční produkce:

- Ekologické produkty mají z hlediska technologické jakosti obvykle vyšší sušinu (a tím i obsahy některých složek, např. vitaminů a minerálů) a jsou lépe skladovatelné.
- Průkazných výsledků, ze kterých se dá předpokládat vyšší kvalita bioproduktů, bylo dosaženo v krmných pokusech s potkany, kteří intuitivně preferují ekologicky vyprodukované suroviny, což je známo i z polních pokusů, kdy divoká zvěř nejčastěji spásá porosty nehnojené a neošetřené pesticidy.
- Bioprodukty obsahují méně reziduí těžkých kovů, dusičnanů i pesticidů.
- Problémem u ekologicky pěstovaných plodin může být obsah některých přírodních toxinů či fytoalexinů, kterými se odolné rostliny samy brání proti napadení škodlivými činiteli.
- Nedostatečně je zatím prozkoumána hypotéza, že některé rostlinné bioprodukty mohou častěji obsahovat mykotoxiny (viz kapitola 4.3.1). Bylo však prokázáno, že obsahy mykotoxinů v potravinářských surovinách souvisejí spíše s jejich nesprávným skladováním než se způsobem pěstování.
- Některé rostlinné bioprodukty mohou mít horší technologickou kvalitu, což bývá způsobeno zejména špatnou volbou odrůdy, stanoviště a chybami v ekologickém pěstitelském postupu. Ovšem výsledné produkty (viz např. pokusy s potravinářskou pšenicí a s pečením chleba) již nižší technologickou kvalitu mnohdy nevykazují.
- Biopotraviny však mají lepší chuť, což se prokázalo v pokusech např. s bramborami nebo s masem.¹⁷

¹⁷ Urban, J., Šarapatka, B. a kol: Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). MŽP ČR, Praha, 2003, str. 18-20.

4.3.1 Mykotoxiny

Mykotoxiny jsou jedovaté chemické látky produkované určitými plísněmi. Přítomnost mykotoxinů v plodinách představuje jak přímý problém z hlediska bezpečnosti potravin, tak způsobuje značné ekonomické ztráty pro řadu zemí zaměřených na zemědělskou produkci.

Mykotoxikózy jsou onemocnění, ke kterým dochází v důsledku konzumace mykotoxinů. U domestikovaných zvířat způsobují alergické reakce, problémy reprodukce, nechutenství, oslabení imunitního systému, nižší využití krmiv a vyšší úmrtnost. U lidí jsou známy především tyto mykotoxikózy: otrava námelem spojená s konzumací kontaminované žitné mouky, srdeční beri-beri (avitaminóza B1) spojená s plísní *Penicillium* (žluté rýžové toxiny) a alimentární toxická aleukémie spojená s plísní *Fusarium* (viz Obr. D a E v přílohách) na pšenici, prosu a ječmeni. Četné mykotoxiny se dávají do souvislosti s vývojem rakoviny u lidí.

Mezi mykotoxiny, které se nejčastěji vyskytují v potravinách, patří:

- deoxynivalenol/nivalenol,
- zearalenon,
- ochratoxin,
- fumonisiny,
- aflatoxiny.

Deoxynivalenol

Deoxynivalenol a nivalenol jsou produkovány různými druhy plísně *Fusarium* a jsou toxické pro člověka i zvířata. Z komodit jsou zasaženy hlavně cereálie. Deoxynivalenolem je často kontaminována pšenice, pohanka, ječmen, oves, tritikale, žito, kukuřice, čirok a rýže.

Zearalenon/Fumonisin

Zearalenon je produkován plísní *Fusarium*, která se vyskytuje na kukuřici a pšenici. Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) zařadila zearalenon mezi potenciální humánní karcinogeny.

Aflatoxiny

Aflatoxiny byly identifikovány jako silné humánní karcinogeny, které mohou způsobit také selhání imunitního systému. U zvířat jsou toxické především pro drůbež. Aflatoxiny produkované plísní *Aspergillus flavus* mohou infikovat plodiny, např. obilí, bavlnu, podzemnici a ořechy stromů.

Přítomnost mykotoxinů v zrninách a jiných hlavních potravinách a krmivech má vážné důsledky pro zdraví lidí i zvířat. Řada zemí proto přijala nařízení stanovující maximální přípustné množství mykotoxinů v potravinách a krmivech. Většina vyspělých zemí nepovoluje import komodit obsahujících mykotoxiny nad specifické limity. Mykotoxiny mají proto vliv na mezinárodní obchod.¹⁸

Často se právě ekologickému zemědělství přisuzuje větší riziko kontaminace těmito toxiny z důvodu nepoužívání fungicidů. Je však známo, že ani tyto chemikálie tvorbě mykotoxinů nezabrání. V italských výzkumech byly sice vzorky z ekologického zemědělství napadeny více než z konvenčního pěstování (51 % : 12 %), ale celkové množství zdravotně závadného deoxynivalenolu (DON) bylo ve vzorcích z ekologického pěstování nižší. V Německu analyzovali 327 vzorků a zjistili, že obsah DON byl v ekologicky vypěstované pšenici nižší. Další výsledky z posledních let jsou nejednoznačné a vyžadují další výzkum, který je silně preferován a jistě přinese i způsoby omezení tohoto nebezpečí v ekologickém i konvenčním zemědělství. Ve Švédsku podle údajů státního úřadu pro potraviny nenalezli rozdíl v obsahu mykotoxinů mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými produkty.¹⁹

Zvýšený výskyt mykotoxinů v potravinách či krmivech způsobuje akutní nebo chronické poškození zdraví. Mykotoxiny mohou zasahovat mnoho cílových orgánů sloužících k detoxikaci organismu (játra, ledviny) a systémů (nervový, endokrinní a imunitní). Způsobují chronické příznaky již při velmi malých koncentracích a některé jsou klasifikovány International Agency for Research in Cancer (IARC) jako karcinogeny nebo potencionální karcinogeny.

¹⁸ *eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství* [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL:

<<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ch=24&typ=1&val=17618&ids=253>>.

¹⁹ Urban, J., Šarapatka, B. a kol: *Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin)*. MŽP ČR, Praha, 2003, str. 20.

Publikace World Health Organization (WHO) zabývající se mykotoxiny z roku 1990 udává, že běžně se vyskytující houby produkují více než 290 mykotoxinů. Z historického hlediska byly mykotoxiny problémem Zemí třetího světa a některých východoevropských států, i když mnoho toxigenních hub se vyskytovalo kosmopolitně.²⁰

Dopadem mykotoxinů na zdraví a délku života lidí a zvířat se zabývá široký výzkum probíhající po celém světě. Řada těchto látek kontaminuje hotové potraviny nebo suroviny na jejich výrobu. Kromě toho mnoho rodů hub kolonizuje také rostliny využívané pro krmení zvířat a způsobuje u nich množství zdravotních problémů. Sledování mykotoxinů v potravinách v ČR provádí v rámci dozorové činnosti Státní veterinární správa, Česká zemědělská a potravinová inspekce a hygienická služba MZ ČR. V potravinách jsou mykotoxiny limitovány vyhláškou 298/1997 Sb.²¹

Mikroskopické houby v produktech rostlinné výroby

Kvalita (jakost, hodnota) – souhrn vlastností, jimiž se jev či věc jako celek odlišuje od jiného. Ve vztahu k výrobku jí lze hodnotit jako míru nebo stupeň jeho vhodnosti pro stanovený účel. Kvalita má spíše stránku strukturální- harmonický celek všech užitečných vlastností. Jakost obsahuje stránku množstevní.²²

Pojem kvalita zemědělského produktu má velmi subjektivní charakter, nelze jej jednoznačně definovat, protože v sobě soustřeďuje současně několik aspektů, které se vždy zcela neshodují a jsou do jisté míry subjektivním názorem posuzovatele.²³

Možnosti dekontaminace surovin s obsahem mykotoxinů

Je nutno uvést, že možnosti dekontaminace jsou velmi omezené. Zásadním preventivním opatřením je plošně prováděná vstupní kontrola surovin používaných k výrobě potravin a krmiv, která se vzhledem k finanční náročnosti, omezené nabídce surovin a omezeným možnostem odděleného uskladnění neprovádí.

²⁰ Jesenská, Z. : Mikroskopické houby v poživatinách a v krmivách. Alfa Bratislava, 1987, 319 str.

²¹ Drastichová, K.: Faktory ovlivňující mykotoxikologickou kvalitu ovsa (disertační práce). JČU v Českých Budějovicích, 2004, str. 7.

²² Pelikán, M., Suková, M.: Hodnocení a využití rostlinných produktů (Návody na cvičení), JU ZF České Budějovice, 1998, 173 str.

²³ Drastichová, K.: Faktory ovlivňující mykotoxikologickou kvalitu ovsa (disertační práce). JČU v Českých Budějovicích, 2004, str. 10.

Faktory ovlivňující mykotoxikologickou kvalitu u obilnin

Mezi hlavní faktory ovlivňující mykotoxikologickou kvalitu obilnin patří především tyto:

- Genotyp
- Osivo
- Ročník a stanoviště
- Agrotechnika
- Skladování²⁴

Genotyp

Obecně byl z krátkostébelných odrůd pšenice po vydatných deštích izolován vyšší počet zástupců rodu *Fusarium*.²⁵

Osivo

Osivo musí být řádně zkontrolováno a certifikováno. Nekvalitní osivo přináší nekvalitní výnosy a tím i větší riziko kontaminace různými chorobami.

Ročník a stanoviště

K nejdůležitějším faktorům prostředí patří průběh teplot a srážek, dále délka slunečního svitu a složení a pohyb atmosféry. Klimatické podmínky představují skupinu atmosférických a dalších faktorů působících současně v delším časovém období. Vliv teplot a srážek působí na rostliny přímo, ale i změnami působenými v půdě.²⁶

Rodová i druhová skladba hub infikujících zemědělské plodiny se spolu s regionem a ročníkem velmi liší. Různé druhy jednotlivých rodů nejsou stejně patogenní a ani látky, které produkují nejsou stejně toxické. Zásadní otázka vyvstává při diskusích o výskytu fuzarióz v souvislosti s různými druhy a různými klimatickými podmínkami. Například *F. graminearum* se mnohem častěji vyskytuje na obilninách

²⁴ Drastichová, K.: Faktory ovlivňující mykotoxikologickou kvalitu ovsa (disertační práce). JČU v Českých Budějovicích, 2004, str. 12.

²⁵ Teich, A. H.: Epidemiology of wheat (*Triticum aestivum* L.) scab caused by *Fusarium* species. In: *Fusarium toxins*, Amsterdam, 1989, str. 269 – 282.

²⁶ Nátr, L.: Modelování vlivu vnějších faktorů na produktivitu rostlin. In : Sborník: „Programování výnosů“ ČSVTS Praha, AK Tachov, Mariánské Lázně, 1989, 54 str.

rostoucích v teplejších oblastech než *F. culmorum*. Vztah mezi teplotou a vlhkostí ovlivňuje růst a vývoj všech hub včetně fuzárií.²⁷ Zcela zásadní ve vztahu k výskytu fuzarióz se zdá být denní teplota vyšší než 30 °C.

F. graminearum a *F. culmorum* jsou považovány za nejvíce patogenní a současně za nejrozšířenější druhy rodu *Fusarium* vůbec. *F. graminearum* se vyskytuje na pšenici ze Severní Ameriky a Číny. *F. culmorum* je dominantním druhem v chladnějších oblastech pěstování pšenice jako je Finsko, Francie, Polsko a Nizozemí.²⁸

Posun rozložení srážek v průběhu vegetace směrem k extrémním výkyvům v podobě přívalových a dlouhotrvajících dešťů a tím několikanásobnému překročení úhrnu srážek v několikadenních úsecích mají za následek vystavení rostlin stresu. Stres způsobený jak dlouhodobým suchem nebo silným přemokřením vede k nárůstu náchylnosti zemědělských plodin k houbovým chorobám, které se tak relativně snadno mohou rozvinout v epidemii.²⁹

Výskyt původců fuzarióz je nejvíce podmíněn teplotou.³⁰ Ačkoli množství srážek podporuje výskyt a šíření fuzariových chorob, je výskyt ovlivněn zejména vlhkostí v době kvetení.³¹

²⁷ Magan, N., Lacey, J.: Waterrelations of some *Fusarium* species from infected wheat ears and grain. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 1984, str. 281 – 285.

²⁸ Saur, L.: Recherche de geniteurs de resistance a la fusariose In: *Mycotoxins in Grain Coumpounds Other than Aflatoxin*. J. D. Miller and H. L. Trenholm, eds. Eagan Press, St. Paul, MN, 1991, str. 37– 58.

²⁹ Tvarůžek, L.: Ochrana pšenice ozimé proti houbovým podmínkám v oblasti Hané. *Agro* 5, 2002, str. 47 – 50.

³⁰ Cook, R. J.: *Fusarium diseases of wheat and other small grains in North America*. In: *Fusarium diseases, Biology and taxonomy*. P. E. Nelson, T. A. Toussoun, eds. Pennsylvania State University Press, University Park, 1981.

³¹ Duthie, J. A.: *Fusarium species from seed of winter wheat in eastern Canada*. *Can. J. Plant. Pathol.*, 1986, str. 282 – 288.

Agrotechnika

Zpracování půdy

Osevní postup a organizace porostu

Ze studií sledujících výskyt fuzarióz u ječmene jarního a pšenice ozimé vyplývá, že klíčový význam má použití předplodiny. Jako výbornou předplodinou v souvislosti s mírou výskytu hub rodu *Fusarium* pro tyto konkrétní obilniny, se ukázala cukrová řepa a ozimá řepka. Naopak jako nejrizikovější předplodinou byla kukuřice. Je zřejmé, že nepřibuzné plodiny působí jako přerušovače pro výskyt fuzarióz.³²

Výskyt fuzarióz ovlivňuje i způsob hospodaření. Při ekologickém způsobu pěstování ve srážkově nadprůměrném a teplém ročníku byla také zjištěna větší druhová pestrost a vyšší početní zastoupení fytopatogenních rodů, zejména *Fusarium*. V celkovém porovnání vzorků odebraných v průběhu tří let z ekologického i konvenčního způsobu pěstování nebyly vzhledem k fuzariózám výrazné rozdíly pozorovány.³³

Ošetření porostu během vegetace

Byla prokázána i souvislost mezi silným výskytem mšic a častějším napadením rostlin (hlavně listů) houbami rodu *Fusarium*. Napadené listy mohou být zdrojem infekce klasů.³³

Z pokusů prováděných na jarním ječmeni a pšenici vyplývá, že účinnost fungicidů proti fuzariózám je velmi malá a zřídka dosahuje 50 % účinnosti.³⁴

³² Hýsek, J.: Mykotoxiny hub rodu *Fusarium* na ječmeni a pšenici a ochrana proti nim. Závěrečná zpráva ke grantu NAZV QC 0069, 2003, 42 str.

³³ Prokinová, E.: Porovnání zdravotního stavu ozimé pšenice při pěstování konvenčním a alternativním způsobem. *Agro 7*, 1999, str. 4 – 7.

³⁴ Váňová, M., Tvarůžek, L., Hrabalová, H.: Reaction of winter wheat varieties to *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* in field infection trials and the efficacy of fungicides. *Plant Protection Science*, 2001, str. 37.

Skladování

Houby, které kolonizují obilniny lze rozdělit do dvou skupin:

- 1) polní houby
- 2) skladové houby

polní houby:

Fuzariovými toxiny jsou nejvíce zatíženy tři plodiny, které tvoří zároveň dvě třetiny světové produkce obilnin. Jedná se o pšenici, kukuřici a ječmen. Ostatní obilniny jako je oves, rýže a tritikale obsahují fuzariové mykotoxiny také.³⁵ Při napadení rostliny zástupci rodu *Fusarium* se dostává DON do zrn. Proto i při mírném napadení mohou rostliny produkovat zrna s vysokým obsahem mykotoxinů, která jsou pro výrobu potravin či krmiv zcela nevhodná.

Stupeň napadení obilných zrn polními houbami je závislý na klimatických podmínkách v době kvetení a dozrávání zrn a v průběhu sklizně. Důležitým faktorem je i mechanické poškození zrn při sklizni a poškození zrn hmyzem nebo obratlovci.

skladové houby:

Pro svůj růst potřebují 13 až 14 % vlhkost zrna. Rozmnožují se i při 17-20 % vlhkosti. Rostou při teplotě 5-45 °C, optimálně při teplotě 25-30 °C. Zdrojem kontaminace zrn těmito houbami jsou rostlinné zbytky ve skladových prostorech, silech apod.

Mezi skladové houby patří nejčastěji kmeny rodů *Aspergillus* a *Penicillium*. *Aspergillus candidus* rychle ničí zárodky zrn a zahřívá zrno až na teplotu 55 °C.³⁶

³⁵ Scott, P. M.: The natural occurrence of trichothecenes. In: Mycotoxins in Grain Compounds Other than Aflatoxin. J. D. Miller and H. L. Trenholm, eds. Eagan Press, St. Paul, MN, 1989, str. 37 – 58.

³⁶ Drastichová, K.: Faktory ovlivňující mykotoxikologickou kvalitu ovsa (disertační práce). JČU v Českých Budějovicích, 2004, str. 22.

4.3.2 Přídavné látky v konvenčních potravinách a bioproduktech

Potravinářské přídavné látky patří již mnoho let k velmi diskutovaným tématům. V konvenčních potravinách je povoleno užívat více než 310 přídavných látek (tzv. aditiv). Mezi jednotlivými přídavnými látkami je nesmírný rozdíl, a to nejen v chemické struktuře, ale i z hlediska jejich zdravotního dopadu. Vždyť mezi ně patří jak látky přirozené (např. vitaminy), tak i chemicky syntetizované sloučeniny (kupř. umělá barviva, konzervanty atd.).

Proto je třeba zdůraznit, že nepostačí jen zamezit užívání agrochemikálií, ale je nutné brát v úvahu vliv dalšího zpracování. V potravinářském průmyslu můžeme nalézt i zcela shodné sloučeniny, jako jsou např. v konvenčním zemědělství užívaná minerální hnojiva. Ke konečným potravinářským výrobkům se mnohdy přidávají nemalá množství fosfátů, dusičnany a další chemické látky.

V publikacích ekologického zemědělství jsou popisovány nepříznivé důsledky vyplývající z neúměrného užívání minerálních hnojiv a dalších nepřirozených sloučenin. V těchto případech se hovoří o zdraví ohrožujících kontaminantech, tedy o látkách znečišťujících, které se do potravinového řetězce dostávají nechtěně. V potravinářském průmyslu se v mnoha případech přidávají ke konečným výrobkům stejné chemické sloučeniny úmyslně. Přitom se liší jen v jediném ohledu: na rozdíl od kontaminantů životního prostředí musí být jako oficiální přídavné látky uvedeny ve složení na obalu.

Z uvedených důvodů se v potravinářských produktech, které pocházejí z ekologického zemědělství, nesmí užívat riziková syntetická aditiva, ale jsou v nich povoleny pouze přirozené látky, které u normálních konzumentů nevykazují žádné vedlejší účinky. Také počet povolených přídavných látek je mnohem nižší: dle nařízení EHS č. 2092/91 se smí v bioproduktech užívat pouze 36 potravinářských aditiv, což je téměř devětkrát méně, než v konvenčních potravinách.

I v tomto ohledu nabývají produkty ekologického zemědělství stále většího významu, neboť snížení celkového počtu užívaných potravinářských aditiv a vyřazení nepříznivě působících přídavných látek má na lidské zdraví výrazně pozitivní vliv.³⁷

³⁷ Šarapatka, B., Velimirov, A.: Sborník abstraktů 6. evropské letní akademie ekologického zemědělství : Přídavné látky v konvenčních potravinách a bioproduktech, jejich možný dopad na zdraví. Syrový, V., PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Olomouc, 2006, str. 23.

5. Pšenice obecná (*Triticum aestivum*)

5.1 Základní informace

Původ

Počátky pěstování pšenice jsou spjaty se vznikem zemědělství. Objev a využití možnosti pěstovat rostliny a chovat zvířata podstatně snížily závislost člověka na přírodě a urychlily vývoj lidstva. Pšenice jako nejstarší a nejrozšířenější plodina měla na tento proces značný vliv. Nejstarší nálezy se týkají pšenice jednozrnky (*T. monococcum*) a pšenice dvouzrnky (*T. dicoccon*) 8 000 – 7 500 let př. n. l. Později se pěstovala pšenice obecná (*T. aestivum*) asi 6 000 let př. n. l. Tvrdá pšenice (*T. durum*) je známa z nálezů ze 4. a 3. tisíciletí př. n. l. Pšenice naduřelá (*T. turgidum*) je známa ze 6. až 7. stol., pšenice polská (*T. polonicum*) se vyskytovala ještě v posledních stoletích. Pšenice špalda (*T. spelta*) je známa pouze v nálezech z Evropy ze středověku. Na našem území bylo zjištěno ještě v roce 1969 pěstování dvouzrnky (*T. dicoccon*).

Pěstování pšenice se šířilo z původních center z jihozápadní Asie do severní Afriky, do celé Evropy, do Indie, východní Asie. Do Ameriky se dostala v 16. stol., do Austrálie v 18. stol. n. l.

Na našem území podle Tempíra asi 4 500 let př. n. l. v neolitu byly rozšířeny pšenice jednozrnka asi z 1/3 a pšenice dvouzrnka ze 2/3. Mimo nich se vyskytovaly blíže neurčené *Triticum* species a v nich se objevovala jako příměs pšenice obecná. Tento stav trval i v době bronzové, kdy se začíná objevovat čistá pšenice obecná, která se jako příměs rozšiřuje, přičemž klesá výskyt jednozrnky a dvouzrnky. Tento stav přetrvává i v době železné a v době stěhování národů a v době hradištní od počátku slovanského osídlení 500 let n. l. je plně rozšířena pšenice obecná.

Botanické zařazení

Rod pšenice (*Triticum* L.) patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), podčeledi Poideae. Pšenice se pravděpodobně vyvíjela od předků pýru podrodu *Elytriga*. Vznikla planá pšenice jednozrná ($2n = 14$) a pěstovaná jednozrnka. Z plané pšenice dvouzrné ($2n = 28$) se vyvíjela pěstovaná dvouzrnka až k pšenici Timofejevově a dále pšenice naduřelá, tvrdá, polská a ispahánská, které se odvozují od tetraploidní větve pšenice macha (*T. macha*). Od její hexaploidní větve se odvozují pšenice macha, špalda, Vavilova (*T. vavilovii*), obecná (*T. aestivum*) a kulatozrná (*T. sphaerococcum*). Jsou však i jiné teorie o vývoji pšenic.

Typ pšenice		Skupiny (počet chromozomů)		
		42	28	14
kulturní	nahé, bezpluché	Pš. Vavilova Pš. kulatozrná Pš. obecná	Pš. tvrdá Pš. polská Pš. naduřelá Pš. perská	
	pluchaté	Pš. macha Pš. špalda	Pš. dvouzrnka Pš. ispahánská Pš. Timofejevova	Pš. jednozrnka
plané		neznámé	Pš. dvouzrná	Pš. jednozrná

Tab. 5: Rod pšenice

V druzích pšenice se vyskytují formy jarní a ozimé s mnoha varietami.

Šlechtěním bylo získáno mnoho odrůd pro nejrůznější oblasti a účely. Křížením pšenice a žita vznikl amfidiploidní rod Triticale, který je odolnější proti chorobám, má velké zrno, vyšší obsah dusíku a jakost jeho lepku je závislá na mateřské odrůdě. Vyžaduje však delší šlechtění.

Agroekologické podmínky

Pro ozimou pšenici jsou nejvhodnější strukturní, hlubší hlinité a jílovitohlinité půdy s neutrální reakcí, dobře zásobené živinami. Vzhledem k dlouhému vegetačnímu období, během něhož může dojít v některých fázích růstu k přisuškům, jsou vhodné půdy s lepší vododržností. Pěstování ozimé pšenice se vylučuje na půdách písčítých, na nichž dává nižší výnos než žito, dále na půdách kyselých, ale nesnáší ani půdy trvale zamokřené.

Osevní postupy

Nejvhodnější předplodiny pro pšenici jsou jeteloviny, luskoviny, olejninny a okopaniny. Po obilninách klesá výnos nejméně po ovsu o 6%, dále po žitě o 14% a nejvíce po pšenici a ječmeni až o 19%. Minerální hnojení vyrovnává vliv nepříznivé předplodiny z 85%. Zelené hnojení podstatně snižuje vliv nevhodné předplodiny.³⁸

³⁸ Hruška, L. a kol.: Rostlinná výroba I. pro PEF. VŠ Zemědělská v Brně, Brno, 1980, 238 str.

Národohospodářský význam

Ozimá pšenice je světově nejrozšířenější obilninou. V mnohých zemích včetně naší republiky je pšenice na prvním místě v pěstování ³⁹ a v posledních desetiletích se rozšířilo její pěstování do vyšších poloh. Je to dáno její výnosností, která byla šlechtěním podstatně zvýšena a stabilizována, takže má nejvyšší předpoklady pro vysokou intenzitu pěstování. Ve většině oblastí naší republiky převyšuje ve výnosech nejen žito a oves, ale i jarní ječmen. Její produkce zajišťuje výživu člověku přímo jako hlavní chlebovina i nepřímo jako krmivo hospodářských zvířat. Nemáme ale dosud vyšlechtěné krmné odrůdy pšenice a na krmení se využívají odrůdy, které mají horší pekařskou jakost. ⁴⁰

Nejpodstatnější podíl zrna tvoří sacharidy. Patří sem především polysacharidy - škrob (50 - 70 %) a vláknina, která propůjčuje pšenici a jejím výrobkům významné dietetické vlastnosti. V zrně pšenice je 1,5 - 3 % tuků a přibližně stejné množství (1,4 - 3 %) minerálních látek, které se stejně jako vitaminy nacházejí zejména v klíčku a v obalové vrstvě. Z hlediska nutriční hodnoty jsou tedy klíčky velmi cenné. Z celkového chemického složení zrna obsahují klíčky větší podíl sacharidů (50 %), bílkovin (30 %) ⁴¹ a tuků (20 %). Klíčky jsou zdrojem celého souboru biologicky vysoce hodnotných látek a obsahují všechny vitaminy skupiny B, vitaminy A, C, D a E. Olej z pšeničných klíčků má obzvlášť vysoký obsah vitamínu E, který má vlastnosti antioxidantů a chrání buněčné membrány. Viz Obr. A, B a C v přílohách.

³⁹ Hutař, J.: *Pšenice setá* [online]. © PRO-BIO 2005, [cit 2007-02-13]. Dostupné z URL: <<http://www.probio.cz/vyrobky/psenice-seta.htm>>.

⁴⁰ Hruška, L. a kol.: *Rostlinná výroba I. pro PEF. VŠ Zemědělská v Brně, Brno, 1980, 238 str.*

⁴¹ Bílkoviny se dělí na albuminy a globuliny, které jsou často označovány jako rozpustné bílkoviny, zatímco gliadiny a gluteliny jsou označovány jako bílkoviny lepku a významně ovlivňují především pekařskou kvalitu pšenice. Tady je potřeba připomenout, že u některých jedinců mohou právě gliadiny vyvolávat vážné zdravotní poruchy.

Celiakie je onemocnění, které způsobují prolaminy obilného zrna, tedy nejen gliadin pšenice, ale i secalin žita, hordein ječmene a avenin ovsu. Toxicita je největší u pšenice a postihuje děti (i když aktuální je stoupající tendence výskytu celiakie u dospělých jedinců), kterým chybí enzym peptidáza, štěpící nízkomolekulární peptidy, vznikající na počátku trávení gliadinu. Pokud se toxické peptidy nemohou dále odbourávat, hromadí se ve střevním traktu a po dosažení určité koncentrace vyvolávají celiakii. Terapií je vyloučení gliadinu z diety. Zdroj: Hutař, J.: *Pšenice setá* [online]. © PRO-BIO 2005, [cit 2007-02-13]. Dostupné z URL: <<http://www.probio.cz/vyrobky/psenice-seta.htm>>.

5.2 Strategie ochrany pšenice pěstované ekologicky

Osevní postup

Zastoupení obilnin v osevním postupu by nemělo přesahovat 50 %. Obilniny se musí střídat se zlepšujícími se plodinami, nejlépe leguminózami. Zásadně bychom neměli pěstovat dvě obilniny po sobě. Pšenice je nejnáročnější obilnina v osevním postupu, proto je v obilním sledu vždy řazena jako první. Zásadně nepěstujeme pšenici po kukuřici vzhledem k výskytu fuzarióz.

Výběr vhodných odrůd

Volíme odrůdy méně odnožující, odolné proti poléhání (kratší a pevnější stéblo), sněti mazlavé (nemoří se osivo), chorobám pat stébel, stéblolamu, septoriózám a fuzariózám a konkurence schopné vůči plevelům. Odrůdy ozimé pšenice jsou výnosnější než jarní.

Výběr pozemků

Náchylné odrůdy jsou na vlhkých stanovištích napadány septoriózami a fuzariózami. Vhodné jsou proto středně těžké půdy, na štrých je dobrý příjem živin a rychlejší růst.

Osivo

Osivo by mělo být zdravé (zkouška zdravotní), čisté, klíčivé (kontrola ÚKZÚZ a KEZ), vhodně skladované (vlhkost do 14 %, teplota) eventuálně mořené biologickými mořidly.

Výsevek

Řidší porosty jsou méně napadány houbovými chorobami, optimální hustota se doporučuje 400-450 klasů na m².

Doba setí

Předčasné setí při příznivém podzimu vede k přerůstání a následně k poškození fuzariózami v zimě pod sněhem. Pozdní setí způsobuje pomalé vzcházení, nevyvinuté rostliny, poškození houbami a bakteriemi v půdě.

Regulace plevelů

Nutná je regulace především ozimých plevelů z čeledi lipnicovitých (chundelka, metlice, pýr), které jsou rezervoárem původců houbových chorob.⁴²

5.3 Hlavní choroby pšenice

Houbové choroby

Plíseň sněžná (*Microdochium nivale*)

Napadá všechny ozimé obilniny, především v polohách bohatých na sněh. Nejvíce jsou ohroženy bujné přerostlé porosty, pokryté sněhovou vrstvou na nezmrzlé půdě. Prevencí je nesít ozim po ozimu, snížit výsevek, sít zdravé osivo, nepřehnojovat dusíkem.

Choroby pat stébel (*Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia cerealis*)

Prevencí je udržení půdy ve strukturním stavu, příznivé reakci a vodním režimu. Ozimá pšenice je chorobami pat stébel napadána nejvíce. Jednoleté přerušení obilního sledu vhodnou plodinou k potlačení výskytu nestačí. Proto se doporučuje přerušovat v osevním postupu pěstování obilnin na dva až tři roky. Pro tento účel se jeví jako nejvhodnější dva užitkové roky obilniny (včetně roku výsevu) nebo zařazení vojtěšky na dva až tři užitkové roky. Podle možnosti se mohou použít i dvojice různých přerušovačů, např. směska – řepka, kukuřice – oves, brambory – oves, brambory – luskoviny atd.

Černání pat stébel (*Gaeumannomyces graminis*)

Jednoleté přerušení obilního sledu zařazením zlepšujících plodin zpravidla uspokojivě sníží výskyt černání pat stébel, protože patogen nepřezívá v půdě dlouhou dobu. Jako jednoleté přerušovače jsou vhodné luskoviny, kukuřice, brambory, cukrovka, řepka, len a z obilnin oves. Je-li v půdě přítomno větší množství původců chorob pat stébel, je účelné přerušit pěstování obilnin alespoň na dva roky. Výskyt patogena je možné omezit i pečlivou likvidací plevelů. Jeho hostiteli jsou mnohé druhy trav a např. chundelka metlice bývá často silně napadena.

⁴² Urban, J., Šarapatka, B. a kol: Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). MŽP ČR, Praha, 2003, str. 155-156.

Stéblolam (*Pseudocercospora herpotrichoides*)

Nejvíce škody působí ozimé pšenici, neboť přežívá více let ve strništi, které se rozkládá pomaleji než zdravé. Může napadat časně seté, bujné porosty ozimů již na podzim. Prevencí je tříletý odstup v osevním postupu, nezařazování pšenice po obilnině, především ječmeni, pozdější setba, nepřehnojování dusíkem, omezování pýru a výběr vhodné odrůdy.

Sněť zakrslá (*Tilletia contraversa*)

Ihned klíčí jen chlamydostry na povrchu půdy, kdežto hlouběji uložené výtrusy si uchovávají klíčivost až tři roky. Je nezbytné nezařazovat pšenici po sobě dříve než za šest až sedm let.

Mazlavá sněť pšeničná (*Tilletia caries*)

Napadení podporují nízké teploty na podzim po osevu. Teploty na jaře jsou pro napadení již příliš vysoké. Je významnou chorobou pšenice, která může způsobit výnosové ztráty až přes 50 %. Ochranou je vysévání uznaného osiva.

Padlí travní (*Blumeria graminis*)

Se silným napadením padlím lze počítat při teplém, relativně suchém jarním počasí. Napadení podporuje vysoká vzdušná vlhkost, ale nikoliv déšť, teploty mezi 18-22 °C, střídání teplých a vlhkých dnů. Pšenice je náchylná od odnožování až do mléčné zralosti. Náchylnější jsou mladé listy. Rostlina reaguje citlivě na napadení praporovitého listu a pluch. Padlí vytváří vstupní bránu jiným patogenním houbám (braničnatka plevová, fuzariózy aj.). Prevencí je použití méně náchylných odrůd, nevysévat příliš brzy nebo pozdě, zamezit vývinu příliš hustých porostů.

Rzi – plevová (*Puccinia striiformis*), pšeničná (*P. triticina*), travní (*P. graminis*)

Zvýšené nebezpečí napadení je u náchylných odrůd po podzimních infekcích z výdrolových rostlin. Ochranou je proto ničení výdrolů před vzcházením pšenice a volba vhodných odrůd. Existují tolerantní odrůdy pšenice, které dosáhnou vysoký výnos i při napadení.

Braničnatka plevová (*Septoria nodorum*)

Patří k nejhojnějším a nejnebezpečnějším chorobám pšenice. Značně ovlivňuje především hmotnost jejích zrn (ukazatel: hmotnosti tisíce zrn). Napadení podporují dešťové srážky během metání. Proti napadení pomůže volba vhodných odrůd, zapravení posklizňových zbytků, použití zdravého osiva a nižší výsevek.

Fuzariózy klasů (*Fusarium culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. nivale*)

Význam tohoto onemocnění v poslední době stoupá zvláště v oslabených porostech. Nejvíce napadeny jsou rostliny v období metání a kvetení. Riziko výskytu zvyšuje vlhký rok, krátkostébelné odrůdy a hnojení slámou. Vliv odrůdy může převýšit vliv počasí. Ochranou je zdravé osivo, podpora rozkladu rostlinných zbytků a úklid slámy.

Hmyzí škůdci

Nejčastějšími škůdci obilnin jsou mšice a kohoutci z čeledi mandelinkovitých (*Lema lichenis* a *Lema melanopus*) poškozující asimilační aparát a klasy. Proti hrbáči osennímu (*Zabrus gibbus*), jehož larvy poškozují listy osení a brouci se v létě živí květy obilnin a obilkami v mléčné zralosti, je dostatečně účinné střídání obilnin s luskovinami a řepou.⁴³

5.4 Hodnocení jakosti pšenice

Kriteria jakosti u potravinářské pšenice jsou hodnocena podle normy ČSN 46 1100-2 (platná od 7.1. 2002).

Pšenice potravinářská - vyzrálé a typicky vybarvené obilky, bez živých škůdců v jakémkoliv stadiu vývoje, bez cizích pachů, nesmí obsahovat viditelně naplesnivělá a plesnivá zrna, nesmí obsahovat zrna poškozená sáním ploštic nebo infikovaná mazlavou snětí.

⁴³ Urban, J., Šarapatka, B. a kol: Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). MŽP ČR, Praha, 2003, str. 156-157.

Všechny odrůdy pšenice (ozimé i jarní) jsou podle pekařské jakosti rozděleny do 4 kategorií:

E - elitní pšenice

A - kvalitní pšenice

B - chlebová pšenice

C - odrůdy nevhodné pro výrobu kynutých těst

Kvalitativní hodnocení zrna pšenice zahrnuje tyto ukazatele:

Senzorické:

Barva - živá barva a lesk, starší vybledlá, matná bez lesků.

Pach - pach čerstvého zrna, slámy, jinak pach skladištní, po myšíně, nasládlý (roztoči), pachy kyselé, kvasné, hnilobné, zatuchlé, žluklé, houbovitě, plísňové, po chemikáliích a jiné.

Chut' - nasládlá - porostlé obilí, sladová, karamelová, hořká.

Zdravotní stav - hlavně skladištní škůdci (myši, pilousi, roztoči).

Objektivní:

Vlhkost - ovlivňuje zdravotní stav, má vliv na mletí, stanovuje se jako úbytek hmotnosti zrna sušením za podmínek zkoušky.

Příměsi a nečistoty - zhoršují kvalitu zrna.

Příměsi - zrna základní kultury poškozená, zrna jiných obilovin

Nečistoty - minerální a organické nečistoty, semena všech ostatních kulturních a plevelných rostlin s výjimkou obilovin.

Objemová hmotnost - poměr hmotnosti obiloviny k jejímu objemu, udává se v kg/hl. Objemovou hmotnost ovlivňuje procento nečistot (plevele a jiné), síla obalů (čím silnější obaly, tím je objemová hmotnost nižší), snižuje se dlouhodobým skladováním.

Obsah N-látek v sušině - stoupající obsah bílkovin má pozitivní vliv na vlastnosti těsta a objem pečiva, s klesajícím obsahem se snižuje tažnost lepku. Silně ovlivněn agrotechnikou, ročníkem a prostředím. U pšenice se používá přepočítávací faktor 5,7.

Číslo poklesu (viskotest, pádové číslo) - charakterizuje aktivitu alfa-amylázy (hydrolytického enzymu štěpícího škrob, který se aktivuje na počátku klíčení zrna). Je významně ovlivněno průběhem počasí v době dozrávání a sklizně, částečně odrůdový znak. Nízké číslo poklesu se projeví nižší pekařskou kvalitou (těsto je lepivé, špatně zpracovatelné, pečivo má malý objem, střídka je méně pružná). **Princip** - vodná suspenze mouky je rychle zmazovatělá ve vroucí vodní lázni, působením alfa-amylázy

obsažené ve vzorku dojde k ztekucení škrobu. Číslo poklesu - celkový čas v sekundách od ponoření viskozimetrické zkumavky do vroucí vody, promíchání a času poklesu míchadla o určenou vzdálenost (190 - 500 sec).

Zelenyho test - ukazatel hodnotící kvalitu bílkovin, konkrétně schopnosti lepkového komplexu zvětšovat svůj objem. **Princip** - bobtnání pšeničných bílkovin v organické kyselině (mléčné, octové). Výrazně odrůdový znak, umožňuje vyselektovat odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny (projeví se při kynutí těsta). Pozitivně koreluje s obsahem N-látek a s objemem pečiva.

Jakostní znaky	Pšenice pekárenská	Pšenice pečivářská
Vlhkost (%)	nejvýše 14,0	nejvýše 14,0
Objemová hmotnost (kg/hl)	nejméně 76,0	nejméně 76,0
Obsah N-látek v sušině (%)	nejméně 11,5	nejvýše 11,5
Zelenyho test (ml)	nejméně 30	nejvýše 25
Číslo poklesu (s)	nejméně 220	nejméně 220
Příměsi a nečistoty celkem (%), z toho:		
- zlomky zrn (%)	nejvýše 6,0	nejvýše 6,0
- zrnové příměsi, z toho:	nejvýše 3,0	nejvýše 3,0
- tepelně poškozená zrna (%)	nejvýše 5,0	nejvýše 5,0
- porostlá zrna (%)	nejvýše 0,5	nejvýše 0,5
- nečistoty celkem (%), z toho:	nejvýše 2,5	nejvýše 2,5
- tepelně poškozená zrna (%)	nejvýše 0,5	nejvýše 0,5
	nejvýše 0,05	nejvýše 0,05

Tab. 6: Hodnoty jakostních parametrů pšenice potravinářské⁴⁴

Pšenice pekárenská - určená na výrobu kynutých těst.

Pšenice pečivářská - určená na výrobu oplatkových a sušenkových těst.⁴⁵

⁴⁴ Norma ČSN 46 1100-2

⁴⁵ *Hodnocení jakosti pšenice* [online]. [cit 2006-12-09]. Dostupné z URL: <http://old.mendelu.cz/~upsr/prezentace/obilniny/contents/hod_jak_ps.html>.

6. Metodika

6.1 Laboratorní rozbory vzorků pšenice

Stanovení vlhkosti

Vlhkost jsem určila na vlhkoměru Dickey John Gac 2000, kde je od výrobce navolena a zkalibrována pšenice ozimá.

Stanovení objemové hmotnosti a dusíkatých látek

Vzorek se nasype do kyvety a vloží se do přístroje Cropscan 2000B, kde je od výrobce navolena a zkalibrována pšenice ozimá.

Stanovení čísla poklesu

Laboratorní vzorek, zbavený příměsí a nečistot, se pošrotuje na laboratorním mlýnku VM7 se sítím 0,500 mm. Vzorek se promíchá tak, aby neobsahoval drobné hrudky šrotu. Před samotným šrotováním se stanoví obsah vlhkosti. Navážka vzorku s přesností na 0,05 g je závislá na vlhkosti.

vlhkost v %	,0	,2	,4	,6	,8
9	6,40	6,45	6,45	6,45	6,50
10	6,50	6,55	6,55	6,55	6,60
11	6,60	6,60	6,65	6,65	6,70
12	6,70	6,70	6,75	6,75	6,80
13	6,80	6,80	6,85	6,85	6,90
14	6,90	6,90	6,95	6,95	7,00
15	7,00	7,00	7,05	7,05	7,10
16	7,10	7,15	7,15	7,15	7,20
17	7,20	7,25	7,25	7,30	7,30
18	7,30	7,35	7,35	7,40	7,40

g
r
a
m
y

Tab. 7: Navážka vzorku závislá na vlhkosti v gramech

Vodní lázeň přístroje Falling 1400 se naplní destilovanou vodou, přivede se k varu a během celé zkoušky se udržuje v intenzivním varu. Zkušební vzorek se přesype do viskozimetrické zkumavky a přidá se 25 ml destilované vody. Zkumavka se ihned ucpe gumovou zátkou a intenzivně se v ruce protřepe, asi dvacetkrát tak, aby se vytvořila homogenní suspenze. Zátka se vyjme a do zkumavky se vloží míchadlo, kterým se do suspenze setřou částičky ulpěné na stěnách zkumavky. Zkumavka s míchadlem se vloží do otvoru držáku ve vroucí vodní lázni. Jakmile se zkumavka dotkne falešného dna vodní lázně, zapne se automaticky počítadlo. Přesně 5 sekund

po vložení zkumavky do lázně se začne suspenze promíchávat rychlostí 120 zdvihů za 1 minutu. Po 59 sekundách se míchadlo zastaví v horní poloze, přičemž se spodní zarážka dotýká ebonitové zátky, která je jištěna ve zkumavce otočnou úchytkou. V 60. sekundě od sepnutí automatického počítadla se uvolní míchadlo. Počítadlo se zastaví v okamžiku, kdy se spodní okraj míchadla dotkne dna zkumavky a zároveň se ozve zvukové znamení. Na automatickém počítadle se odečte celkový čas v sekundách. Tato doba tj. od ponoření viskozimetrické zkumavky do vodní lázně až do okamžiku, kdy se spodní okraj míchadla dotkne dna zkumavky, vyjadřuje číslo poklesu neboli „pádové číslo“. Doba míchání je tedy zahrnuta v čísle poklesu.⁴⁶

Stanovení sedimentačního indexu – Zelenyho test

Sedimentační index je číslo udávající v milimetrech objem sedimentu, který vznikne za specifických podmínek ze suspenze zkoušené mouky, připravené z pšenice, v roztoku kyseliny mléčné.

Laboratorní vzorek, zbavený příměsí a nečistot, se pomele na laboratorním čtyřválcovém mlýnku SK a získaný produkt se proseje pomocí laboratorního prosévadla Swing 150 po dobu 5 minut na 150 otáček. Po prosetí se získaná mouka důkladně promíchá a s přesností na 0,05 g se váží dle následující tabulky.

⁴⁶ Norma ČSN ISO 3093 (46 1018) Obiloviny-stanovení čísla poklesu

vlhkost v %	navážka v g	vlhkost v %	navážka v g	vlhkost v %	navážka v g	vlhkost v %	navážka v g
6,0	2,93	8,8	3,02	11,6	3,11	14,4	3,21
6,1	2,93	8,9	3,02	11,7	3,12	14,5	3,22
6,2	2,93	9,0	3,02	11,8	3,12	14,6	3,22
6,3	2,94	9,1	3,03	11,9	3,12	14,7	3,23
6,4	2,94	9,2	3,03	12,0	3,13	14,8	3,23
6,5	2,94	9,3	3,03	12,1	3,13	14,9	3,23
6,6	2,95	9,4	3,04	12,2	3,13	15,0	3,24
6,7	2,95	9,5	3,04	12,3	3,14	15,1	3,24
6,8	2,95	9,6	3,04	12,4	3,14	15,2	3,25
6,9	2,96	9,7	3,05	12,5	3,15	15,3	3,25
7,0	2,96	9,8	3,05	12,6	3,15	15,4	3,25
7,1	2,96	9,9	3,05	12,7	3,15	15,5	3,26
7,2	2,97	10,0	3,06	12,8	3,16	15,6	3,26
7,3	2,97	10,1	3,06	12,9	3,16	15,7	3,26
7,4	2,97	10,2	3,06	13,0	3,16	15,8	3,27
7,5	2,98	10,3	3,07	13,1	3,17	15,9	3,27
7,6	2,98	10,4	3,07	13,2	3,17	16,0	3,28
7,7	2,98	10,5	3,07	13,3	3,17	16,1	3,28
7,8	2,98	10,6	3,08	13,4	3,18	16,2	3,28
7,9	2,99	10,7	3,08	13,5	3,18	16,3	3,29
8,0	2,99	10,8	3,09	13,6	3,19	16,4	3,29
8,1	2,99	10,9	3,09	13,7	3,19	16,5	3,30
8,2	3,00	11,0	3,09	13,8	3,19	16,6	3,30
8,3	3,00	11,1	3,10	13,9	3,20	16,7	3,30
8,4	3,00	11,2	3,10	14,0	3,20	16,8	3,31
8,5	3,01	11,3	3,10	14,1	3,20	16,9	3,31
8,6	3,01	11,4	3,11	14,2	3,21	17,0	3,32
8,7	3,01	11,5	3,11	14,3	3,21	17,1	3,32

Tab. 8: Navážka mouky závislá na vlhkosti v gramech

Do odměrného válce s 50 ml roztoku bromfenolové modři (v 1 000 ml vody se rozpustí 4 mg bromfenolové modři) se nasype odvážený vzorek, válec se uzavře zátkou a ve vodorovné poloze se válcem pohybuje, aby se mouka promíchala s roztokem bromfenolové modři. Válec se uchytí na upínací desku SDS-test přístroje, na kterém se zvolí režim „kývání“ a spustí se. Po 5 min se zastaví, do válce se přidá 25 ml zkušební roztoku (180 ml zředěného roztoku kyseliny mléčné s 200 ml propan-2-olu a doplní se vodou na 1 000 ml) a přístroj se opět spustí. Po uplynutí celkové doby 10 min. se válec vyjme a postaví do vzpřímené polohy. Obsah válce se ponechá stát po dobu 5 minut a poté se odečte objem sedimentu. Výsledek se uvádí v celých číslech.⁴⁷

⁴⁷ Norma ČSN ISO 5529 (46 1022) Pšenice-stanovení sedimentačního indexu – Zeleného test

6.2 Statistické vyhodnocení rozborů

U výsledků rozborů byla vypočítána směrodatná odchylka, která je mírou měnivosti čili rozptylu hodnot náhodné veličiny kolem průměru.⁴⁸ Viz Tab. 11 a Tab. 12. Dále byl proveden parametrický test, který vychází z jistých předpokladů o rozdělení náhodných veličin. Konkrétně šlo o t-test rovnosti průměrů dvou nezávislých vzorků. První skupinou byla pšenice konvenční a druhou pšenice ekologická. Viz Tab. 13. Dalším testem byl neparametrický test, který žádné předpoklady nepotřebuje (stačí mu splnění poměrně obecných podmínek) a je tudíž možno ho použít i pro data z výrazně nenormálních datových souborů. V našem případě byl použit Mann-Whitneyův U-test, který je neparametrickým ekvivalentem parametrického t-testu.⁴⁹ Hladina významnosti byla 5 % (0,05). T-test je tedy jemnější statistikou, ale z výsledků vidíme, že rozdílů bylo docíleno u stejných parametrů oběma testy. Hodnoty, kde byl zjištěn rozdíl jsou zvýrazněny červeně. Viz Tab. 14 a Tab. 15.

V roce 2006 byl získán pouze jeden vzorek pšenice, který odpovídal parametrům potravinářské pšenice. Tento stav byl zapříčiněn vysokou porostlostí pšenic (kvůli porostlosti nevycházelo číslo poklesu) díky velkým deštům před sklizní (přelom července a srpna). Proto pro rok 2006 nebyl Mann-Whitneyův U-test proveden.

Pro lepší přehlednost výsledků byly sestrojeny grafy. Viz Grafy 1-10.

6.3 Zhodnocení výsledků

Odlišnosti ve vlhkosti nelze připisovat rozdílům mezi konvenčním a ekologickým hospodařením. Rozdíly jsou dány klimatickými podmínkami během sklizně a také možností sušení před dovozem do výkupu. Optimální vlhkost je 13,5-14,5 %.

Rozdíl v obsahu dusíku je 1,3 % ve prospěch konvenční produkce, což je zřejmě zapříčiněno minerálním hnojením v konvenčním zemědělství. Nahromaděný dusík ohrožuje zdraví lidí, proto je obsah dusíku v potravinách velmi důležitým faktorem.

⁴⁸ Brázdil, R. a kol: Statistické metody v geografii: Cvičení. Masarykova univerzita v Brně, Brno, 1995, str. 65.

⁴⁹ *TCalcStats 2.0 - AMIGA REVIEW* [online]. © ATLANTIDA Publishing [cit 2007-04-29]. Dostupné z URL: <<http://amigareview.amiga.sk/amiga-review-44/tcalcstats>>.

Objemová hmotnost je velmi ovlivněna procentem příměsí a nečistot v době měření. Velký obsah příměsí a nečistot snižuje objemovou hmotnost, ale po vyčištění (přebrání vzorku) má hodnotu vyšší. Pro potravinářskou jakost je nutná hodnota 760 g/l (76 kg/hl).

Číslo poklesu je výrazně ovlivněné odrůdou a klimatickými podmínkami před sklizní. Vysoká porostlost zrna způsobuje nízké číslo poklesu a tedy nemožnost potravinářské jakosti. Pádové číslo musí mít hodnotu alespoň 220. Ale na druhou stranu vysoké pádové číslo (asi 380) už není vhodné pro pekařskou kvalitu. Zjištěné rozdíly u tohoto parametru jsou zanedbatelné.

Nemyslím si, že by vyšší hodnoty Zeleného testu u konvenční pšenice v roce 2004 byly ovlivněny způsobem hospodaření. V ostatních letech tomu tak není, proto si myslím, že se jedná o náhodný výsledek.

Vzhledem k poměrně malému počtu vzorků, různým odrůdám (Alana, Alka, Ebi) a také rozmanitosti lokalit⁵⁰ nelze brát tyto výsledky jako určující, mohou však napomoci k odhalení jistých zákonitostí.

Parametrickým t-testem byly zjištěny významnější rozdíly u vlhkosti, dusíkatých látek, objemové hmotnosti a Zeleného testu. Neparametrickým Mann-Whitneyův U-testem byly v roce 2004 zjištěny rozdíly ve vlhkosti, dusíkatých látkách a Zeleného testu. V roce 2005 ještě navíc u vlhkosti.

Fuzariózní zrna nebyla u žádného vzorku detekována.

⁵⁰ Konvenční pšenice byla získána z oblasti Letovic (Jihomoravský kraj), Pohořelic (Jihomoravský kraj), Budětska (Olomoucký kraj) a dalších. Ekologická pšenice pocházela z Pitína (Zlínský kraj), Mackovic (Jihomoravský kraj), Myjavy (západní Slovensko) a dalších oblastí.

Rok	Vlhkost (%)	N-látky (%)	Objemová hmotnost (g/l)	Číslo poklesu (s)	Zeleného test (ml)
2004	14,9	13,1	821	250	53
2004	13,5	12,7	816	270	72
2004	15,0	13,2	823	346	62
2004	14,6	13,2	833	338	63
2004	12,3	12,0	848	320	45
2004	12,0	13,2	842	275	56
2004	13,6	12,1	838	350	67
2004	14,2	12,5	821	341	55
2004	14,2	12,7	840	260	70
2004	16,5	12,5	796	260	55
2004	13,2	13,3	833	298	65
2004	12,8	12,7	819	349	62
2004	11,8	12,0	804	323	62
2004	11,9	13,1	826	314	65
2004	14,1	12,6	823	326	68
2004	12,9	12,0	842	299	70
2004	13,5	12,8	848	351	65
2005	14,1	12,2	834	361	38
2005	15,1	13,5	784	329	46
2005	13,7	13,2	782	282	48
2005	14,4	13,9	795	256	48
2005	15,3	13,7	790	270	57
2005	17,9	13,2	780	281	50
2005	14,7	12,6	791	257	40
2006	15,9	14,0	766	87	62
2006	14,7	11,3	763	125	26
2006	13,4	13,6	742	62	49
2006	13,4	13,2	817	271	31
2006	13,6	13,3	818	302	32
2006	12,3	13,1	824	346	38
2006	12,2	12,9	818	254	38
2006	13,5	12,4	800	181	27
2006	13,0	12,5	795	325	27

Tab. 9: Výsledky rozborů konvenční pšenice v letech 2004 – 2006

Rok	Vlhkost (%)	N-látky (%)	Objemová hmotnost (g/l)	Číslo poklesu (s)	Zeleného test (ml)
2004	14,5	13,5	810	334	50
2004	12,9	10,7	807	291	30
2004	14,6	11,5	775	352	31
2004	12,4	12,6	816	269	33
2004	12,6	12,5	834	246	37
2004	12,5	12,3	823	246	36
2004	12,1	10,9	770	280	21
2004	12,0	10,4	758	258	31
2005	14,0	12,8	782	245	47
2005	12,5	10,2	780	311	32
2005	12,3	10,2	793	333	27
2005	12,2	9,9	764	281	30
2005	11,9	10,3	746	328	28
2005	12,9	12,4	780	222	42
2005	12,9	12,7	780	241	44
2005	12,8	12,6	768	192	42
2005	12,1	12,5	760	324	38
2006	13,5	10,5	801	303	29

Tab. 10: Výsledky rozborů ekologické pšenice v letech 2004 – 2006

Proměnná	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Směrodatná odchylka
VL	33	13,9	11,8	17,9	1,4
NL	33	12,9	11,3	14,0	0,6
OH	33	811,3	742,0	848,0	26,3
ČP	33	280,6	62,0	361,0	73,3
ZEL	33	51,9	26,0	72,0	13,9

Tab. 11: Popisné charakteristiky konvenční pšenice z let 2004 – 2006

Proměnná	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Směrodatná odchylka
VL	18	12,8	11,9	14,6	0,8
NL	18	11,6	9,9	13,5	1,2
OH	18	785,6	746	834	24,6
ČP	18	280,9	192	352	44,1
ZEL	18	34,9	21	50	7,6

Tab. 12: Popisné charakteristiky ekologické pšenice z let 2004 – 2006

Proměnná	Průměr konven.	Průměr ekolog.	t	sv	p	Počet konven.	Počet ekolog.
VL	13,9	12,8	3,031	49	0,004	33	18
NL	12,9	11,6	5,128	49	0,000	33	18
OH	811,3	785,9	3,360	49	0,002	33	18
ČP	280,6	280,9	-0,017	49	0,987	33	18
ZEL	51,9	34,9	4,768	49	0,000	33	18

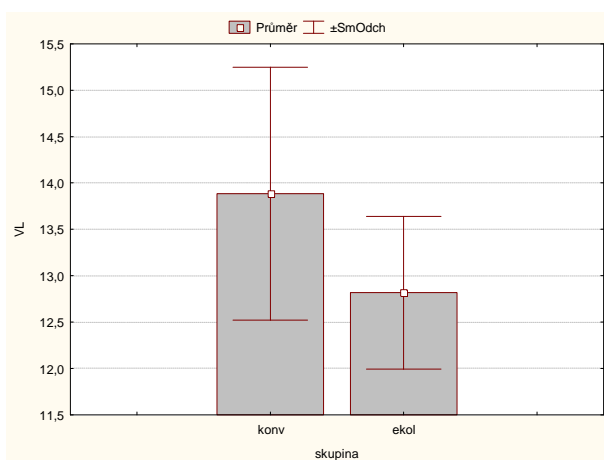
Tab. 13: Parametrický t-test na vzorcích pšenice z ekologické a konvenční produkce z let 2004 – 2006

Proměnná	Sčt poř. konven.	Sčt poř. ekolog.	U	Z	Úroveň p	Počet konven.	Počet ekolog.
VL	239,5	85,50	49,50	1,078	0,281	17	8
NL	256,5	68,50	32,50	2,068	0,039	17	8
OH	264,5	60,50	24,50	2,534	0,011	17	8
ČP	247,0	78,00	42,00	1,515	0,130	17	8
ZEL	288,0	37,00	1,00	3,903	0,000	17	8

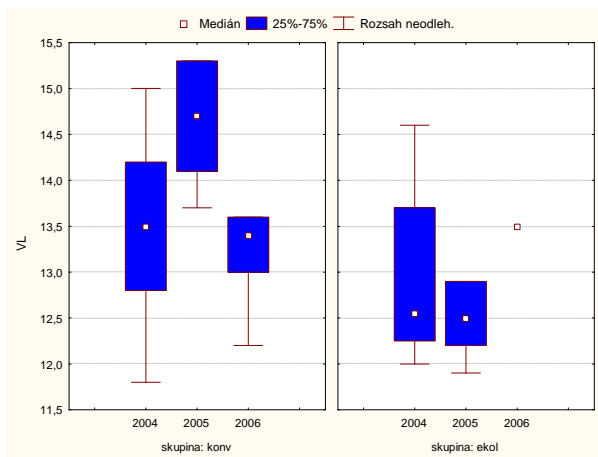
Tab. 14: Neparametrický Mann-Whitneyův U-test na vzorcích pšenice v roce 2004

Proměnná	Sčt poř. konven.	Sčt poř. ekolog.	U	Z	Úroveň p	Počet konven.	Počet ekolog.
VL	90,00	46,00	1,00	3,228	0,001	7	9
NL	83,50	52,50	7,50	2,540	0,011	7	9
OH	83,00	53,00	8,00	2,488	0,013	7	9
ČP	66,50	69,50	24,50	0,741	0,459	7	9
ZEL	81,50	54,50	9,50	2,329	0,020	7	9

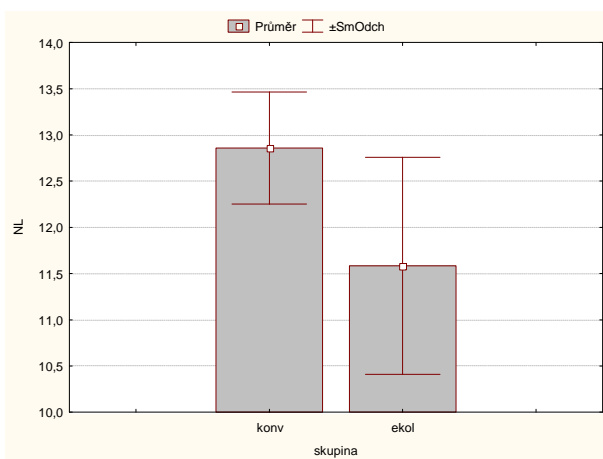
Tab. 15: Neparametrický Mann-Whitneyův U-test na vzorcích pšenice v roce 2005



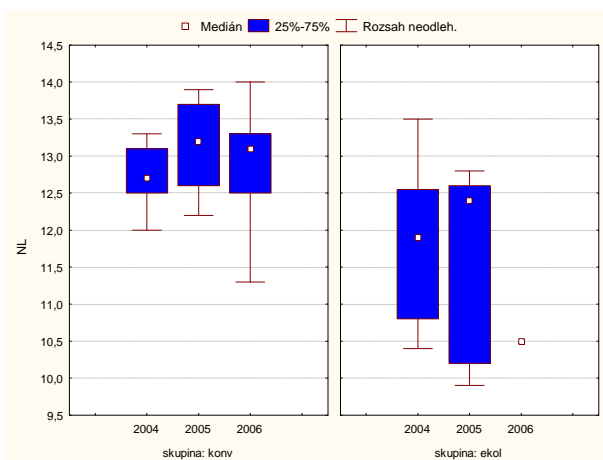
Graf 1: Rozdíly ve vlhkostech konvenční a ekologické pšenice v letech 2004 – 2006



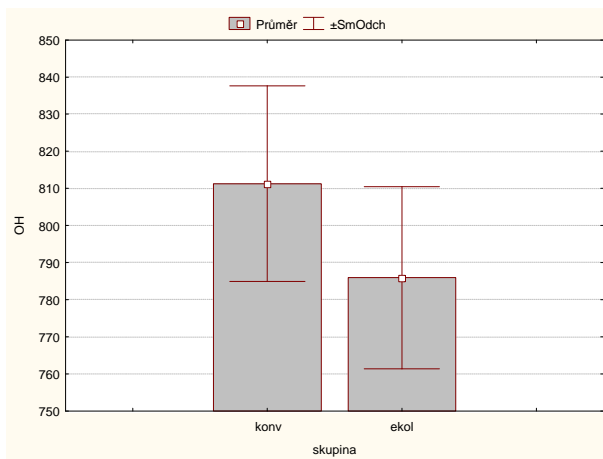
Graf 2: Porovnání vlhkosti konvenční a ekologické pšenice v jednotlivých letech



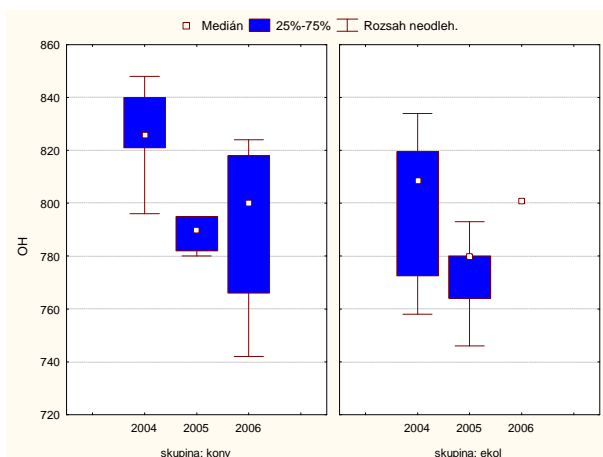
Graf 3: Rozdíly v N-látkách konvenční a ekologické pšenice v letech 2004 – 2006



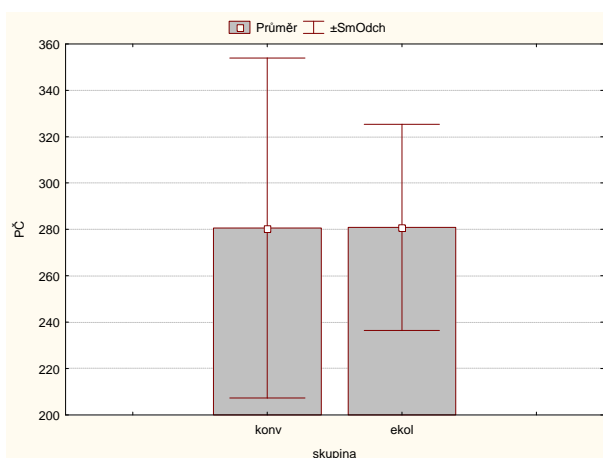
Graf 4: Porovnání obsahu N-látek konvenční a ekologické pšenice v jednotlivých letech



Graf 5: Rozdíly v objemové hmotnosti konvenční a ekologické pšenice v letech 2004 – 2006



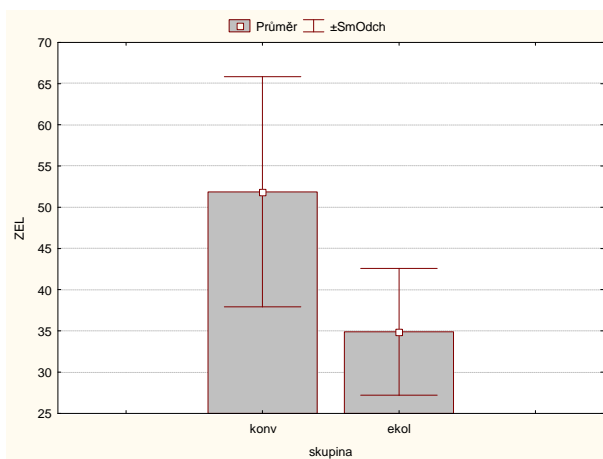
Graf 6: Porovnání objemové hmotnosti konvenční a ekologické pšenice v jednotlivých letech



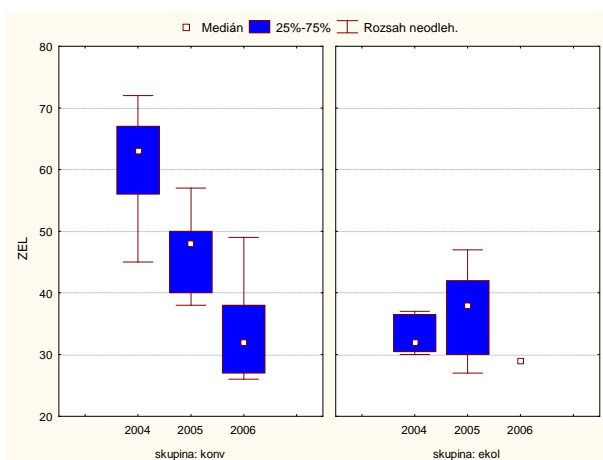
Graf 7: Rozdíly v čísle poklesu konvenční a ekologické pšenice v letech 2004 – 2006



Graf 8: Porovnání čísla poklesu konvenční a ekologické pšenice v jednotlivých letech



Graf 9: Rozdíly v hodnotách Zelenyho testu konvenční a ekologické pšenice v letech 2004 – 2006



Graf 10: Porovnání hodnot Zelenyho testu konvenční a ekologické pšenice v jednotlivých letech

7. Závěr

Ekologické zemědělství je systém, který dbá na životní prostředí a upřednostňuje kvalitu před kvantitou. Upravuje ho zákon č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství.

Zájem spotřebitelů o biopotraviny v ČR a v dalších vyspělých zemích neustále roste. Jeden z hlavních argumentů zastánců ekologických potravin je jejich pozitivní přínos na zdraví člověka. Přestože regulační a kontrolní systém výroby těchto potravin je na mezinárodní úrovni dobře ošetřen, stále nemáme dostatek údajů pro posouzení vztahů mezi obsahem biologicky aktivních sloučenin v ekologických potravinách a jejich možnými zdravotními riziky.⁵¹

Často se právě ekologickému zemědělství přisuzuje větší riziko kontaminace mykotoxiny (jedovaté chemické látky produkované určitými plísněmi) z důvodu nepoužívání fungicidů. Je však známo, že ani tyto chemikálie tvorbě mykotoxinů nezabrání. Zvýšený výskyt mykotoxinů v potravinách či krmivech způsobuje akutní nebo chronické poškození zdraví. Faktory ovlivňující obsah mykotoxinů v obilovinách jsou genotyp, osivo, ročník a stanoviště, agrotechnika a skladování.

Z provedených rozborů je zřejmé, že obsah dusíku je nižší v ekologicky pěstované pšenici vlivem nepoužívání dusíkatých hnojiv. Vysoký obsah dusíku může ohrožovat zdraví lidí.

Podle mého názoru tato problematika jistě zasluhuje většího zájmu jak v oblasti výzkumu, tak v povědomí lidí, neboť zdravé potraviny (a také množství a struktura potravinářských aditiv) jsou jednou z věcí, která se týká dennodenně každého z nás.

⁵¹ Hajšlová, J., Schulzová, V.: *Hodnocení bezpečnosti produktů konvenčního a ekologického zemědělství* [online]. Dostupné z URL: http://www.agronavigator.cz/attachments/Bioakademie_2005.pdf.

8. Summary

Title - The comparison of winter wheat quality parameters in the conventional and ecological agriculture.

Ecological agriculture is a system that respects an environment and qualities are preferred to the quantities. It is edited by law No. 242/2000 Sb. of ecological agriculture.

The higher risk of mycotoxin contamination is frequently assigned to the ecological agriculture because antifungal agents are not applied. But the fact is that fungicides do not prevent from mycotoxins presence. Increased mycotoxin occurrence in food or feed takes harmful effect on health.

As a result from made analysis, the nitrogen content is obviously lower in ecologically grown wheat thanks to using of nitrogen-free fertilizers. High nitrogen occurrence in cereals (and food in general) may cause health problems.

Key words - winter wheat, conventional agriculture, ecological agriculture, mycotoxins, *Fusarium*

9. Seznam použité literatury

Seznam publikací:

Aubert, C.: Organischer Landbau. Ulmer Stuttgart, 1977, 247 str.

Brázdil, R. a kol.: Statistické metody v geografii: Cvičení. Masarykova univerzita v Brně, Brno, 1995, 177 str.

Cook, R. J.: Fusarium diseases of wheat and other small grains in North America. In: Fusarium diseases, Biology and taxonomy. P. E. Nelson, T. A. Toussoun, eds. Pennsylvania State University Press, University Park, 1981.

Drastichová, K.: Faktory ovlivňující mykotoxikologickou kvalitu ovsa (disertační práce). JČU v Českých Budějovicích, 2004, 53 str.

Duthie, J. A.: Fusarium species from seed of winter wheat in eastern Canada. Can. J. Plant. Pathol., 1986, str. 282 – 288.

Hruška, L. a kol.: Rostlinná výroba I. pro PEF. VŠ Zemědělská v Brně, Brno, 1980, 238 str.

Hýsek, J.: Mykotoxiny hub rodu Fusarium na ječmeni a pšenici a ochrana proti nim. Závěrečná zpráva ke grantu NAZV QC 0069, 2003, 42 str.

Jesenská, Z. : Mikroskopické houby v požívatínách a v krmivách. Alfa Bratislava, 1987, 319 str.

Lampkin, N.: Organic farming. Farming Press Books. U. K., 1990, 701 str.

Magan, N., Lacey, J.: Waterrelations of some Fusarium species from infected wheat ears and grain. Trans. Br. Mycol. Soc., 1984, str. 281 – 285.

Nátr, L.: Modelování vlivu vnějších faktorů na produktivitu rostlin. In : Sborník: „Programování výnosů“ ČSVTS Praha, AK Tachov, Mariánské Lázně, 1989, 54 str.

Pelikán, M., Suková, M.: Hodnocení a využití rostlinných produktů (Návody na cvičení). JU ZF České Budějovice, 1998, 173 str.

Petr, J., Dlouhý, J. a kol.: Ekologické zemědělství. Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992, 312 str.

Prokinová, E.: Porovnání zdravotního stavu ozimé pšenice při pěstování konvenčním a alternativním způsobem. Agro 7, 1999, str. 4 – 7.

Saur, L.: Recherche de gènes de résistance à la fusariose In: Mycotoxins in Grain Compounds Other than Aflatoxin. J. D. Miller and H. L. Trenholm, eds. Eagan Press, St. Paul, MN, 1991, str. 37– 58.

Scott, P. M.: The natural occurrence of trichothecenes. In: Mycotoxins in Grain Compounds Other than Aflatoxin. J. D. Miller and H. L. Trenholm, eds. Eagan Press, St. Paul, MN, 1989, str. 37 – 58.

Steiner, R.: Zemědělský kurz. Kosmické a terestrické podmínky zdravého zemědělství. PRO-BIO Šumperk, překlad 1998, 152 str.

Šarapatka, B., Velimirov, A.: Sborník abstraktů 6. evropské letní akademie ekologického zemědělství: Přidatné látky v konvenčních potravinách a bioproduktech, jejich možný dopad na zdraví. Syrový, V., PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Olomouc, 2006, 99 str.

Teich, A. H.: Epidemiology of wheat (*Triticum aestivum* L.) scab caused by *Fusarium* species. In: *Fusarium* toxins, Amsterdam, 1989, str. 269 – 282.

Tvarůžek, L.: Ochrana pšenice ozimé proti houbovým podmínkám v oblasti Hané. *Agro* 5, 2002, str. 47 – 50.

Urban, J., Šarapatka, B. a kol: Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). MŽP ČR, Praha, 2003, 267 str.

Váňová, M., Tvarůžek, L., Hrabalová, H.: Reaction of winter wheat varieties to *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* in field infection trials and the efficacy of fungicides. *Plant Protection Science*, 2001, str. 37.

Vergner, I., Barták, R. J.: Základy alternativního zemědělství. MZe ČR, 1991, 101 str.

Vogt, G.: Entstehung und Entwicklung des ökologischen Landbaus. Stiftung Ökologie & Landbau, 2000, 399 str.

Elektronické zdroje:

eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL: <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=47848>>.

eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL: <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=16327>>.

eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL: <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ch=24&typ=1&val=53185&ids=973>>.

eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL: <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ch=24&typ=1&val=17618&ids=253>>.

eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL: <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=41933>>.

eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL: <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=16956>>.

eFractal, s. r. o.: Ekologické zemědělství [online]. © Agronavigátor ÚZPI 2006 [cit. 2007-02-04]. Dostupné z URL: <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=99&typ=1&val=16957>>.

Hajšlová, J., Schulzová, V.: Hodnocení bezpečnosti produktů konvenčního a ekologického zemědělství [online]. Dostupné z URL: <http://www.agronavigator.cz/attachments/Bioakademie_2005.pdf>.

Helga Willer: Organic Agricultural Land and Farms in Europe [online]. © Research Institute of Organic Agriculture FiBL, poslední aktualizace [2007-03-08], [cit. 2007-04-10]. Dostupné z URL: <http://www.organic-europe.net/europe_eu/statistics-europe.htm>.

Hodnocení jakosti pšenice [online]. [cit 2006-12-09]. Dostupné z URL: <http://old.mendelu.cz/~upsr/prezentace/obilniny/contents/hod_jak_ps.html>.

Hutař, J.: Pšenice setá [online]. © PRO-BIO 2005 [cit 2007-02-13]. Dostupné z URL: <<http://www.probio.cz/vyrobky/psenice-seta.htm>>.

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 grains [online]. © 2004 Elsevier Ireland Ltd. [cit 2007-04-30]. Dostupné z URL: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=570485801&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=4860050c4c743a6ce432680a9e7b85e7>.

Ministerstvo zemědělství České republiky: Statistika_k_31.12.2006-celkova [online]. [cit. 2007-04-10]. Dostupné z URL: <<http://www.mze.cz/Index.aspx?deploy=539&typ=2&ch=73&ids=539&val=539>>.

Prezentace obilniny: Odrůda-Pšenice setá [online]. [cit 2007-04-29]. Dostupné z URL: <<http://old.mendelu.cz/~upsr/prezentace/obilniny/>>.

PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců ČR [online]. poslední aktualizace [2006-04-03], [cit. 2007-04-13]. Dostupné z URL: <<http://www.pro-bio.cz/cesky.htm>>.

TCalcStats 2.0 - AMIGA REVIEW [online]. © ATLANTIDA Publishing [cit 2007-04-29]. Dostupné z URL: <<http://amigareview.amiga.sk/amiga-review-44/tcalcstats>>.

www.epravo.cz [online]. © epravo.cz, a.s. 1999-2006 [cit. 2007-04-14]. Dostupné z URL: <http://www.epravo.cz/tisk_sbirka.php3?clanek=1384>.

Normy:

ČSN 46 1100-2

ČSN ISO 3093 (46 1018) Obiloviny-stanovení čísla poklesu

ČSN ISO 5529 (46 1022) Pšenice-stanovení sedimentačního indexu – Zeleného test

Přílohy



Obr. A: Nelámavý klas pšenice seté⁵²



Obr. B: Plevy pšenice seté⁵²



Obr. C: Obilky pšenice seté (nahé, buclaté, na průřezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protější straně ochmýřené)⁵²



Obr. D: Klas pšenice napadený fuzariózou⁵³

⁵² *Prezentace obilniny: Odrůda-Pšenice setá* [online]. [cit 2007-04-29]. Dostupné z URL: <<http://old.mendelu.cz/~upsr/prezentace/obilniny/>>.

⁵³ *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 grains* [online]. © 2004 Elsevier Ireland Ltd. [cit 2007-04-30]. Dostupné z URL:

<http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=570485801&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=4860050c4c743a6ce432680a9e7b85e7>.



Obr. E: Obilky napadené fuzariózou (růžové zbarvení)