

## **VPLYV KONVENČNÉHO A OCHRANNÉHO OBRÁBANIA PÔDY NA ZÁSOBU PÔDNEJ VODY**

*Jaroslav Antal  
Rastislav Dodok\*  
Tomáš Štreit*

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

\* Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy v Bratislave

### **Summary**

#### **IMPACT OF CONVENTIONAL AND CONSERVATION TILLAGE ON SOIL WATER STORAGE**

For analyses of impact of conventional (C1) and conservation (C2) tillage in condition of Trnava upland (Trnavská tabuľka) in Slovak republic was used biological (A1) and cereal (A2) crop rotations with two variants of fertilization (ecological - only manure (C1) and integrated – straw+NPK (C2)).

Analyses resulted in fact that conservation tillage (C2) significantly reduced evaporation losses in all analyzing variants.

Positive effect of conservation tillage (C2) on soil water storage mainly during dry seasons and before the vegetative period of crops was found as compare with conventional tillage (C1).

**Key words:** Conventional tillage, conservation tillage, soil water storage, ecological fertilization, integrated fertilization

### **Úvod**

Hospodárenie s vodnými zdrojmi nadobúda v poslednej dobe stále na význame v súvislosti so zvyšujúcimi sa nárokmi spoločnosti na vodu vo všetkých odvetviach ľudskej činnosti. Súvisí to s permanentným rastom populácie, predovšetkým v krajinách tzv. tretieho sveta, intenzifikáciou priemyselnej i poľnohospodárskej výroby a v neposlednom rade aj s očakávanou, možno už i prebiehajúcou globálnou klimatickou zmenou, charakterizovanou v niektorých oblastiach aj ubúdaním prirodzených vodných zdrojov.

Voda, nachádzajúca sa v pôde, tvorí významný článok hydrologického cyklu. Jej zásoby ovplyvňuje okrem prírodných faktorov významnou mierou aj človek, a to využívaním a obhospodarovaním pôdy, predovšetkým na poľnohospodársku činnosť. Poľnohospodárska činnosť na pôde je vo väčšine prípadov podmienená obrábaním pôdy.

Obrábanie pôdy je súbor operácií, ktorými sa mechanickým spôsobom menia vlastnosti ornícej vrstvy, alebo rizosféry (Kollár, 1995).

Obrábanie, ktoré je zamerané na ochranu vlastností pôdy a režimov v nej prebiehajúcich sa nazýva ochranné, resp. konzervačné. Konzervačné obrábanie pôdy je tiež definované ako systém, pri ktorom zostáva po sejbe najmenej 30 % povrchu pôdy pokrytých rastlinnými zvyškami. Zvyšky sa tiež môžu premiešať s pôdou do hĺbky maximálne 0,10 m (Miština, Kováč, 1993).

Konvenčné (klasické) obrábanie pôdy, t.j. obrábanie pôdy s použitím pluhu, redukuje pokrytie povrchu o 30-50 % počas prvej orby a o 5-20 % počas druhej orby (Miller et al., 1999).

Základnou charakteristikou obsahu vody v pôde je jej vlhkosť. Vlhkosť determinuje objem vody vyskytujúci sa v pôde, t.j. je charakteristikou retencie vody v čase a priestore (Šútor et al., 1995).

Cieľom tohoto príspevku je analýza vplyvu konvenčného a ochranného obrábania pôdy na vlhkosť pôdy a tým aj na zásobu pôdnej vody v dvoch rozdielnych osevných postupoch, pri dvoch rozdielnych variantoch hnojenia a v relatívne homogénnych konkrétnych prírodných podmienkach.

## **Materiál a metódy**

Vstupné údaje pre analýzu sme získali z experimentálnej plochy Výskumného ústavu v Piešťanoch, lokalita Borovce, okres Piešťany, Slovenská republika, kde boli v roku 1990 založené 2 rozdielne 6 – honové osevné postupy, a to tzv. biologický osevný postup (variant A1) a tzv. zrnovinársky osevný postup (variant A2) – Tabuľka 1.

*Tab. 1. Striedanie plodín v analyzovaných osevných postupoch*

ROK	OSEVNÝ POSTUP	
	BIOLOGICKÝ (A1)	ZRNOVINÁRSKY (A2)
1991	Ozimná pšenica	Ozimná pšenica
1992	Cukrová repa	Jarný jačmeň
1993	Jarný jačmeň	Hrach
1994	Kukurica na siláž	Ozimná pšenica
1995	Lucerna siata	Kukurica na siláž
1996	Lucerna siata	Jarný jačmeň
1997	Ozimná pšenica	Ozimná pšenica
1998	Cukrová repa	Jarný jačmeň
1999	Jarný jačmeň	Hrach
2000	Kukurica na zrno	Ozimná pšenica

Na každom z týchto osevných postupov boli použité :

a/ 2 varianty hnojenia, a to tzv. ekologické hnojenie, t.j. hnojenie len maštalným hnojom (40 t.ha<sup>-1</sup>; variant B1) a tzv. integrované hnojenie, t.j. hnojenie slamou + NPK (variant B2).

b/ 2 varianty obrábania, a to klasické obrábanie, t.j. obrábanie aj s orbou (variant C1) a tzv. ochranné obrábanie, t.j. obrábanie len s kyprením pôdy (variant C2).

Porušené pôdne vzorky boli odoberané zemným vrtákom, zvyčajne 3–krát do roka (na jar, v lete a na jeseň), a to z hĺbok  $z = 0,05 \text{ m}; 0,30 \text{ m}; 0,60 \text{ m}; 1,00 \text{ m}; 1,50 \text{ m}; 2,20 \text{ m}$  a  $3,00 \text{ m}$ . Laboratórnym spracovaním pôdnych vzoriek na VÚRV v Piešťanoch a v Stredisku biológie a ekológie rastlín SPU v Malante boli stanovené hodnoty hmotnostnej vlhkosti pôdy (% hm.).

Výsledkom spracovania sú závislosti .

$$w = f(A_x, t_0, z) \quad (1)$$

$$w = f(B_x, t_0, z) \quad (2)$$

$$w = f(C_x, t_0, z) \quad (3)$$

kde :

w - vlhkosť odobratej pôdnej vzorky (% hm.)

$t_0$  - termín odberu analyzovaných vzoriek

z - hĺbka odberu pôdnej vzorky

$A_x$  - x-tý variant osevného postupu

$B_x$  - x-tý variant hnojenia

$C_x$  - x-tý variant obrábania pôdy

Závislosti (1), (2), (3) sme vyjadrili v grafickej podobe a podrobili analýze.

Pri výpočte zásoby pôdnej vody sme pri prepočte hmotnostnej vlhkosti na objemovú vlhkosť použili hodnoty redukovanej objemovej hmotnosti pôdy ( $\rho_d$ ) pre jednotlivé hĺbky pôdy namerané VÚRV v Piešťanoch .

Prehľad kombinácií rôznych variantov osevných postupov, hnojenia a obrábania pôdy na experimentálnej ploche v Borovciach, ako aj prehľad všetkých odberov pôdnych vzoriek v nami sledovanom období je uvedený v Tabuľke č. 2.

Tab. 2 Uskutočnené odbery pôdnych vzoriek v lokalite Borovce od leta 1996 do leta 2000.

variant	1996*			1997			1998			1999			2000		
	jar	leto	jeseň	jar	leto	jeseň	jar	leto	jeseň	jar	leto	jeseň	jar	leto	jeseň
C1A1B1		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
C1A1B2		X	X		<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	X	X	X	X	X	
C1A2B2		X	X		'X	'X	'X	'X	'X	X	X	X	X	X	
C1A2B1		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
C2A1B2					<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>						
C2A2B2					'X	'X	'X	'X	'X						

X - uskutočnený odber pôdnych vzoriek

\* - v roku 1996 sa nevykonával odber pôdnych vzoriek z hĺbky 0,05 m

'X, X -odbery pôdnych vzoriek použité pre analýzu vplyvu obrábania pôdy na zásobu pôdnej vody

Aby sa prípadný vplyv rozdielného obrábania pôdy na vlhkosť pôdy čo najpreukaznejšie prejavil, pre ďalšiu analýzu sme vybrali tie varianty experimentov, ktoré sa od seba líšia len spôsobom obrábania pôdy (C1, C2). Sú to varianty C1 A1 B2 – C2 A1 B2 (v Tabuľke 2 označené symbolom X) a varianty C1 A2 B2 – C2 A2 B2 (v Tabuľke 2 označené symbolom 'X).

Popis pôdneho profilu v záujmovom území je nasledovný (Zaujec, 2000):

Amč	0-0,47m	humusový horizont; farba hnedá, navlhá, konzistencia uľahnutá, hlinitá bez skeletu, drobnohrudkovitá, bez karbonátov
Bt	0,47-0,70m	textúrny iluviálny horizont, farba hnedá, bez škvŕn, navlhá súdržná, ílovito-hlinitá bez skeletu, štruktúra zrnitá, povlaky koloidného ílu, bez karbonátov
Bt/C	0,70-0,90m	prechodný horizont
Cc	0,90-1,50m	iluviálny karbonátový horizont; spraš, žltohnedá farba, navlhá, kyprá, obsah karbonátov viac ako 5 %

Zrážkové pomery záujmového územia v analyzovanom období sú uvedené v Tabuľke č. 3.

Tab. 3 Úhrny zrážok (mm) za obdobie október 1996 až september 1999 (SHMÚ, 1996-2000)

Rok	Mesiac									Rok	
1996-1997	chladný polrok	X	XI	XII	I	II	III	X-III	%N	X-IX	%N
		31	19	13	13	30	12	118	50		
1997-1998	teplý polrok	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	%N	482	81
		31	48	52	199	9	25	364	102		
1997-1998	chladný polrok	X	XI	XII	I	II	III	X-III	%N	X-IX	%N
		18	100	18	12	2	14	164	70		
1998-1999	teplý polrok	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	%N	587	99
		32	32	86	40	25	208	423	118		
1998-1999	chladný polrok	X	XI	XII	I	II	III	X-III	%N	X-IX	%N
		128	26	18	11	38	20	241	103		
1998-1999	teplý polrok	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	%N	674	114
		59	37	162	90	53	32	433	121		

%N - podiel z dlhodobého priemeru (1951-1980) v %

## Výsledky a diskusia

- a) Vplyv obrábania pôdy na vlhkosťový profil pôdy pri biologickom oševnom postupe (A1) a integrovanom hnojení (B2)

### -jarný odber pôdnych vzoriek:

V jedinom jarnom odbere pôdnych vzoriek variantov s ochranným obrábaním pôdy v roku 1998 boli zistené len minimálne rozdiely vo vlhkosti pôdy medzi klasickým a ochranným obrábaním vo všetkých meraných hĺbkach, nepresahujúce 2 % hmotnostné.

### -letné odbery pôdnych vzoriek:

V lete 1997 bola vlhkosť pôdy pod obidvomi porovnávanými variantmi do hĺbky 1,5 m približne zhodná, v hĺbke 2,2 m bola o 4 % hm. vyššia pod ochranným obrábaním a v 3,0 m opäť rovnaká. Zásoba pôdnej vody v hĺbke 1,5 až 3,0 m bola pod ochranným obrábaním vyššia o 43 mm, čo predstavuje 1,2-násobok zásoby pôdnej vody pod klasickým obrábaním.

Z merania pôdnej vlhkosti v lete 1998 sme zistili vyššiu vlhkosť pôdy v povrchovej vrstve o 5 % hm. a v nižších hĺbkach v priemere o 1 % hm. pod variantom s ochranným obrábaním pôdy, čo predstavuje zásobu pôdnej vody v celom skúmanom pôdnom profile väčšiu o 40 mm v porovnaní so zrnovinárskym oševným postupom

### -jesenné odbery pôdnych vzoriek:

Na jeseň 1997 bola vlhkosť pôdy pod ochranným obrábaním v 0,05 m väčšia o 4 % hm. a od hĺbky cca 1,7 m o 1 až 2 % hm. ako pod klasickým obrábaním. V hĺbke 0,3 – 1,7 m bol vlhkosťový profil obidvoch variantov približne zhodný. Celková zásoba pôdnej vody do hĺbky 3,0 m bola pod ochranným obrábaním väčšia o 31 mm. V roku 1998 bola v celom pôdnom profile zistená vyššia vlhkosť pôdy pri ochrannom obrábaní, keď najväčšie rozdiely oproti klasickému obrábaniu boli v hĺbkach 0,05 m – 9 % hm., 1,0 m – 9 % hm. a 0,6 m – 5 % hm. V hornej polovici skúmaného pôdneho profilu, teda do hĺbky 1,5 m bola zásoba pôdnej vody 1,4-krát (o 112 mm) a v celom skúmanom pôdnom profile, t.j. do hĺbky 3,0 m 1,3-krát (o 147 mm) vyššia pod ochranným obrábaním ako pod klasickým.

- b) Vplyv obrábania pôdy na vlhkosťový profil pôdy pri zrnovinárskom oševnom postupe (A2) a integrovanom hnojení (B2)

### -jarný odber pôdnych vzoriek:

V jarnom odbere 1998 bola zistená od hĺbky 0,6 m vyššia pôdna vlhkosť pod ochranným obrábaním približne o 2 – 5 % hm. ako pod klasickým obrábaním. Celková zásoba pôdnej vody (0,05 – 3,0 m) bola pri ochrannom obrábaní vyššia o 94 mm (1,2-krát).

### -letné odbery pôdnych vzoriek:

V lete 1997 bola vlhkosť pôdy pod ochranným obrábaním vyššia vo všetkých meraných hĺbkach, keď najväčší rozdiel bol v hĺbke 1,0 m – 9 % hm. oproti klasickému obrábaniu. Celková zásoba pôdnej vody bola 1,2-krát (o 121 mm) vyššia pod ochranným obrábaním.

V roku 1998 bola vlhkosť pôdy vyššia pri ochrannom obrábaní v hĺbke 0,3 – 1,5 m o 5 až 6 % hm. a od hĺbky 1,5 m do 3,0 m o 2 až 3 % hm. Len v povrchovej vrstve pôdy bola vlhkosť vyššia o 5 % pri klasickom obrábaní. Zásoba pôdnej vody bola v celom skúmanom pôdnom profile vyššia o 130 mm (1,3-krát) pod ochranným obrábaním.

#### -jesenné odbery pôdnych vzoriek:

Na jeseň 1997 boli do hĺbky 0,6 m rozdiely vo vlhkosti pôdy nevýrazné, no vo väčších hĺbkach bola vlhkosť pôdy o 2 – 5 % hm. vyššia pri ochrannom obrábaní, čím bola celková zásoba pôdnej vody do hĺbky 3,0 m pri ochrannom obrábaní 1,2-krát (o 78 mm) väčšia ako pri klasickom obrábaní.

V roku 1998 bol priebeh vlhkosti pôdy do hĺbky okolo 1,5 m pri dvoch porovnávaných variantoch takmer zhodný, no hlbšie sa zväčšoval rozdiel v prospech ochranného obrábania až do 5 % hmotnostných v hĺbke 3,0 m. Zásoba pôdnej vody pod ochranným obrábaním bola v celom skúmanom pôdnom profile väčšia o 40 mm.

#### c) Porovnanie vplyvu obrábania pôdy na vlhkosťový profil pôdy

##### - zhodnotenie vplyvu obrábania pôdy na vlhkosťový profil pôdy na jar

V jedinom jarnom odbere pôdnych vzoriek porovnávaných variantov v roku 1998 bola pri zrnovinárskom oševnom postupe (A2) od hĺbky cca 1,0 výrazne vyššia vlhkosť pôdy pod ochranným obrábaním pôdy spôsobená pravdepodobne nižšou intenzitou výparu z povrchu pôdy počas suchej a teplej zimy 1997/1998 vplyvom ponechaných rastlinných zvyškov na povrchu pôdy pri ochrannom obrábaní. Táto redukcia evaporácie vplyvom pozberových zvyškov pri ochrannom obrábaní je v súlade s výsledkami výskumov mnohých autorov (Miština, Kováč, 1993, Yasar, Wittmuss, 1976, Bouwer, 1988, Larney, Lindwall, 1995, Varsa et al., 1997, Cantero-Martinez et al., 1995, Jowkin, Schoneau, 1998, Lyon et al., 1998, Sharratt et al., 1996, Hussain et al., 1999, Marko, 1998). Pri biologickom oševnom postupe s celkovo nižšou infiltračnou schopnosťou pôdy sa tento vplyv prejavil len mierne vyššou vlhkosťou pôdy pod ochranným obrábaním v hĺbkach 0,6 a 1,0 m.

##### - zhodnotenie vplyvu obrábania pôdy na vlhkosťový profil pôdy v lete

V lete 1997 bola zrnovinárskom oševnom postupe (A1) výrazne väčšia zásoba pôdnej vody pod ochranným obrábaním pôdy v hĺbke 0,6 až 1,5 m vytvorená pravdepodobne nižšou intenzitou výparu z povrchu pôdy na začiatku vegetačného obdobia v marci a apríli. Vo vyšších vrstvách bol tento rozdiel menej výrazný vplyvom vysokej evapotranspirácie pšenice v máji a júni. Aj od hĺbky cca 1,5 m bol rozdiel v zásobe pôdnej vody vplyvom zimných zrážok menej výrazný v prospech ochranného obrábania. V biologickom oševnom postupe (A2) boli vplyvom predpokladanej slabšej infiltračnej schopnosti pôdy rozdiely vo vlhkosťových profiloch pod porovnávanými typmi obrábania pôdy nevýrazné. Vyššia vlhkosť pôdy v hĺbke 2,2 m pod ochranným obrábaním sa vytvorila, tak isto ako pri zrnovinárskom oševnom postupe, na začiatku jari .

Aj v lete 1998 bola pod zrnovinárskym oševným postupom (A2) od hĺbky 0,3 m výrazne vyššia vlhkosť pôdy pri ochrannom obrábaní pôdy spôsobená s najväčšou pravdepodobnosťou minimálnymi stratami pôdnej vody výparom z povrchu pôdy v suchej a teplej polovici roku 1998. Pri biologickom oševnom postupe (A1) bola v celom pôdnom profile mierne vyššia vlhkosť pôdy takisto pod ochranným obrábaním. Rozdiel však nebol taký výrazný ako pri zrnovinárskom oševnom postupe vplyvom predpokladanej slabšej infiltračnej schopnosti pôdy v biologickom oševnom postupe , kedy sa pôdna voda uchovaná vo vrchnej časti pôdneho profilu pod ochranným obrábaním nestihla redistribuovať do spodnejších vrstiev a bola využitá na evapotranspiráciu. Takisto požiadavky na vodu cukrovej repy (v biologickom oševnom postupe) sú v júli vyššie ako jačmeňa (v zrnovinárskom oševnom postupe).

### - zhodnotenie vplyvu obrábania pôdy na vlhkosťný profil pôdy na jeseň

Na jeseň v roku 1997 bola do hĺbky 0,6 m pri zrnovinárskom oševnom postupe (A2) vlhkosť pôdy pod porovnanými typmi obrábania približne rovnaká. Od hĺbky 1,0 m bola pod ochranným obrábaním zásoba pôdnej vody vyššia, vytvorená pravdepodobne pri vysokej intenzite výparu v auguste a septembri. Pri biologickom oševnom postupe bol pri nižšej intenzite infiltrácie prísun vody do hlbších vrstiev pôdy minimálny a rozdiel v zásobe pôdnej vody v prospech ochranného obrábania od hĺbky cca 1,6 m sa vytvoril pravdepodobne ešte na začiatku vegetačného obdobia.

V roku 1998 boli pri zrnovinárskom oševnom postupe (A2) vplyvom vysokých zrážkových úhrnov v septembri a októbri rozdiely vo vlhkosťných profiloch pod porovnanými typmi obrábania do hĺbky cca 1,5 m minimálne. V nižších hĺbkach sa prejavil pravdepodobne vplyv ochranného obrábania na zníženie intenzity výparu z pôdneho povrchu v teplom a suchom auguste vyššou vlhkosťou pôdy. Pri biologickom oševnom postupe (A1) bola v celom pôdnom profile vlhkosť pôdy vyššia pod ochranným obrábaním. V povrchovej vrstve pôdy a od hĺbky 1,5 m bol tento rozdiel spôsobený s najväčšou pravdepodobnosťou znížením výparu z pôdy po zbere cukrovej repy v suchšom novembri a v suchom a teplom počasí v júli a auguste. Výrazne vyššia zásoba pôdnej vody pod ochranným obrábaním vo vrstve 0,3 až 1,5 m, vytvorená počas vysokých zrážkových úhrnov v septembri a októbri, naznačuje aj lepšie drenážne vlastnosti pôdy pod ochranným obrábaním v biologickom oševnom postupe, čo by bolo v súlade s výsledkami výskumov T. Mištinu, K. Kováča (1993) a C. J. Gerarda (1988).

### **Záver**

Z výsledkov analýzy vplyvu dvoch typov obrábania pôdy (C1 – klasické obrábanie, C2 – ochranné obrábanie) na vlhkosťné profily pôdy, a tým aj na zásobu pôdnej vody v lokalite Borovce v rokoch 1998 až 2000, a so zohľadnením aj vplyvu dvoch oševných postupov (A1 – biologický oševný postup, A2 – zrnovinársky oševný postup), a dvoch typov hnojenia (B1 – ekologické hnojenie, B2 – integrované hnojenie), sme dospeli k nasledovným záverom:

- ochranné obrábanie výrazne redukovalo straty pôdnej vlhky výparom z povrchu pôdy, čo sa prejavilo väčšou zásobou vody v pôdnom profile, predovšetkým v suchom období a v predvegetačnom období danej plodiny.
- vyššia zásoba pôdnej vlhky v skúmanom pôdnom profile v prospech ochranného obrábania pôdy bola zistená pri všetkých analyzovaných variantoch, v ktorých sa sledoval vplyv obrábania pôdy na jej vodný režim

**Kľúčové slová:** konvenčné obrábanie, ochranné obrábanie, zásoba pôdnej vody, ekologické hnojenie, integrované hnojenie

### **Literatúra**

1. Agrometeorologické a fenologické informácie – západné Slovensko, poľnohospodársky rok 1995/1996. Bratislava: SHMÚ, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000
2. Bouwer, H.: Water Conservation. In: Agrohydrology - recent developments. Edit. J.W. van Hoorn. Wageningen: Elsevier, 1988, p. 233-243.

3. Cantero-Martinez, C., O'Leary, G.J., Connor, D.J. : Stubble retention and nitrogen fertilisation in a fallow—wheat rainfed cropping system. 1. Soil water and nitrogen conservation, crop growth and yield. In: Soil & Tillage Research, May 1995, vol. 34, issue 2, p. 79-94.
4. Gerard et al.: Conservation tillage effects on soil physical properties. In: Conservation Tillage in Texas. College Station: TAES, 1988.
5. Hussain, I., Olson, K.R., Siemens, J.C.: Long-term tillage effects on physical properties of eroded soil. In: SOIL SCIENCE – An Interdisciplinary Approach to Soils, Dec. 1998, vol. 163, no. 12.
6. Jowkin, V., Schoneau, J.J.: Impact of tillage and landscape position on nitrogen availability and yield of spring wheat in the Brown soil zone in southwestern Saskatchewan. In: Canadian Journal of Soil Science, 1998, no. 78, p. 563-572.
7. Larney, F.J., Lindwall, C.W. : Rotation and tillage effects on available soil water for winter wheat in semi/arid environment. In: Soil & Tillage Research, Dec. 1995, vol. 36 (3-4) p. 111-127.
8. Lyon, D.J., Stroup, W.W., Brown, R.E.: Crop production and soil water storage in long-term winter wheat—fallow tillage experiments. In: Soil & Tillage Research, Nov. 1998, vol. 49, Issue 1-2, p. 19-27.
9. Marko, F.: Ochranné obrábanie pôdy a jeho miesto v sústave hospodárenia. In: Trvalo udržateľná úrodnosť pôdy a protierózna ochrana – Zborník z referátov z odbornej konferencie v Nitre. Bratislava : VÚPÚ, 1998 , s. 203-210.
10. Miller, J.J., Larney, F.J., Lindwall, C.W. : Physical properties of a Chernozemic clay loam soil under long-term conventional tillage and no-till. In: Canadian Journal of Soil Science, May 1999, vol. 79, no. 2, p. 325-331.
11. Miština, T., Kováč, K. a kol.: Ochranné obrábanie pôdy. Piešťany: VÚRV, 1993.
12. Sharratt, B.S.: Tillage and straw management for modifying physical properties of a subarctic soil. In: Soil & Tillage Research, Oct. 1996, vol. 38, Issue 3-4, p.239-250.
13. Šútor, J., Mati, R., Ivančo, J., Gomboš, M., Kupčo, M., Šťastný, P.: Hydrológia Východoslovenskej nížiny. Michalovce: Media Group, 1995, s. 298-302.
14. Varsa, E.C., Chomg, S.K., Abolaji, J.O., Farquhar, D.A., Olsen, F.J. : Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn (*Zea mays* L.) root growth and production. In: Soil & Tillage Research, Nov. 1997, vol. 43 (3-4) p. 221-230.
15. Yasar, A., Wittmuss, H.D.: Moisture use and crop yield under various tillage treatments. Lincoln: Mimeo, 1976.
16. Zaujec, A.: Pedologická charakteristika experimentálnej stanice VÚRV Piešťany – Borovce. Nitra: SPU, 2000.

**Kontaktná adresa:**

prof. Ing. Jaroslav Antal, DrSc.  
 Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
 Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva  
 Katedra biometeorológie a hydrológie  
 Mariánska 10  
 949 01 Nitra  
[Jaroslav.Antal@uniag.sk](mailto:Jaroslav.Antal@uniag.sk)