



VĚDECKÝ VÝBOR FYTOSANITÁRNÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

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

Název dokumentu:

**Stabilita výnosů a druhová diverzita
pěstovaných plodin na území ČR
za posledních 80 let minulého století**

Poznámka:

VVF-06-02
Zpracovatel: Prof. Ing. Oldřich Chloupek, DrSc. a kol (MZLU)

OBSAH:

Úvod	3
Materiál a metody	4
Výsledky	5
Stabilita výnosů	5
Druhová diverzita	6
Diskuse	8
Souhrn	9
Literatura	10

Úvod

V průměru za posledních pět let dvacátého století (1996-2000) činila výměra zemědělské půdy v České republice 4 281 tisíc hektarů, z toho 3094 tis. ha (72%) činila orná půda a 643 tis. ha (15%) louky. Na orné půdě se pěstovalo nejvíce pšenice (28%) a píce (25%). Údaje o pícninách na orné půdě jsou publikovány za necelých posledních 50 let; zahrnují odlišné plodiny s převahou jetelovin (jetel luční a vojtěška), jejichž výměra činila většinou kolem 20%. Na 19% orné půdy se pěstoval ječmen, na 9% řepka, na 3% cukrovka, na 2% brambor aj. Plochy řepky na orné půdě však překročily 1 % až v roce 1959 a 2% až v roce 1982.

Cílem této studie je snaha o identifikaci vlivů, působících na stabilitu výnosů a diverzitu plodin, které lze statisticky dostatečně doložit. Jistě by bylo možné hodnocené parametry hodnotit jinými, vhodnějšími parametry, ale k tomu jsme neměli podklady, využili jsme jen oficiálních údajů ČSÚ.

Materiál a metody

K analýzám jsme využili oficiální vládní údaje, publikované ve statistických ročenkách a souhrnně za léta 1918-1997 Českým statistickým úřadem (Czech Statistical Office 1998). V roce 1985 publikoval Federální statistický úřad Historickou statistickou ročenku ČSSR s údaji za období 1945-1983, s vybranými údaji z let 1918-1937. K dispozici jsme však neměli údaje za válečné roky 1938-1945, kdy bylo území obsazeno Německem. Údaje o výnosu odrůd a jejich kvalitě jsou čerpány ze státního odrůdového úřadu (ÚKZÚZ). Od roku 1990 byly k dispozici i každoroční analýzy Ministerstva zemědělství, tzv. Situační a výhledové zprávy k jednotlivým plodinám.

U pšenice převládají ve většině z hodnocených let ozimé odrůdy, u ječmene jarní odrůdy a ve výnosech řepky byl do roku 1990 zahrnut i výnos řepice.

Hodnocení **stability výnosů** plodin bylo hodnoceno v časové řadě. Protože po sobě následují ročníky příznivé a nepříznivé náhodně, lze patrně za míru proměnlivosti mezi ročníky považovat variabilitu uvnitř jakéhokoliv souboru z nich sestaveného. Použili jsme pětiletá období a vyčíslili variační koeficienty (V) mezi 15 pěticemi, vytvořenými za celé sledované období (viz tab. I). Variační koeficient (V) je však relativní mírou proměnlivosti, protože souvisí s výnosovou úrovní ($V = s/x$, kde s je směrodatná odchylka a x je průměrný výnos).

Druhovou (plodinovou) **diverzitu** jsme hodnotili pomocí jejich homogenity - čím bylo homogennější spektrum pěstovaných plodin, tím menší byla jejich diverzita. Tuto homogenitu jsme hodnotili podle podílu ploch tří a pěti nejrozšířenějších druhů plodin.

Dynamiku stability výnosů v čase jsme zhodnotili regresní analýzou. Jako nezávisle proměnná byly použity roky (1920, 1921 atd.), jako závisle proměnná variační koeficient V v uvedených pětících let, jak je patrné z přiložené tabulky I. Obdobně byla hodnocena časová dynamika diverzity plodin, kde byly obdobně jako nezávisle proměnná použity roky, jako závisle proměnná podíl tří, resp. pěti nejrozšířenějších plodin na orné půdě.

Výsledky:

Stabilita výnosů

Výnos bývá v polyfaktoriálních sledováních nejvíce ovlivňován ročníkem, lokalitou a interakcí ročníku s lokalitou. Pak většinou následují ostatní faktory, jako odrůdy, hnojení, agrotechnika, aplikace pesticidů aj. Pořadí se však změní, pokud hodnotíme výsledky pokusů s výrazně kontrastními hladinami faktorů, např. pokud použijeme značně odlišné dávky živin, pak je faktor hnojení výraznější než lokalita a ročník. Protože v naší analýze vycházíme ze stejné lokality (Česká republika), pak se patrně na proměnlivosti výnosů nejvíce podílel z nekontrolovatelných faktorů ročník, tj. především počasí, ale i množství a kvalita vkladů.

Nejvyšší meziročníkovou variabilitu vykázal výnos hroznů (32,5%), máku, jedlých luskovin a stonků lnu (18,5 až 18,3%), následovaný výnosem chmele, brambor, řepky, cukrovky, kukuřice na zrno a sena (16,6; 16,5; 14,5; 14,3; 14,2 a 13,6%) a nejnižší meziročníkovou variabilitu vykázal výnos obilnin, tj. ovsa, ječmene, pšenice, žita a sena z orné půdy (12,0; 11,1; 10,9; 9,7 a 10,4%).

Pomocí variačních koeficientů jsme zjistili, že se u většiny plodin snižovala relativní meziročníková variabilita v průběhu sledovaného období. Snižovala se tedy závislost výnosu na ročníku. Tato souvislost však dosáhla statistické významnosti jen u výnosu pšenice (korelační koeficient v 1. až 15. období a V činil $-0,693^{**}$), žita ($r = -0,686^{**}$), brambor ($-0,635^*$), chmele ($-0,659^*$) a sena z luk ($-0,590^*$). Pomocí regresního koeficientu bylo zjištěno, že se každoročně snižovala meziročníková variabilita u uvedených pěti plodin o 0,68; 0,73; 1,19; 1,50 a 0,96% ročně. Zdá se však, že ke stabilizaci výnosů došlo zejména u plodin s nízkou hodnotou variačního koeficientu V , tj. u plodin, jejichž výnos byl tak jako tak již stabilnější. Proto se např. meziročníková variabilita výnosů máku nevýznamně v průběhu sledovaného období zvyšovala a stejná zůstala u výnosů ovsa (plodiny, jejichž výnos byl ročníkem silně ovlivňován). Patrně to lze vysvětlit neuspokojivou pěstitelskou technologií máku (pesticidy, mechanizace aj.). Oves byl jednou z nejrozšířenějších plodin na začátku sledovaného období s plochami v prvním desetiletí kolem 15% (pro koně), avšak ke konci tohoto období se stal okrajovou plodinou na plochách, nevhodných pro výkonnější plodiny s výměrou 2-3%.

Lze se tedy domnívat, že při vyšších výnosech byla menší závislost na ročníku (zejména na počasí), poněvadž se pěstovaly stále výkonnější odrůdy, většinou používaly vhodné pesticidy, vhodná mechanizace aj. Významnějším plodinám věnují větší pozornost šlechtitelé, výrobci pesticidů a techniky aj. Proto měly významnější plodiny větší výnosovou jistotu.

Druhá diverzita

Druhá diverzita je nepřímo úměrná vysokému zastoupení jakýchkoliv plodin, tj. homogenitě plodin. Tuto homogenitu jsme hodnotili podle podílu ploch nejrozšířenějších tří a pěti druhů (plodin).

Nejrozšířenější skupinou byly v celém sledovaném období, s výjimkou let 1997 - 2000, pícniny na orné půdě, jejichž výměra činila 17-34% (tab. II). Nejvíce jich bylo v letech 1980 - 1993, což asi bylo vyvoláno vysokou potřebou píce, vysokými stavy dobytka a vysokou spotřebou potravin živočišného původu (např. v letech 1983 - 1990 přesáhla výroba mléka z 1 ha 1 tisíc litrů).

II. Pět nejrozšířenějších plodin na orné půdě (%) v desetiletích 1920 - 2000

Desetiletí	Plodina							
	Pšenice	Žito	Ječmen	Oves	Brambor	Cukrovka	Řepka	Pícniny na orné půdě
1920 -1929	-	17,8	9,6	15,6	10,6	-	-	22,5
1930 - 1939	12,7	20,4	-	15,5	12,6	-	-	18,0
1940 - 1949	13,7	16,1	-	13,5	11,2	-	-	23,4
1950 - 1959	12,9	12,2	-	12,1	13,2	-	-	23,2
1960 - 1969	16,1	9,6	11,7	9,8	-	-	-	29,8
1970 - 1979	24,0	-	17,9	6,2	11,6	-	-	29,8
1980 - 1989	23,8	3,9	19,0	-	-	4,3	-	32,1
1990 - 2000	26,8	-	18,9	-	-	3,1	7,0	28,3

Od dvacátých let až do konce čtyřicátých let převažovaly na orné půdě plochy píce, žita a oves, tj. krmných plodin (píce pro čerstvou píci a na seno, oves pro koně) a chlebového obilí. Tehdy převažoval žitný chléb.

Od padesátých let vedle píce na orné půdě převažovaly brambory (10-15%, patrně pro samozásobitelskou funkci při nedostatku potravin v obchodě) a pšenice. Od šedesátých let převládaly vedle píce a pšenice i ječmen, což svědčí o zlepšeném zásobování potravinami. Plochy pšenice překročily 20% a plochy ječmene 15% od sedmdesátých let; koncem devadesátých let překročily plochy pšenice 30%.

Součet podílu tří nejrozšířenějších plodin se do r. 1966 pohyboval v rozmezí 48-57%. Pak se však začal zvyšovat a v roce 1973 již dosáhl 70%, v letech 1986-1994 přesáhl dokonce 75%. Obdobný trend byl zjištěn i při hodnocení zastoupení pěti nejrozšířenějších plodin. Od začátku sledovaného období do roku 1968 se pohybovalo v rozmezí 70-80%, pak se však zvyšovalo a ke konci devadesátých let se blížilo k 85%.

Snižování plodinové diverzity lze potvrdit statisticky. Korelace mezi podílem tří nejrozšířenějších plodin s časem charakterizuje korelační koeficient $r = +0,843^{**}$ (s podílem pěti nejrozšířenějších plodin $r = +0,739^{**}$). Pomocí regresního koeficientu lze doložit, že se každoročně zvyšoval podíl tří nejrozšířenějších plodin o 0,41% (podíl pěti nejrozšířenějších plodin o 0,14%). Uvedené hodnoty jsou statisticky vysoce významné.

Diskuse

U ozimé pšenice v Německu zjistil Fischbeck (1999) po eliminaci vlivu počasí pomocí klouzavých průměrů, že v průběhu sledovaného období došlo ke klesání variačních koeficientů. To vysvětlil zvyšováním jistoty výnosů vlivem zlepšujících pěstitelských opatření. Obdobné výsledky jsme zjistili i my nejen u pšenice, ale i u žita, brambor, chmele a sena z luk.

Pro hodnocení systémů hospodaření bylo navrženo sedm parametrů (Bockstaller et al., 1997): Diverzita mezi plodinami, střídání plodin, aplikace pesticidů, dusíku, fosforu, organické hmoty a závlahy. Vliv diverzity plodin studoval např. Bailey et al. (2000). Změna rotací s převahou obilnin za pestřejší rotace se širokolistými plodinami vedla ke zvýšení výnosů obilnin. Plodinová diverzita způsobila mírné snížení herbivorní populace (Tonhasca and Byrne, 1994). Agronomie v České republice tedy může být považována z tohoto hlediska v posledních letech za méně trvale udržitelnou ve srovnání s minulými léty, vzhledem ke snižující se diverzitě pěstovaných plodin. Důležitá je však i diverzita uvnitř plodin, která může být zdrojem rezistence k různým rasám chorob a škůdců. Nebylo však zjištěno její zmenšování u pšenice za posledních 60 let (Donini et al., 2000).

Podíl pěstovaných plodin byl na začátku sledovaného období více ovlivněn potřebou produktů, když byla možnost importu omezená, než později. Vysoký podíl ovsa byl dán potřebou pro koně, žita pro výrobu chleba. Později však rozhodovaly jiné vlivy, jejichž osvětlení bude součástí další studie.

Souhrn

Nejvyšší proměnlivost výnosů v důsledku jednotlivých ročníků prokázala réva vinná (32,5%), mák, jedlé luštěniny a stonky lnu (18,5 - 18,3%), nejnižší proměnlivost obilniny, tj. oves, ječmen, pšenice, žito a seno z orné půdy (9,7 - 12,0%). Mnoho plodin snižovalo proměnlivost výnosů s postupujícím časem, většinou každoročně o 1 %. Diverzita plodin se statisticky významně snižovala během sledovaného období; každoročně se zvýšilo zastoupení tří nejrozšířenějších plodin o 0,41% (zastoupení pěti nejrozšířenějších plodin o 0,14%).

Poděkování:

Autoři děkují panu Doc. Ing. F. Vrkočovi, DrSc., za konzultaci této práce.

Literatura:

1. Bailey, K. L., Johnston, A. M., Kutscher, H. R., Gossen, B. D., Morrall, R. A. A. 2000. Managing crop losses from foliar diseases with fungicides, rotation, and tillage in the Saskatchewan Parkland. *Can. J. Plant Sci.* 80, 169 - 175.
2. Bockstaller, C., Girardin, P., van der Werf, H. M. G. 1997. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. *Eur. J. Agron.* 7, 261 - 270.
3. Donini, P., Law, J. R., Koebner, R. M. D., Reeves, J. C., Cooke, R. J. 2000. Temporal trends in the diversity of UK wheat. *Theor. Appl. Genet.* 100, 912 - 917.
4. Fischbeck, G. 1999. Bedeutung der Resistenzzüchtung in der integrierten Pflanzenproduktion. *Vorträge für Pflanzenzüchtung* 46, 7 - 29.
5. Tonhasca, A., Byrne, D. N. 1994. The effects of crop diversification on herbivorous insects - A metaanalysis approach. *Ecological Entomol.* 19, 239 - 244.