

OVlivňOVÁNÍ FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ EPIPEDONU POVĚTRNOSTNÍMI PODMÍNKAMI

Ing. Eduard Pokorný, AF VŠZ Brno

RNDr. Petr Ponížil, TF VUT Zlín

Ing. Olga Denešová, ACHP Kroměříž

Jitka Podešvová, VÚ Obilnářský Kroměříž

Studium otázky vztahů povětrnostních podmínek a změn půdních vlastností, v našem případě vlastností fyzikálních, vychází z potřeby prohloubení znalostí o vztazích mezi prostředím a pěstovanou rostlinou. Již LAWES a GILBERT v roce 1880 publikovali, že zdánlivá jednoduchost vztahu mezi počasím a výnosem, je iluzorní. V návaznosti na výnosové pokusy, jsou v poslední době (RABBINGE 1986), prováděny analýzy v průběhu vegetačního období, umožňující podrobnější popis základních efektů a následné modelování pomocí diferenciálních rovnic. Důraz je kladen na porozumění důsledkům působících faktorů a ne pouze na jejich strukturální popis.

MATERIÁL A METODY

K posouzení vlivu povětrnosti na fyzikální vlastnosti epipedonů středních černozemí hnědozemních na spraši (Amč - 28 cm, A/Bt/ - 60 cm) na dvou lokalitách okresu Kroměříž (Němčice a Zahnašovice) byly využity výsledky ze stanovišť vedených v rámci agroekologického monitoringu. Sledování probíhalo v letech 1988 - 1993, kdy byly ve vegetační době v měsíčních intervalech odebírány vzorky ornice. Odběrové místo (100 m²) bylo na pozemku stabilní. Za sledované období byl na každém z pozemků odběr proveden 49 krát a stanoveny základní fyzikální vlastnosti pomocí Kopeckého válečků (hloubka 15 - 20 cm) - objemová hmotnost redukována, vlhkost, pórovitost, maximální kapilární vodní kapacita (dle Nováka) a absolutní a minimální vzdušnost. Z porušených půdních vzorků odebíraných v hloubce 0 - 30 cm byly stanoveny vlastnosti chemické - obsah a kvalita humusu, výměnná reakce, kationtová výměnná kapacita, obsah výměnných kationtů (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺) a nitrátová a amonná forma minerálního dusíku.

K hodnocení vzájemných vztahů mezi sledovanými parametry, příp. jejich změn v čase byly vypočteny korelační koeficienty nultého řádu. Oprávněnost jejich užití (ve smyslu přímé závislosti sledovaných veličin, či jejich závislosti na faktoru jiném) a určení pravděpodobné kauzality byla ověřena výpočtem parciálních korelačních koeficientů. Na základě takto získaných výsledků byly vybrané proměnné hodnoceny úsekovou analýzou. K vyjádření ročních dynamik vybraných fyzikálních vlastností bylo užito nelineárních regresí, testovaných korelačním indexem.

Meteorologické údaje byly přebírány ze stanice HMÚ Holešov, která je od lokality Němčice vzdálena 4 km a od lokality Zahnašovice 1 km. Oblast je charakterizována normální roční teplotou 8.42°C a ročním úhrnem srážek 690 mm. Údaje o průměrných ročních teplotách a sumách srážek v letech pozorování uvádí tab. 3.

K hodnocení vzájemných vztahů půdních vlastností a povětrnosti byly použity průměrné teploty a sumy srážek 10 dní před odběrem vzorků.

Lokalita Sledovaná vlastnost	Zahnašovice	Němčice	Průkaznost rozdílu
Vlhkost (%obj.)	27.93	29.66	
Objemová hmotnost redukována (g/cm ³)	1.57	1.50	**
Maximální kapilární kapacita (%)	33.67	35.51	*
Absolutní vzduš.(%)	10.77	10.15	
Minimální vzduš.(%)	4.55	4.50	
Humus (%)	2.62	3.16	**
Kvalita humusu (HK/FK)	0.68	0.96	**
Výměnná reakce (pH/KCl)	6.35	6.76	**
Kationtová výměnná kapacita (mmol/kg)	201.57	244.39	**
Výměnný Ca (mg/kg)	2734.02	3791.74	**
Výměnný Mg (mg/kg)	161.00	233.18	**
Výměnný K (mg/kg)	323.59	233.18	**
Nitrátový N (mg/kg)	7.15	5.32	
Amonný N (mg/kg)	1.73	1.09	

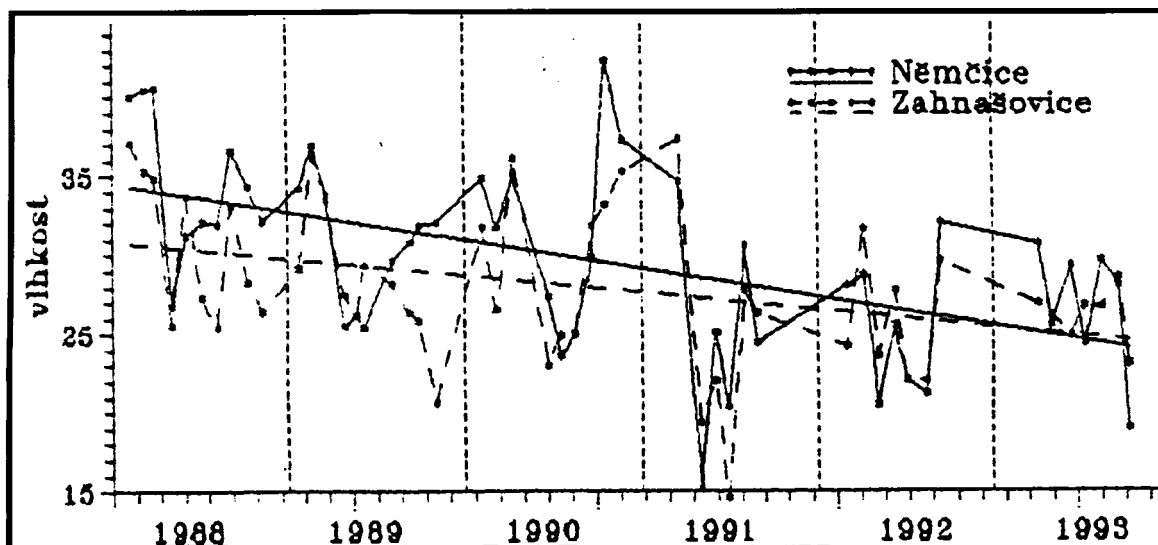
Tab. 1 Průměrné vlastnosti ornice (průměr let 1988 - 1993) dvou sledovaných lokalit a jejich vzájemné srovnání (n = 49)

Rok	Plodina	Výnos (t/ha)	N	Hnojení (kg/ha)		Celkem
				P ₂ O ₅	K ₂ O	
Z a h n a š o v i c e						
1988	pšen. o.	6.4	137	96	50	283
1989	cukrovka*	41.0	90	120	90	300
1990	ječ. j.	6.0	8	24	0	32
1991	pšen. o.	5.8	60	48	57	183
1992	cukrovka*	43.0	112	85	75	272
1993	ječ. j.**	5.5	0	0	0	0
celkem	E _p ***	6.8	67.8	62.2	48.3	178.3
N ě m č i c e						
1988	pšen. o.	6.2	94	89	89	272
1989	pšen. o.	5.9	42	67	67	176
1990	cukrovka*	46.5	107	114	91	312
1991	ječ. j.	6.3	10	0	0	10
1992	pšen. o.	6.2	90	58	58	206
1993	ječ. j.	5.8	0	0	0	0
celkem	E _p ***	8.1	57.2	54.7	50.8	162.7

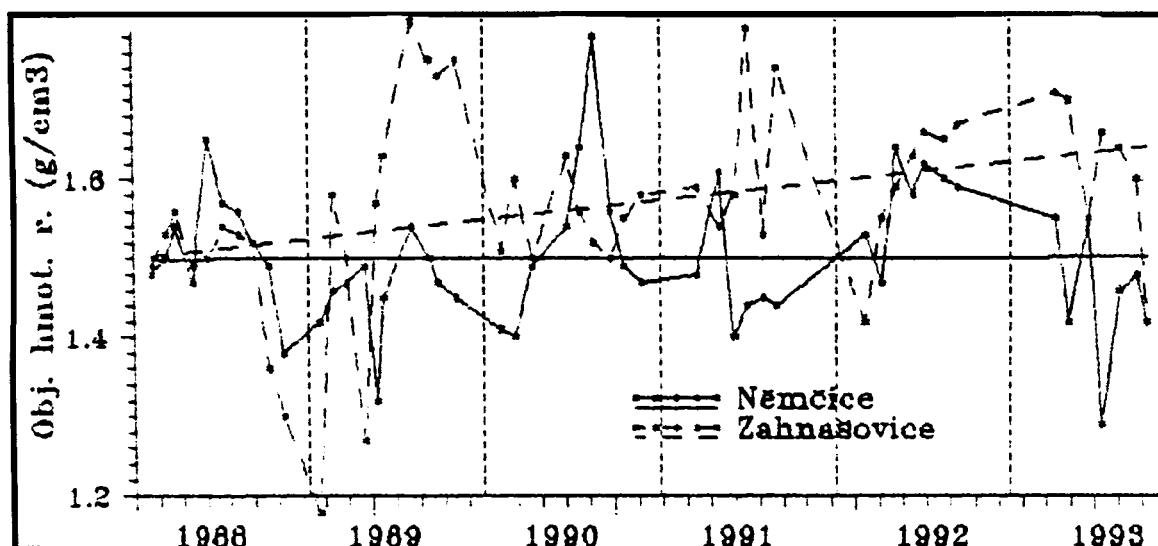
Tab. 2. Osevní sledy, hnojení a bioenergetický potenciál (E_p) na sledovaných lokalitách (*hnojeno hnojem 40 t/ha, ** zaoraný chrást, ***bioenergetický potenciál)

Rok	Teplota(°C)	Srážky(mm)	Rok	Teplota(°C)	Srážky(mm)
1988	9.02	566.4	1991	8.33	659.6
1989	9.34	529.5	1992	9.65	526.7
1990	9.38	606.7	1993	8.60	485.4

Tab. 3 Průměrné roční teploty a sumy srážek na stanici HMÚ Holešov v letech 1988 - 1993



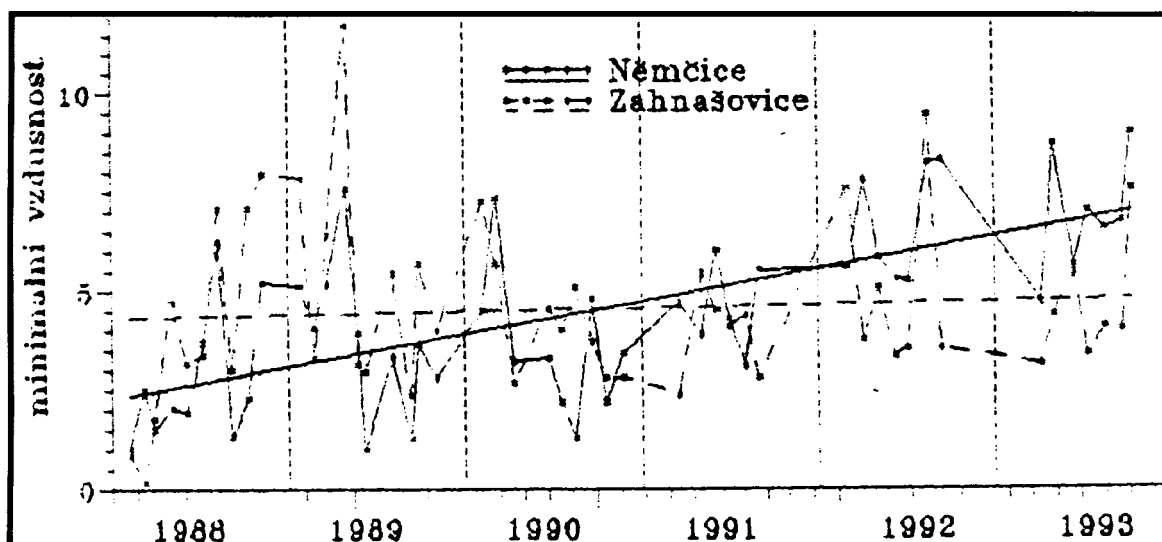
Obr. 1 Průběh vlhkosti ornice



Obr. 2 Průběh objemové vlhkosti redukované ornice (g/cm^3)

VÝSLEDKY A DISKUSE

Na grafech jsou uvedeny časové řady výsledků měření a trendy vlhkosti ornice, objemové hmotnosti redukované a minimální vzdušnosti. Na lokalitě Zahnašovice dochází k rychlejšímu poklesu vlhkosti, kde byla původně vyšší. Po šesti letech sledování došlo k srovnání a mezi sledovanými lokalitami není v této veličině průkazný rozdíl. Objemová hmotnost redukována se na lokalitě Nemčice dlouhodobě nemění, na lokalitě Zahnašovice došlo v průběhu sledování k nárůstu o 0.07 g/cm^3 a rozdíl mezi lokalitami je statisticky průkazný. Mezi hodnotami minimální vzdušnosti není mezi soubory průkazný rozdíl avšak v Nemčicích došlo v průběhu sledování k nárůstu, v Zahnašovicích se v šestileté řadě minimální vzdušnost nezměnila. Důvody popsanych změn se pokusíme vysvětlit v následující analýze:



Obr. 3 Průběh minimální vzdušnosti ornice (%)

1. Lokalita Zahnašovice: Na základě získaných výsledků je možno sestavit pravděpodobnostní model kauzálních vztahů sledovaných veličin:

	Teplota	- 0.507	Vlhkost
	+ 0.330		
	Objemová hmotnost		
Hořčík - 0,440	redukováná		
Nitrátový			
	- 0.630	+ 0.442	dusík
	Minimální vzdušnost		Amonný
		- 0.329	dusík
- 0.546			
Humus + 0.418	Vlhkost		
	+ 0.562		
Vápník - 0.346	Maximální kapilární *		
	vodní kapacita		

(* hlavní kauzální řetězec, uprostřed, je vyjádřen tučným písmem, na levé straně jsou vlastnosti které ovlivňují proměnné v hlavním řetězci, na pravé naopak vlastnosti které jsou jimi ovlivňovány. Tučně vytištěné koeficienty znamenají, že nalezená závislost je průkazná pro korelační koeficient nultého řádu a je potvrzena průkazným parciálním korelačním koeficientem, průkazné parciální korelační koeficienty jsou vytištěny normálně a průkazné koeficienty nultého řádu kurzívou.)

Regresní analýzou byly řešeny vztahy mezi :

teplotou a objemovou hmotností redukovanou ($R = 0.448^{**}$, $y = 1.415 + 1.927E-2x - 4.579E-4x^2$). Maximální objemové hmotnosti (1.62 g/cm^3) bylo dosaženo při 21.0°C . - objemovou hmotností r. a minimální vzdušností ($R = 0.583^{**}$, $y = 85.678 - 98.536x + 29.654x^2$). Nejmenší hodnota minimální vzdušnosti (3.83%) byla vypočtena pro objemovou hmotnost r. 1.66g/cm^3 .

minimální vzdušností a vlhkostí ($R = 0.545^{**}$, $y = 38.430 - 3.707x + 0.251x^2$). Nejmenší minimální vzdušnost (7.40%) byla nalezena při vlhkosti 24.7%. Na lokalitě Zahnašovice (ve srovnání s lokalitou Němčice méně úrodnou, s horšími vlastnostmi chemickými i fyzikálními) se dá vysoký vliv teplot na objemovou hmotnost r. vysvětlit její vysokou hodnotou (prům. 1.57 g/cm^3) způsobenou nedostatkem hořčíku a vápníku v sorpčním komplexu. Půdní struktura kolabuje a tepelná vodivost stoupá. V literatuře se uvádí (BAVER, L.D., 1972) možné zvýšení tepelné vodivosti až na dvojnásobek při poklesu pórovitosti o čtvrtinu. Metabolismus minerálního dusíku (zejména nitrifikace) se stává závislý na obsahu vzduchu v půdě a její bioenergetický potenciál klesá. Dodávaná průmyslová hnojiva jsou hůře využívána, půdní homeostatický systém je porušen. Celý systém je povětrnostními podmínkami ovlivňován více než u půd nepoškozených (HAVLÍČEK 1985).

2. Lokalita Němčice:

Na lokalitě Němčice se působení teplot uplatňuje především přes půdní vlhkost, a následně ostatní fyzikální vlastnosti. Kladné ovlivňování maximální kapilární kapacity vyvolává spolu s vlhkostí zvýšenou amonizaci, na níž je závislá tvorba nitrátů. Dusík dodaný v průmyslových hnojivech je půdou pravděpodobně transformován ve větší míře než lokalitě Zahnašovice. Důsledkem je vyšší hodnota bioenergetického potenciálu a schopnost půdního prostředí odolávat vnějším vlivům

Na lokalitě Němčice pravděpodobnostní model kauzálních vztahů vypadá takto:

Teplota	- 0.484	Nitrátový
- 0.393		dusík
Vlhkost		
+ 0.684		
Maximální kapilární		Amonný
vodní kapacita	+ 0.288	dusík
- 0.322		
Objemová hmotnost		
redukováná		

Vztah mezi teplotou a vlhkostí ($R = 0.572^{**}$), je dán rovnicí $y = 39.22 - 1.293x + 3.381E-2x^2$. Minimální vlhkosti (26.87%) bylo dosaženo při teplotě 19.05°C . Vztah mezi vlhkostí a maximální kapilární kapacitou ($R = 0.801^{**}$), $y = 10.271 + 1.118x - 8.660E-2x^2$. Vypočtená křivka má stoupající tendenci, bez reálného maxima. Vztah mezi maximální kapilární kapacitou a objemovou hmotností redukovanou je dán rovnicí $y = 2.319 - 4.261E-2x + 5.426E-4x^2$ ($R = 0.312^*$). Minimální hodnota objemové hmotnosti redukované (1.48 g/cm^3) byla nalezena při maximální kapilární kapacitě 39.20%. Za limitující faktor půdní úrodnosti lze na obou pozemcích považovat hodnotu minimální vzdušnosti, která by podle KOPECKÉHO (1902,1928) a LHOTSKÉHO (1983) neměla klesnout pod 10%. Není předmětem tohoto příspěvku zabývat se otázkou příčin vedoucích k jejím nízkým hodnotám.

ZÁVĚR

Po šest let (1988 - 1993) byly ve vegetačním období v měsíčních intervalech na lokalitách Zahnašovice a Němčice (okr. Kroměříž, střední ČMh) stanovovány fyzikální a chemické vlastnosti ornice (0 - 30 cm). V práci je hodnocen vliv povětrnosti na fyzikální vlastnosti. Je dokladováno, že rozhodující vliv má teplota. Její působení je však na každém ze sledovaných pozemků jiné, na půdě s vyšší kvalitou (vyšším obsahem kvalitnějšího humusu,

vyšší úroveň sorpčního komplexu a jeho nasycenosti, nižší objemovou hmotností) ovlivňuje teplota především obsah vody v půdě a následně ostatní fyzikální vlastnosti. Na půdě se zhoršenými vlastnostmi působí teplota především na objemovou hmotnost redukovanou. Tento jev je vysvětlován poruchami půdní struktury, způsobené nedostatkem dvojmocných kationtů v sorpčním komplexu, a tím zvýšené tepelné vodivosti. Ze získaných závislostí je také možno odvodit, že souvztažnosti fyzikálních vlastností jsou na sledovaných půdách porušeny jestliže: průměrná dekadní teplota přesáhne 19°C, vlhkost půdy ornice poklesne pod 24 % objemových, minimální vzdušnost je pod 7.9 % a objemová hmotnost redukována nad 1.48 g/cm³.

SUMMARY

Physical and chemical properties of surface soil (0-30 cm) were assessed at the locations Zahnašovice and Němčice (Kroměříž district, medium degraded chernozem) in one-month intervals through the growing season during six years (1988-1993). Effects of weather conditions on physical properties are estimated in this paper. Among them, the temperature plays the decisive role. However, its effects are different at each of the locations investigated. The temperature influences particularly soil water content and consequently the other physical properties in high-quality soil (increased content of high-quality humus, higher level of sorption complex and its saturation, lower volume weight). In soils with poorer properties the temperature affects especially reduced volume weight. This phenomenon is explained by disorders in soil structure induced by the lack of bivalent cations in the sorption complex and thus, increased temperature conductivity.

LITERATURA

- BAVER, L.D., GARDNER, W.H., GARDNER, W.R.: Soil Physics. N.Y., London 1972.
- HAVLÍČEK, J.: Vliv počasí na výsledky rostlinné výroby. Studijní informace ÚVTIZ. Všeob. ot. zemědělství, č. 3, 1985, 64 s. KOPECKÝ, J.: Fyzikální vlastnosti půdní. Praha 1902, 40 s. KOPECKÝ, J.: Půdoznalství. Praha 1928, 287 s.
- KŘEN, J.: Ekologie polních plodin - integrující vědní disciplína. Rost. Výr. 1993 č. 12, s.1141-1148.
- PAVELKA, F.: Metody statistické analýzy. Skriptum VUT, Brno 1983, 108 s.
- RABBINGE, R.: The Bridge function of crop ecology. Netherl. J. agric. Sci., 34, 1986, č.3, s. 239-251.
- ŠIMEK, J.: Nemocné půdy. Sborník VŠ zemědělské v Praze - Fakulta agronomická. Řada A, 35, 1981.
- VÁCHAL, J., EHRLICH, P., LHOTSKÝ, J., CHÁBERA, V., SIMOTA, J.: Zásady komplexního zúrodnování těžkých a zhutněných půd s porušenou strukturou stavby. Dům techniky ČSVTS České Budějovice 1983, 42 s. WATSON, D.J.: Environmental Control of Plant Growth. Proc. of Symposium Held at Canberra, Australia, August 1992. Ed. by L.T. Evans, CSIRO, Division of Plant Industry, Canberra, Austr., 1963.